Conditions d’utilisation des contenus du Conservatoire numérique

1- Le Conservatoire numérique communément appelé le Cnum constitue une base de données, produite par le Conservatoire national des arts et métiers et protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle. La conception graphique du présent site a été réalisée par Eclydre (www.eclydre.fr).

2- Les contenus accessibles sur le site du Cnum sont majoritairement des reproductions numériques d’œuvres tombées dans le domaine public, provenant des collections patrimoniales imprimées du Cnam.

Leur réutilisation s’inscrit dans le cadre de la loi nº 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 ; la mention de source doit être maintenue (Cnum - Conservatoire numérique des Arts et Métiers - http://cnum.cnam.fr)**
- **la réutilisation commerciale de ces contenus doit faire l’objet d’une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.**

3- Certains documents sont soumis à un régime de réutilisation particulier :

- **les reproductions de documents protégés par le droit d’auteur, uniquement consultables dans l’enceinte de la bibliothèque centrale du Cnam. Ces reproductions ne peuvent être réutilisées, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l’autorisation préalable du titulaire des droits.**

4- Pour obtenir la reproduction numérique d’un document du Cnum en haute définition, contacter cnum(at)cnam.fr

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

6- Les présentes conditions d’utilisation des contenus du Cnum 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.

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

Auteur(s)	**Londe, Albert (1858-1917)**
Titre	**La photographie moderne : traité pratique de la photographie et de ses applications à l'industrie et à la science**
Adresse	**Paris : G. Masson, éditeur, 1896**
Edition	**Deuxième édition complètement refondue et considérablement augmentée**
Collation	**1 vol.(XII-791 p.-[5] f. de pl.) : ill., fig. ; 24 cm**
Nombre de vues	**814**
Cote	**CNAM-BIB 8 Ke 296 (2)**
Sujet(s)	**Photographie -- Appareils et matériel** **Photographie -- 19e siècle**
Thématique(s)	**Technologies de l'information et de la communication**
Typologie	**Ouvrage**
Langue	**Français**
Date de mise en ligne	**03/10/2014**
Date de génération du PDF	**15/02/2022**
Permalien	**http://cnum.cnam.fr/redir?8KE296.2**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LA

PHOTOGRAPHIE MODERNE

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits de traduction et de reproduction expressément réservés

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BIBLIOTHÈQUE

Phototypie héliographique Bertrand.

PHOTOTYPE POSITIF

Négatif de l'auteur.

PHOTOTYPE NEGATIF

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

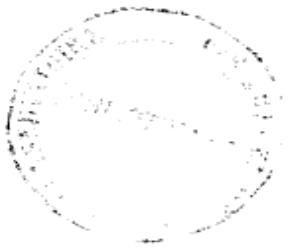
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

8° Ke 296 (2)

LA

PHOTOGRAPHIE MODERNE



TRAITÉ PRATIQUE DE LA PHOTOGRAPHIE

ET DE SES

APPLICATIONS A L'INDUSTRIE ET A LA SCIENCE

PAR

M. Albert LONDE

Directeur du service photographique de la Salpêtrière,
Président de la Société d'excursions des Amateurs de photographie.
Secrétaire général adjoint de la Société française de photographie,
Président d'honneur du Photo-club de Lyon,
Membre d'honneur du Photo-club de Paris,
Officier de l'Instruction publique.

DEUXIÈME ÉDITION

COMPLÈTEMENT REFONDUE ET CONSIDÉRABLEMENT AUGMENTÉE

Avec 346 figures dans le texte et 5 planches hors texte

(Dont 1 frontispice)

PARIS

G. MASSON, ÉDITEUR

120, BOULEVARD SAINT-GERMAIN

1896

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CORBEIL. — IMPRIMERIE ÉD. CRÉTÉ.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A

Monsieur le Docteur RAYMOND

PROFESSEUR DE LA CLINIQUE DES MALADIES DU SYSTÈME NERVEUX

Cher Maitre,

Vous avez bien voulu me continuer la confiance que m'avait accordée votre très regretté prédécesseur M. Charcot, en me laissant la direction du service photographique de la Salpêtrière.

C'est dans ce laboratoire que, depuis plus de quinze ans déjà, j'ai pu me perfectionner dans la théorie et la pratique de la photographie et aborder les nombreux problèmes que soulève son application aux études scientifiques.

Permettez-moi donc d'inscrire votre nom à la première page de cet ouvrage comme marque de reconnaissance de la part de votre modeste mais très dévoué collaborateur.

Albert LONDE

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En écrivant, il y a quelques années, *La Photographie moderne*, notre but était de guider les premiers pas des débutants, de leur permettre de franchir peu à peu et sans difficultés les nombreux obstacles semés sur leur route et d'arriver rapidement à posséder les connaissances pratiques et théoriques indispensables pour tirer un parti intelligent de la merveilleuse découverte de Niepce et de Daguerre.

Loin de la considérer uniquement comme une occupation attrayante, un agréable passe-temps, nous avons indiqué dans la deuxième partie de notre travail les innombrables services qu'elle rendait journellement dans les arts, les sciences et l'industrie. Notre intention n'était pas seulement de montrer le vaste domaine actuellement conquis par la photographie mais bien encore d'ouvrir de nouveaux horizons à ceux qui aiment à travailler en dehors des sentiers battus et qui désirent faire œuvre personnelle.

Notre idée était juste, car la première édition a été rapidement enlevée. Nous conserverons, dans la nouvelle édition, le plan général que nous avons adopté, tout en donnant un développement plus considérable aux diverses parties de cet ouvrage, en traitant les principales questions plus à fond.

Dans cette science nouvelle qui se développe tous les jours, la nécessité d'une direction se fait d'autant plus sentir que les progrès sont plus sensibles : en effet, les procédés se succèdent les uns aux autres, les formules se multiplient, et pour se reconnaître, pour discerner le bon du mauvais ou du médiocre, il faut une somme de connaissances et une expérience pratique que l'on ne saurait raisonnablement demander à celui qui ne fait de la photographie qu'une occupation passagère et intermittente.

La plupart des auteurs qui nous ont succédé n'ont pas compris la nécessité de cette direction à donner au débutant, et c'est par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des compilations de recettes, des amas de formules, des recueils de procédés qu'ils prétendent initier à la photographie.

C'est une erreur à notre avis et, bien que nous reconnaissions la valeur de ces formulaires, de ces dictionnaires ou de ces encyclopédies pour ceux qui se sont spécialisés et qui sont à même de contrôler la valeur des documents qu'ils renferment, nous devons avouer qu'ils ne peuvent être que nuisibles pour le débutant en lui faisant faire de nombreux essais, la plupart du temps infructueux, car l'expérience lui manque, et en le décourageant par suite de ces insuccès répétés.

Nous maintiendrons donc d'une façon absolue la ligne de conduite que nous avons adoptée précédemment et que nous considérons comme encore plus nécessaire qu'auparavant : dans chaque hypothèse nous chercherons à donner la solution la plus simple et la plus sûre, de façon à permettre au lecteur qui voudra bien nous suivre fidèlement d'atteindre le but sans tâtonnements.

Arrivé à ce point, l'amateur pourra pousser ses études plus loin ; il saura que le domaine de la photographie n'est pas limité aux portraits, aux paysages et aux reproductions mais qu'elle est un moyen nouveau d'analyse et même d'interprétation, ce qui lui assure d'une manière indéniable le rôle si considérable qu'elle a pris dans l'industrie, la science et l'art.

A. L.

Septembre 1895.

Nous croyons devoir exprimer ici publiquement nos remerciements les plus sincères à M. Buisson et à M. Lucien Sauvé, notre ancien préparateur à la Salpêtrière, qui ont bien voulu prendre la peine de nous aider dans la correction de cet ouvrage.

MM. Berthaud, Geissler et Petit ont bien voulu nous faire hommage de trois des planches spécimens de cet ouvrage. Nous sommes heureux de les remercier également.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

INTRODUCTION

La photographie comptera certainement parmi les plus belles inventions du siècle. Simple curiosité au début, puis commerce des plus prospères, aujourd'hui industrie de premier ordre, elle a pénétré dans les procédés d'impression qu'elle a transformés et modifiés profondément ; elle est devenue l'auxiliaire indispensable de toutes les sciences où la précision documentaire est nécessaire ; dans quelques-unes même, elle a été le point de départ de méthodes nouvelles qui ont ouvert de vastes horizons aux chercheurs. Nous sommes loin du temps où, nous ne savons par quel préjugé peu explicable, c'était se discréditer que de s'occuper de photographie ; aujourd'hui nos savants les plus illustres, les Janssen, les Marey, les Lippmann, les frères Henry, les Cornu et bien d'autres ont prouvé par de fécondes découvertes, les ressources considérables que l'usage de la photographie leur donnait au point de vue scientifique.

Enfin elle est devenue pour beaucoup un agréable passe-temps, une occupation intelligente ; pour les artistes, une mine inépuisable de documents ; pour les voyageurs, une ressource indispensable.

A ces divers titres, la vulgarisation des connaissances photographiques nous paraît nécessaire, car il n'est personne de nous qui, pour son agrément ou son utilité, n'ait été ou ne soit un jour obligé de recourir à elle.

Nous sommes même étonnés que, devant les nombreuses et importantes applications de la photographie, un enseignement officiel n'ait pas encore été créé.

Dans la plupart des administrations, dans les services publics, dans les grandes industries, des laboratoires photographiques sont installés, mais s'ils ne rendent pas toujours les services

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'on serait en droit d'attendre, il ne faut s'en prendre qu'à l'état actuel des choses. Dans toutes les branches du commerce ou de l'industrie, pour tous les métiers, on trouve des écoles professionnelles où le débutant peut apprendre. En photographie, rien de tout cela n'existe, l'opérateur doit donc se former à peu près seul. Et partout où la question a été traitée en public, le succès a été très grand : c'est ce que l'on a pu constater en 1892 et en 1894, lorsque le colonel Laussedat, notre éminent collègue, qui a plaidé la cause de l'enseignement photographique avec une ardente conviction, a organisé au Conservatoire national des arts et métiers deux séries de conférences, ayant pour but : la première de montrer l'étendue des applications de la photographie, la seconde, plus technique, d'initier aux différentes méthodes permettant d'obtenir le négatif et de le multiplier par des procédés durables.

De cette tentative qui a réussi de la façon la plus éclatante, il ressort très nettement que l'enseignement de la photographie correspond à un besoin évident que ni le public ni le corps enseignant ne feront défaut : par suite on ne peut que déplorer cette lacune dans notre France qui, après avoir été le berceau de la photographie, se voit dépasser par d'autres pays, comme l'Autriche, l'Allemagne, l'Angleterre et même le Japon. A défaut de cet enseignement théorique pratique qui s'impose à notre avis, notre rôle ne peut être que d'initier le débutant à toute la série des connaissances qui lui sont indispensables dans la nouvelle voie où il désire entrer, et de lui montrer l'étendue du domaine dont il veut connaître l'importance.

Nous ne nous dissimulons pas que cette tâche est difficile, car le programme que nous avons à remplir est trop vaste, pour que nous puissions l'approfondir comme nous l'eussions désiré. Nous nous bornerons à indiquer à notre lecteur bienveillant tout ce qu'il doit savoir pour arriver au succès : nous lui servirons de guide, nous ne le conduirons d'ailleurs que par des chemins parfaitement connus de nous et dans lesquels il n'aura aucune peine à nous suivre s'il observe fidèlement nos indications : nous passerons ensuite en revue les applications diverses de la photographie, signalant les moins importantes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

insistant sur celles dont l'intérêt est plus grand, mais en tout cas lui donnant sur toutes des notions suffisantes pour comprendre la portée des nouvelles découvertes, en parler sciemment et pouvoir même les utiliser par des travaux personnels.

Nous avons eu la bonne fortune d'assister à l'évolution de laquelle sont sortis depuis une quinzaine d'années les progrès remarquables qui constituent, on peut le dire, la science photographique. S'il est certain que bien des perfectionnements ont été apportés, des simplifications obtenues, d'autre part il est évident qu'on est devenu, et à bon droit, plus difficile, plus exigeant. La perfection en photographie comme en toutes choses est rare, et c'est à notre avis une grave erreur de croire, comme on le dit souvent, que la photographie est à la portée de tous, qu'il suffit d'un appareil et de quelques produits pour réussir. Évidemment dans ces conditions on peut avoir des résultats, nous n'en disconviendrons pas, mais pour obtenir une épreuve parfaite, artistique, comme nous l'entendons, il y a loin. Au lieu d'égarer le débutant par des promesses fallacieuses, ne vaut-il pas mieux le prévenir que cette nouvelle occupation, quoique ne présentant pas d'obstacles vraiment sérieux, exige néanmoins une certaine somme de connaissances, du travail, des soins, du bon goût et même du sens artistique ; que le succès dépend uniquement de lui et de sa persévérance ?

A côté d'opérations purement matérielles, il y a en photographie une part très grande, d'observation, de discernement et même de raisonnement, c'est ce qu'il ne faut pas oublier. Les personnes qui n'ont pas ces diverses qualités arriveront rarement à la perfection.

La photographie est loin d'être une opération purement mécanique et impersonnelle ; ce qui le prouve le mieux c'est qu'un connaisseur saura dire l'auteur de telle ou telle épreuve, tant il est vrai que celui-ci, s'il est homme de goût, a pu imprimer à son œuvre son cachet personnel.

Ainsi prévenu, le débutant ne devra pas se rebuter s'il ne réussit pas tout d'abord, il ne faut pas qu'il perde confiance car son insuccès ne peut être attribué qu'à son inexpérience destinée à disparaître avec le temps et le travail.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous lui dirons également, lorsqu'il sera décidé à entrer dans la nouvelle voie : « Prenez de bons instruments, car s'il est déjà difficile de réussir dans les commencements avec d'excellents outils, que sera-ce si vous en avez de médiocres ou de mauvais. Vous vous dégoûterez probablement par suite d'échecs répétés qui sont dus uniquement à un matériel inférieur, sinon, en reconnaissant vous-même les imperfections, vous le mettrez de côté, pour suivre notre conseil mais un peu trop tard. Nous avons fait cette école et bien d'autres avec nous, nous voudrions vous l'éviter. N'hésitez donc pas à faire la dépense nécessaire. »

Nous insisterons donc sur cette question de l'outillage, qui est très importante, en indiquant les qualités que l'on doit exiger d'un bon matériel photographique. L'amateur, ainsi éclairé, pourra faire son choix en connaissance de cause parmi les nombreux instruments qu'il rencontrera.

Nous lui indiquerons ensuite la manière de s'en servir, puis les diverses manipulations qu'il devra exécuter. Nous éviterons de jeter la confusion dans son esprit, en l'accablant de formules, de procédés, de recettes qui ne pourraient que l'embarrasser. Nous lui donnerons dans les diverses opérations la manière de faire que nous avons adoptée pour nos travaux personnels après des essais répétés et que nous employons journellement.

Le résultat ne pourra manquer d'être parfait, si le lecteur nous suit avec soin.

Le but de cet ouvrage étant surtout de présenter un côté pratique, notre intention n'est pas d'insister sur la partie historique de la photographie. Non pas que l'avènement de cette nouvelle science, ses débuts ne soient d'un grand intérêt, mais la question a été fort bien traitée par divers auteurs, et notre place étant limitée nous préférons nous étendre sur la partie moderne de la photographie, la seule qui ait un intérêt immédiat pour nos lecteurs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LA

PHOTOGRAPHIE MODERNE

CHAPITRE PREMIER

LA CHAMBRE NOIRE

Les procédés photographiques reposent tous sur l'action de la lumière sur certains corps étendus en couche mince. Mais cette opération peut se faire de différentes manières :

1° On reçoit sur la surface photographique une image réelle donnée par un système de lentilles qui porte le nom d'*objectif :* il faut dans ce cas se mettre à l'abri de toute lumière étrangère en opérant dans la CHAMBRE NOIRE. Dans ce premier cas, l'image obtenue présente des valeurs précisément inverses de celles de l'original, aussi on la dénomme : *image négative* ou le *négatif;*

2° La surface sensible est recouverte d'un écran présentant en transparence, l'image ou le dessin que l'on veut reproduire. Le tout est exposé à la lumière. Dans ce second cas, on dit que l'on opère PAR CONTACT. On obtient ainsi une copie en valeurs inverses de celles de l'écran. Si celui-ci est constitué, comme c'est le cas le plus général, par le négatif, l'épreuve définitive reconstituera les diverses valeurs du modèle. Nous obtiendrons ainsi l'*image positive* ou le *positif*.

L'avantage de la photographie à la chambre noire, est de fournir une image de taille quelconque qui pourra être multipliée à l'infini par la méthode de contact. Celle-ci n'est utilisable que pour reproduire à même échelle un document quelconque transparent.

Dans le cas le plus fréquent, le cycle complet des opérations photographiques consiste à obtenir un négatif, puis à utiliser celui-ci pour la production du positif, les méthodes de contact n'étant employées directement que dans quelques applications très particulières.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La division logique de cet ouvrage consistera donc, d'une part, à étudier le matériel à employer et les opérations à effectuer pour l'obtention du négatif, de l'autre, à examiner les divers procédés qui permettent d'obtenir par contact l'image positive, que l'écran soit constitué par le négatif ou par un transparent quelconque.

CHAMBRE NOIRE.

1. La chambre noire est, en principe, une boîte hermétiquement close dont la paroi antérieure porte l'objectif, et la postérieure le verre dépoli. L'objectif reçoit les rayons émanés du modèle quel qu'il soit, en modifie légèrement la marche et les envoie sur la surface sensible où ils forment une image semblable à l'original, réduite dans le cas de la photographie courante, agrandie dans divers cas spéciaux.

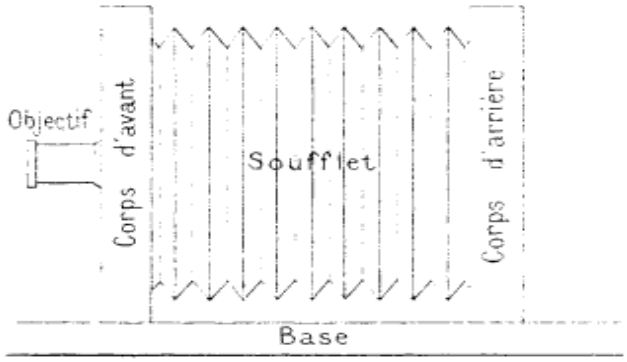


Fig. 1. — Schéma de la chambre noire.

Les modèles de chambre sont innombrables : on peut cependant les diviser en deux grandes classes, les chambres non portatives et les chambres portatives, les premières comprenant l'appareil de reproduction plus spécialement employé dans l'industrie et celui de portrait, les secondes formant deux grands groupes, les appareils avec pied et les appareils sans pied ou appareils à main.

2. Les parties essentielles de la chambre noire sont les suivantes (fig. 1) :

1° Le corps d'avant destiné à recevoir l'objectif et composé généralement d'une planchette sur laquelle est monté ce dernier ;

2° Le corps d'arrière destiné à recevoir soit le cadre du verre dépoli soit le châssis négatif ;

3° La base ou queue de la chambre, constituée de manière à permettre le rapprochement ou l'éloignement du corps d'avant et d'arrière ;

4° Un soufflet en toile ou en étoffe opaque qui relie les deux corps entre eux, et forme une boîte absolument étanche à la lumière (1).

(1) Dans certains appareils et principalement les appareils à main le soufflet est remplacé par une boîte rigide.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Suivant la classe à laquelle appartiennent les divers modèles de chambre noire, nous trouverons des différences souvent assez grandes dans l'aspect et la forme extérieure, néanmoins les parties essentielles que nous venons d'indiquer subsisteront toujours.

Il ne saurait entrer dans notre plan de décrire les très nombreux modèles de chambres noires qui ont été créés, nous étudierons seulement ceux que l'on peut considérer dans chaque classe comme typiques, en insistant particulièrement sur les dispositions essentielles qu'il est utile de retrouver dans tout appareil, à quelque catégorie qu'il appartienne.

I

CHAMBRES NON PORTATIVES

Chambres d'atelier.

3. Ces appareils, ainsi que leur nom l'indique, sont destinés à être employés dans l'atelier de photographie soit pour le travail de reproduction soit pour l'exécution du portrait. Les questions de volume et de poids sont donc absolument secondaires. D'autre part, elles sont en général d'un format assez considérable, de façon à permettre de recevoir au besoin des plaques de grandes dimensions.

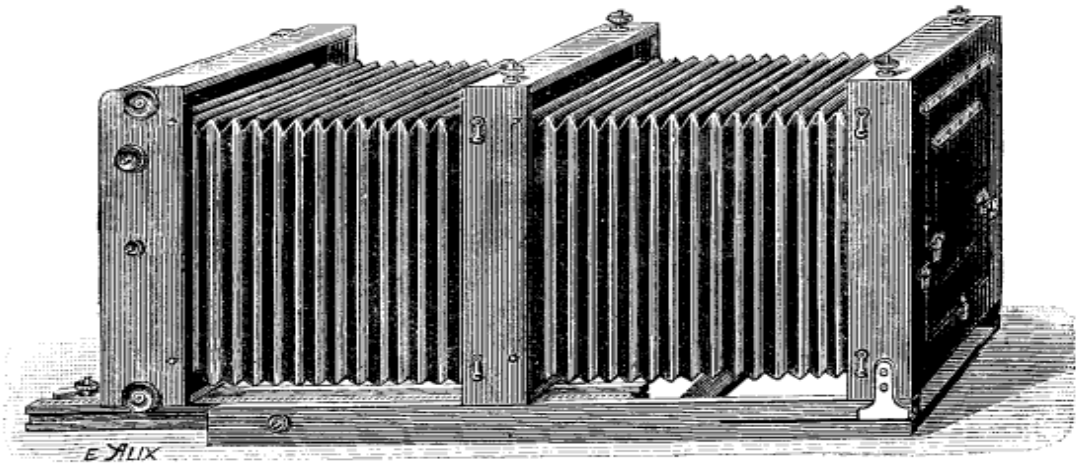


Fig. 2. — Chambre de reproduction à trois corps.

La base de la chambre permet un notable écartement entre les corps d'avant et d'arrière, à cet effet, le soufflet possède un grand développement (fig. 2). Cette longueur indispensable pour obtenir

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un tirage suffisant est nécessitée, d'une part par le foyer des objectifs employés pour couvrir de grandes plaques et de l'autre par l'application de la loi des foyers conjugués (227-578), dans les cas spéciaux de reproduction à taille égale ou avec un agrandissement plus ou moins considérable. La longueur du soufflet dans les chambres de reproduction que nous allons décrire tout d'abord, atteint souvent 1 mètre, 2 mètres et quelquefois davantage. Elle croît, d'une manière générale, avec le format de la plaque employée.

Le soufflet est carré ; pour le supporter sur toute sa longueur, on interpose un ou plusieurs cadres mobiles sur le chariot, cadres qui le divisent donc en plusieurs parties. Le plus souvent on n'emploie

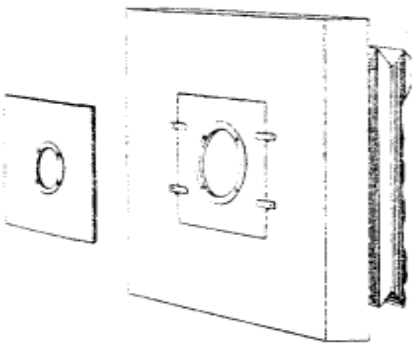


Fig. 3. — Corps d'avant de chambre d'atelier avec planchette d'objectif.

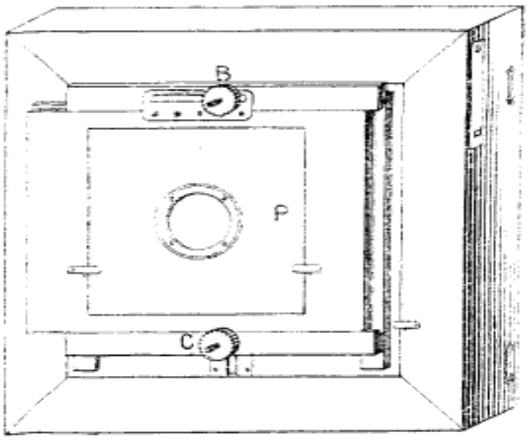


Fig. 4. — Corps d'avant de chambre d'atelier. — P. Planchette à double décentrement. — BC. Boutons de serrage.

qu'un seul cadre intermédiaire et le soufflet se compose alors de deux parties semblables et de même longueur.

4. Le corps d'avant est destiné à recevoir l'objectif. Celui-ci est monté au moyen de sa rondelle au centre d'une planchette qui s'engage dans un logement réservé sur le corps d'avant et y est maintenue au moyen de 4 ou 6 taquets mobiles en métal (fig. 3). Cette disposition est la plus simple mais l'objectif est fixe, et cependant, dans certains cas, il peut être très utile de le décentrer légèrement soit dans le sens vertical soit dans le sens horizontal, afin d'amener l'image de l'objet reproduit exactement à la place voulue sur le verre dépoli. On arrive à ce résultat en interposant sur la grande planchette dont nous venons de parler, deux autres planchettes montées dans des coulisses, les unes verticales, les autres horizontales ; de cette manière on peut déplacer facilement l'objectif dans un sens ou dans l'autre. Des boutons de serrage permettent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'ailleurs de fixer l'une ou l'autre planchette dans telle ou telle position (fig. 4). Il est à constater cependant que le décentrement latéral pourrait être seul employé, car par l'élévation ou l'abaissement du pied qui supporte l'appareil, il est très facile de centrer l'image dans le sens vertical.

Quelle que soit la solution adoptée, la planchette extérieure porte un logement analogue à celui dont nous avons parlé précédemment et qui reçoit une planchette portant l'objectif. Ce mode de fixage est assez primitif, car les taquets prennent du jeu par l'usage et n'assurent plus la position rigoureuse de la planchette, ce qui peut entraîner des déformations de l'image. Aussi lui préférons-nous le suivant qui est d'ailleurs très employé actuellement.

5. Deux des côtés opposés du logement de la planchette sont garnis de 2 petites réglettes de métal qui forment ainsi deux feuillures (fig. 5). La feuillure supérieure est garnie d'un ou deux ressorts plats BB′ qui sont cintrés en dehors. En engageant la planchette A dans cette feuillure, les ressorts se compriment ; si alors on amène celle-ci dans son logement en face de l'autre feuillure, les ressorts en se détendant l'engageront à fond et elle se trouvera solidement assurée. Pour la retirer il suffira de faire le mouvement inverse, c'est-à-dire pousser la planchette dans la feuillure supérieure, elle se dégagera ainsi de la feuillure inférieure et sortira d'elle-même. Ce système de montage des planchettes d'objectif est le meilleur à notre avis, car il assure toujours la bonne position de l'objectif et les substitutions d'objectifs sont très faciles à effectuer. Dans la pratique il faut en effet, suivant le genre de travail, employer divers objectifs et pouvoir les monter sur un appareil ou un autre. Ces substitutions sont très faciles et très rapides avec le système précédent. Il est seulement indispensable que les planchettes soient semblables et puissent entrer dans des logements identiques.

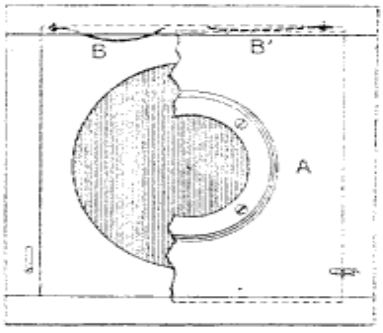


Fig. 5. — Logement de planchette à ressort. — A. Planchette d'objectif. — BB′. Ressorts de pression.

6. Jusqu'à ces dernières années, chaque fabricant établissait des planchettes d'objectifs de dimensions quelconques qui n'étaient fixées par aucune règle. Pour éviter les inconvénients de ce manque d'uniformité, les Congrès de Photographie ont proposé d'adopter un certain nombre de planchettes de dimensions et d'épaisseurs parfaite-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment déterminées. Voici un tableau donnant les dimensions et épaisseurs adoptées :

NUMÉROS.	LONGUEUR DU CÔTÉ en millimètres.	ÉPAISSEUR en millimètres.
1	75	5
2	100	5
3	125	5
4	150	5
5	200	7,5

Pour monter les objectifs sur les planchettes on se sert d'un outil spécial (fig. 6) qui permet facilement de découper une ouverture susceptible de recevoir très exactement la rondelle de l'objectif. On fixe celle-ci au moyen de petites vis en laiton.

Le système qui consiste à avoir autant de planchettes que d'objectifs est très pratique pour le travail d'atelier, chaque objectif pouvant rester à demeure sur sa planchette mais, pour les études et les essais d'objectifs, il vaut mieux employer un système de montage plus rapide.

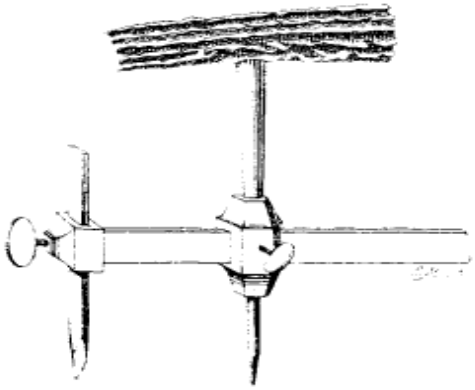


Fig. 6. — Outil pour ouvrir les planchettes d'objectif.

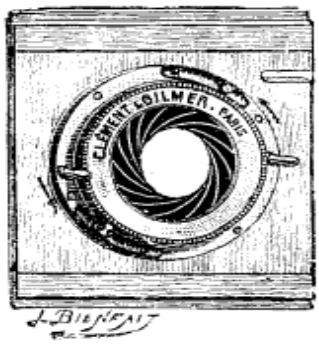


Fig. 7. — Adaptateur Clégil pour le montage des divers objectifs.

7. L'un des meilleurs, à notre avis, est l'adaptateur Clégil, construit sur les indications du C^{t}. Fourtier. Il est constitué par un diaphragme iris (106) de grandes dimensions dont les lamelles sont suffisamment robustes pour maintenir solidement l'objectif à essayer (fig. 7).

L'adaptateur Clégil n° 1 (diamètre extérieur 90^{mm}), reçoit des objectifs de 26 millimètres de diamètre jusqu'à 54 millimètres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le numéro 2 (diamètre extérieur 100^{mm}) des objectifs depuis 26 millimètres jusqu'à 62 millimètres.

L'emploi de l'adaptateur est parfait pour substituer rapidement des objectifs les uns aux autres mais nous ne saurions le conseiller pour le travail sur le terrain où il arrive fréquemment que l'on se déplace avec l'appareil ouvert ; dans ce cas un serrage imparfait peut amener la chute ou la perte de l'objectif. Il faut d'ailleurs toujours veiller à ce que celui-ci soit placé normalement par rapport au plan de la planchette portant l'adaptateur.

8. Le corps d'arrière de la chambre est destiné à recevoir le verre dépoli pour effectuer la mise en plaque (205) et la mise au point (207), puis le châssis négatif (27) qui permet de placer la plaque sensible dans le même plan qu'occupait le verre dépoli. Il est formé par un bâti rectangulaire à l'arrière duquel on place soit le cadre du verre dépoli soit le châssis négatif. Ceux-ci portent à cet effet des guides spéciaux qui s'engagent dans deux rainures latérales établies dans le bâtis rectangulaire.

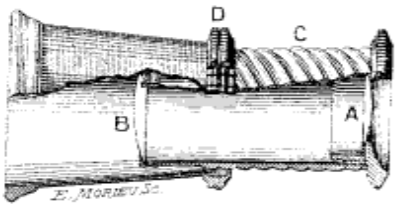


Fig. 8. — Loupe pour la mise au point. — AB. Lentilles. — C. Tube à pas hélicoïdal. — D. Bague de serrage.

9. Le verre dépoli est fixé dans son cadre au moyen de petites baguettes ou de taquets, le côté dépoli du côté de l'intérieur de la chambre. — Il est formé par une feuille de verre bien plane ou une glace dont l'un des côtés est dépoli. Le grain du dépoli doit être aussi fin que possible.

Dans des travaux spéciaux, lorsque la mise au point est particulièrement délicate, on peut mouiller ou huiler légèrement le côté dépoli ; de cette façon on aperçoit des détails que le grain du verre dépoli empêchait de voir auparavant.

On peut encore effectuer la mise au point sur une glace non dépolie mais à condition de se servir d'une loupe appliquée contre la surface du verre. La loupe employée en photographie pour la mise au point est excellente à cet effet (fig. 8). Cette loupe se compose de deux lentilles A et B qui sont serties dans le tube C et que l'on peut déplacer dans un autre tube au moyen d'un pas fileté. Ce dispositif a pour but de permettre de règler la loupe d'après la vue de l'opérateur. A cet effet on trace sur le verre dépoli du côté dépoli une petite croix au crayon. On examine alors ces traits au moyen de la loupe appliquée sur le côté poli et on déplace le tube C jusqu'à ce que le maximum de netteté soit obtenu. On serre alors la bague

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui surmonte le filetage et l'appareil est réglé définitivement pour l'opérateur. Pour se servir de ce procédé qui est très précieux, dans certains cas, il suffit de réserver au centre de la plaque une partie non dépolie.

En dernier lieu, on peut mettre au point sur l'image formée dans le plan focal sans interposer aucun verre dépoli ou non ; il suffit de monter une loupe comme celle dont nous venons de parler sur une planchette que l'on place dans le cadre d'arrière de façon que le foyer de la loupe soit exactement dans le plan focal où se produit l'image donnée par l'objectif. Ce procédé est surtout employé en microphotographie.

Étant donnés les grands formats des chambres d'atelier et comme on utilise fréquemment des plaques de dimensions inférieures, il est nécessaire de connaître exactement le centre du verre dépoli. A cet effet on trace au crayon sur le côté dépoli, en partant des angles, deux diagonales qui naturellement indiquent le centre à leur point de croisement. Partant de ce centre on trace alors une série de rectangles ayant les dimensions des plaques usuelles inférieures au format de l'appareil, le centre de tous ces rectangles coïncidant avec le point de croisement des diagonales. Ces rectangles ont pour but de s'assurer, que l'image tiendra bien dans telle ou telle plaque mise dans le châssis. Comme on peut être conduit à placer la plaque sensible en hauteur ou en largeur suivant le sens du modèle, il est bon de tracer chaque rectangle en hauteur et en largeur (fig. 9).

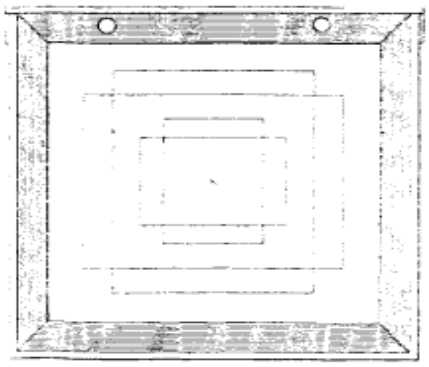


Fig. 9. — Cadre du verre dépoli de la chambre d'atelier.

Pour éviter la confusion, on se servira de crayons de couleurs différentes et en tous cas on portera sur les deux côtés les dimensions en centimètres.

10. Un autre mode de graduation nécessaire pour les travaux de précision qui doivent être exécutés à une échelle déterminée, consiste à diviser la glace dépolie par des traits parallèles se croisant à angle droit, ces différents traits étant distants d'un centimètre les uns des autres. D'autre part les deux traits, l'un vertical, l'autre horizontal qui se croisent au centre de la plaque portent une division millimétrique dont le 0, pour chacun des traits, partira du centre (fig. 10). Ce mode de graduation a été préconisé par notre ami

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. le Dr Gustave Le Bon et nous sommes heureux de constater qu'il est déjà bien répandu dans la pratique. Outre la commodité que l'on a pour savoir très exactement les dimensions de l'image, ce dispositif facilite de beaucoup la mise en plaque. Dans une reproduction de tableau, de plan, de gravure ou de tout autre objet rectangulaire, on sera assuré de la position rigoureuse de l'appareil par rapport au modèle, lorsque les côtés de l'objet à reproduire seront parallèles aux divisions de la glace dépolie.

11. La plupart des chambres d'atelier possèdent à l'arrière un dispositif spécial que l'on nomme la bascule et qui permet d'incliner

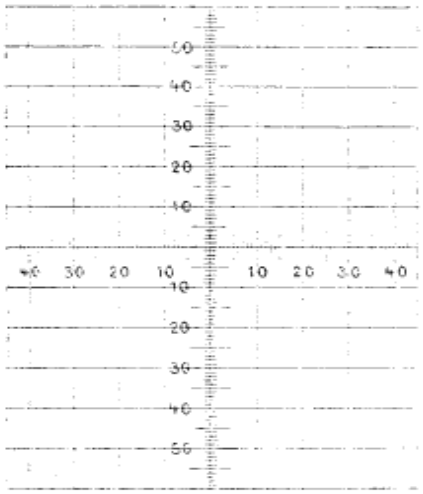


Fig. 10. — Verre de chambre noire quadrillé et divisé d'après la méthode du Dr Gustave Le Bon. Format 9/12.

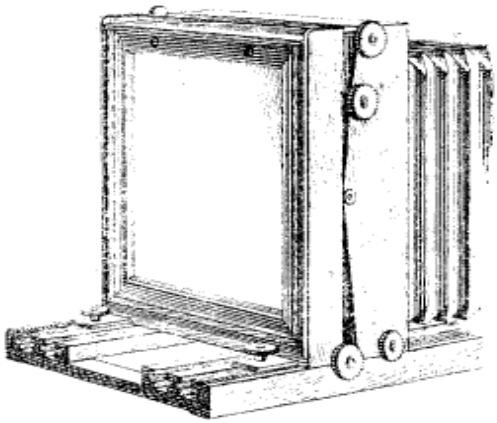


Fig. 11. — Arrière de chambre d'atelier avec bascule.

le plan du verre dépoli par rapport à l'axe principal de l'objectif (fig. 11). Ce dispositif a pour but d'obtenir avec une égale netteté les différentes parties d'un modèle placé obliquement par rapport à l'axe de l'appareil. — On sait en effet que, dans ce cas, le point de concours des rayons émanés des parties les plus éloignées du modèle ne se fait pas dans le même plan que celui des rayons provenant des parties les plus rapprochées (13). L'inclinaison du verre dépoli a pour effet de le placer sensiblement dans le plan focal correspondant à la plus grande netteté des parties inégalement distantes. Néanmoins l'usage de la bascule n'est qu'un artifice qui ne saurait être employé lorsque l'on doit effectuer des mesures sur le négatif ou que l'on désire une reproduction à l'abri de toute critique.

Si le verre dépoli bascule autour d'un plan vertical, la bascule

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sera dite verticale ; elle sera utile pour la reproduction d'un objet dont l'une des parties latérales avance fortement vers l'appareil. Si le verre dépoli au contraire bascule autour d'un plan horizontal, elle servira pour la reproduction d'objets dont les parties inférieures ou supérieures sont proéminentes: dans ce cas la bascule est dite horizontale. Certains systèmes permettent les deux mouvements, dans ce cas la bascule est dite bascule double ; c'est évidemment le modèle qui présentera la plus grande élasticité.

L'usage de la bascule est très délicat; aussi n'est-elle pas d'une nécessité absolue car dans la pratique, comme nous le verrons plus loin, il sera toujours possible d'obtenir la netteté complète de plans très distants les uns des autres par l'emploi judicieux des diaphragmes (223). Néanmoins dans le cas de certaines instantanéités qui excluent l'emploi de trop petits diaphragmes, elle pourra être d'un bon usage.

12. Nous avons dit précédemment que la plupart des chambres d'atelier avaient un cadre intermédiaire divisant le soufflet en deux parties. Ce cadre n'a pas seulement pour effet de soutenir le soufflet mais il a également un autre but c'est de recevoir pour certaines opérations la planchette d'avant portant l'objectif. En effet lorsque l'on se sert d'objectifs à très court foyer, les dimensions du soufflet ne lui permettent pas de se replier suffisamment : au contraire, si l'objectif est placé sur le cadre intermédiaire, le tirage minimum se trouve réduit de moitié. Au cas où ce tirage serait encore trop considérable pour l'objectif employé, il n'y aura qu'une ressource c'est de fixer sur une planchette qui remplacera la planchette d'avant, un cône en bois dit cône rentrant qui permettra de reporter l'objectif aussi en arrière qu'on le désirera. Mais le principal avantage de cette disposition est de permettre de faire avec la chambre d'atelier des agrandissements ou des réductions d'après un phototype transparent. Nous aurons du reste à étudier cet emploi particulier de la chambre d'atelier dans le chapitre consacré aux agrandissements et aux réductions (580).

13. On emploie généralement avec les chambres d'atelier des châssis robustes qui se substituent au cadre de la glace dépolie et qui sont disposés de telle façon que la face antérieure de la plaque sensible soit exactement dans le même plan que la face antérieure de la glace dépolie. A l'intérieur se trouve un logement pour recevoir la plaque, à l'arrière un volet mobile qui immobilise celle-ci au moyen de forts ressorts, à l'avant un volet coulissant qui permet de la démasquer lorsque le châssis est placé dans la chambre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le volet peut être constitué par une simple planchette à coulisses, mais la manœuvre n'en est pas facile pour des appareils de grande taille; aussi lui préfère-t-on en général le système dit à rideau. Ce volet, dans ce cas, est formé d'une étoffe souple et imperméable à la lumière sur laquelle sont collées des petites bandes de bois mince garnies de feuillures s'emboitant les unes dans les autres. Le rideau, très souple, passe à la partie supérieure du châssis sur une partie cylindrique et vient se loger derrière le volet de fermeture. Il se manœuvre très facilement et ne permet en aucune manière l'introduction de la lumière dans le châssis, ce qui arrive fréquemment avec les châssis à volet rigide (fig. 12).

Les châssis sont carrés de *telle* sorte que pour mettre la plaque

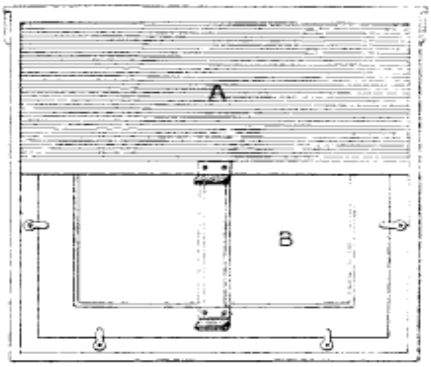


Fig. 12. — Châssis à rideau de la chambre d'atelier. — A. Rideau. — B. Volet de fermeture.

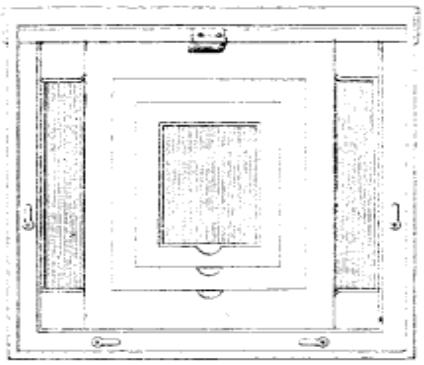


Fig. 13. — Intérieur du châssis d'atelier montrant les divers intermédiaires.

dans un sens ou dans l'autre, il suffit de la placer soit en hauteur soit en largeur. A cet effet, le cadre intérieur du châssis porte deux logements, l'un pour opérer en hauteur, l'autre pour opérer en travers.

14. Pour employer des plaques de format inférieur à celui de l'appareil, on se sert de petits cadres mobiles s'emboitant les uns dans les autres et correspondant aux diverses grandeurs. Ces cadres portent le nom d'intermédiaires (fig. 13). On enlève l'intermédiaire correspondant au format employé et on le remplace par la plaque. L'intermédiaire se met également dans les deux sens.

Ce système de châssis, grâce à sa construction robuste, donne d'excellents résultats pour le travail de l'atelier; nous verrons par la suite que le même système, réduit et allégé pour les appareils de voyage, est loin de présenter les mêmes avantages.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chambres à portrait.

13. Ce modèle d'appareil destiné à travailler à poste fixe dans l'atelier est basé sur les mêmes principes que la chambre à reproduction, mais avec quelques modifications et changements.

Le format est ordinairement moindre ; néanmoins, on cite certains photographes qui ont des appareils destinés à donner des portraits grandeur nature. Ceux-ci constituent, il est vrai, une exception car outre le prix très élevé du matériel nécessaire, l'obtention d'un portrait de cette taille présente de telles difficultés d'exécution que l'on préfère et, avec juste raison, faire une épreuve de dimensions plus réduites et procéder ensuite à un agrandissement.

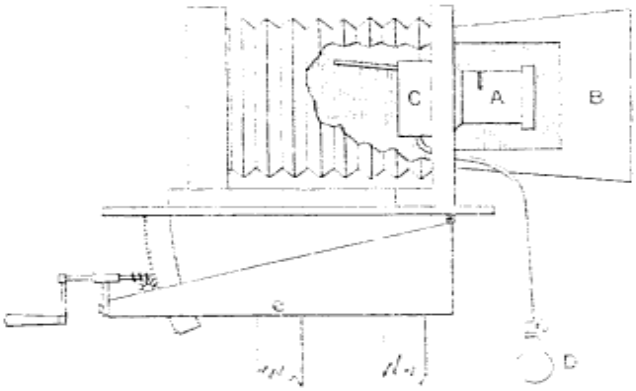


Fig. 14. — Schéma de la chambre à portrait. — A. Objectif. — B. Cône d'avant. — C. Obturateur placé à l'intérieur. — D. Poire de l'obturateur.

En général donc, le tirage du soufflet est moins important car on se sert, le plus souvent, d'objectifs de foyers relativement courts, cette réduction de foyer entraînant une réduction correspondante du temps de pose. D'autre part, en aucun cas, le tirage ne saurait dépasser 2 F, c'est-à-dire deux fois la distance focale principale de l'objectif employé, car nous aurons précisément, dans ce cas, une reproduction à taille égale et nous avons reconnu que cette hypothèse se rencontrait rarement.

Pour obtenir des images exemptes de tout voile, on prend des précautions spéciales pour éliminer le plus possible tous les rayons autres que ceux envoyés par le modèle. On place sur le corps antérieur une boite ouverte par devant qui environne complètement l'objecti fet élimine tous les rayons latéraux susceptibles d'enlever le brillant de l'image (fig. 14). On peut remplacer facilement ce dispositif en plaçant sur les angles supérieurs de la chambre deux petites baguettes avançant de la quantité voulue et que l'on recouvre d'un voile noir.

L'avant de la chambre ne porte pas de planchettes de décentration, le centrage s'effectuant par le déplacement du pied et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par les divers mouvements que l'on peut donner à celui-ci (19).

Le corps d'arrière est disposé, en principe, comme dans l'appareil de reproduction (8); mais le plus souvent il est muni d'un cadre supplémentaire qui a pour but de faciliter la substitution du châssis négatif au châssis du verre dépoli et d'éviter, par suite, toute perte de temps entre le moment où la mise au point a été effectuée et celui où, la plaque étant démasquée, on peut opérer.

16. Ce cadre se compose d'une longue planchette en bois placée sur le corps d'arrière et garnie de coulisses permettant d'y glisser et le cadre du verre dépoli et le châssis négatif (fig. 15).

Une ouverture est ménagée dans cette planchette en face de la chambre noire et l'on amène devant celle-ci le verre dépoli pour effectuer la mise au point. Le châssis négatif est engagé par avance dans la planchette et se trouve à côté du verre dépoli, et dès lors il suffira, la mise au point étant achevée, de pousser le châssis négatif qui chassera le cadre du verre dépoli et viendra prendre exactement sa place : le volet antérieur sera ouvert à ce moment. Ce même dispositif est employé fréquemment pour faire deux portraits sur une même plaque. On place alors dans l'ouverture de la planchette, un intermédiaire ayant une ouverture égale à la moitié de la plaque, puis on se sert d'un châssis portant deux encoches métalliques convenablement disposées et qui sont arrêtées automatiquement par un doigt d'arrêt à ressort, lorsque chaque moitié de la plaque se trouve bien à la place convenable. De cette manière on évite tout tâtonnement.

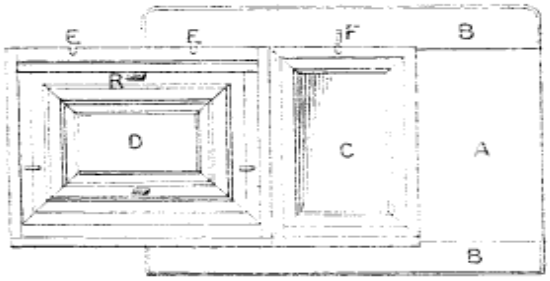


Fig. 15. — Arrière de la chambre à portrait. — A. Planchette du chariot. — BB. Coulisses. — C. Cadre de verre dépoli. — D. Châssis négatif. — EE. Logement du doigt d'arrêt. — F. Doigt d'arrêt. — R. Extrémité du rideau du châssis.

17. Ajoutons, en terminant, que l'on emploie pour le portrait un obturateur pneumatique, le Guerry ou tout autre analogue, qui permet d'agir au moment voulu sans secousses et avec plus ou moins de rapidité suivant les cas. Lorsque les organes agissant de l'obturateur sont visibles comme dans le Guerry, il vaut mieux le dissimuler dans l'intérieur de la chambre, de façon à ne pas attirer l'attention du modèle ce qui arriverait au moment où la pose commence. Dans ce cas, l'obturateur est fixé à l'intérieur du corps

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'avant et le tube pneumatique sort par une ouverture faite à cette intention (fig. 16).

18. Le déplacement du corps d'arrière se fait au moyen d'une double crémaillère actionnée par deux forts boutons moletés. Une vis de serrage permet d'immobiliser le tout, lorque la mise au point est définitive. Dans certains appareils le corps d'arrière est fixe, et le corps d'avant se déplace sous l'action de la crémaillère. La mise au point est plus facile avec ce système,

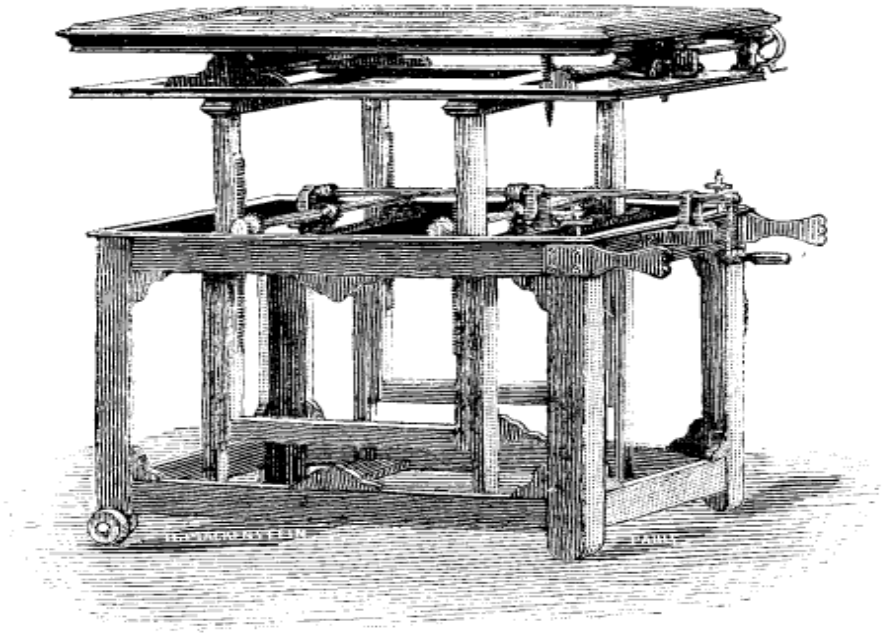


Fig. 16. — Pied-table pour chambre de reproduction.

parce que le verre dépoli reste immobile, ce qui n'arrive pas dans le cas précédent.

19. Pour les chambres de reproduction comme pour celles à portrait, on se sert de pieds très stables dits pieds d'atelier. Ces pieds très perfectionnés permettent au moyen d'engrenages convenables d'élever ou d'abaisser l'appareil, de l'incliner en avant ou en arrière et de lui donner même des déplacements latéraux. La figure 16 représente un modèle employé pour les chambres de reproduction qui sont les plus volumineuses et les plus lourdes. Il forme une véritable table que l'on peut monter ou descendre d'une seule pièce. La partie supérieure peut prendre diverses inclinaisons. La figure 17 montre le pied construit par M. Monti pour l'appareil à portrait. Il

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est plus maniable et permet les mêmes mouvements. Deux tiges de

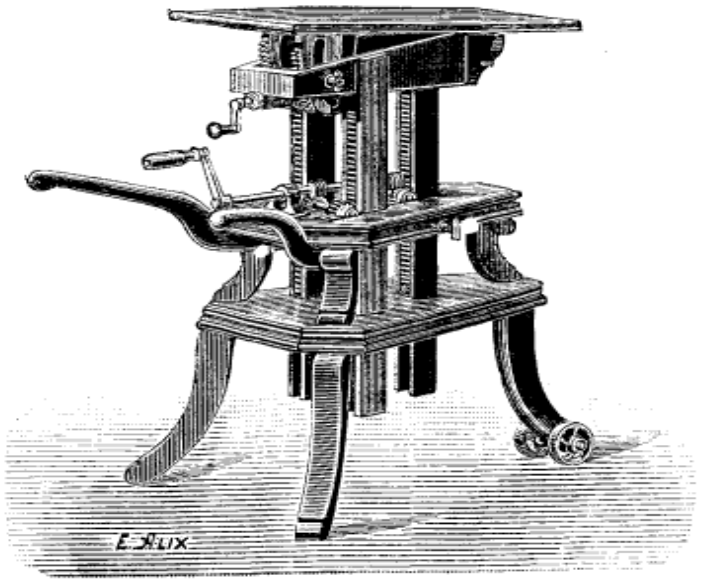


Fig. 17. — Pied d'atelier pour chambre à portrait.

bois forment de véritables brancards permettant de le soulever et de le faire avancer ou reculer avec facilité.

II

CHAMBRES PORTATIVES

Chambres portatives avec pied.

20. Les chambres portatives sont composées des mêmes parties essentielles que les chambres d'atelier, mais elles en diffèrent très notablement à divers points de vue. Ceci tient à ce que pour le transport, les questions de légèreté et de volume prennent une importance capitale. Ainsi toutes les chambres portatives, à quelques exceptions près, sont faites de façon à se replier et à présenter dans cet état le volume le plus restreint possible et le poids le plus faible. Le tirage du soufflet est de beaucoup diminué, afin de réduire l'épaisseur de l'appareil une fois replié.

Nous devons cependant faire remarquer que la plupart des constructeurs réduisent le tirage du soufflet un peu plus que de raison. En effet un soufflet trop court peut être pour l'amateur un obstacle insurmontable, s'il veut employer des objectifs à très long

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

foyer ou faire une reproduction à taille égale, ce qui est très important dans certains cas particuliers. Nous posons en principe que, pour chaque format d'appareil, le tirage devrait être égal à au moins 2 F, c'est-à-dire à deux fois la distance focale principale moyenne des objectifs employés ordinairement pour couvrir la plaque correspondante. L'amateur devra donc exiger du fabricant un tirage suffisant pour l'objectif qu'il compte employer ou bien, s'il possède déjà un appareil, choisir un objectif de distance focale convenable.

Voici à cet effet, un tableau qu'il pourra consulter avec fruit.

FORMAT DE LA PLAQUE.	DISTANCE FOCALE PRINCIPALE MOYENNE DE L'OBJECTIF.	TIRAGE MAXIMUM DU SOUFFLET.
8×9	9	20
9×12	12	30
12×18 et 13×18	19	50
18×24	24	59
21×27	30	65
24×30	45	95
30×40	55	1,20
50×60	70	1,50

La forme du soufflet est variable suivant les types de chambres ; il est carré dans certaines, rectangulaire ou conique dans d'autres. De cette forme dépendront des modifications importantes dans la construction de l'appareil et dans la manière d'opérer pour mettre la plaque sensible en hauteur ou en travers : nous devons donc examiner spécialement et séparément d'une part, les chambres à soufflet carré et de l'autre, les chambres à soufflet rectangulaire ou conique qui constituent les chambres à soufflet tournant.

21. Chambre noire à soufflet carré. — Ce modèle se rapproche *à priori* de la chambre d'atelier dont le soufflet est également carré et fixe. Dans les appareils de voyage il amènera donc une certaine augmentation de volume et de poids, mais il a l'avantage de ne jamais gêner la marche des rayons lumineux. — Au lieu du châssis carré employé dans les appareils d'atelier, on se sert de châssis rectangulaires du format exact de la plaque et que l'on peut mettre dans les deux sens au moyen du dispositif suivant :

Le logement du cadre du verre dépoli et du châssis ne fait pas partie du corps d'arrière, mais il est monté sur une planchette rectangulaire mobile qui prend place dans le corps d'arrière. A cause de sa forme carrée, cette planchette peut se placer dans un sens ou dans l'autre, et par suite, le verre dépoli se présentera, tantôt

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en hauteur, tantôt en largeur. Ce dispositif est surtout employé dans les modèles de chambre anglais ou américains. Dans certains appareils très perfectionnés tels que la chambre de M. Nadar (fig. 18), la planchette rectangulaire est montée comme un cône tournant (22) et par suite peut être mise dans le sens voulu sans la séparer du cadre d'arrière.

22. Chambre à soufflet tournant. — Ce système établi par Relandin sur les indications de M. Davanne a pour but de placer le corps d'arrière soit en hauteur soit en largeur suivant les nécessités de la pratique. — Dans cette opération le soufflet qui est fixé

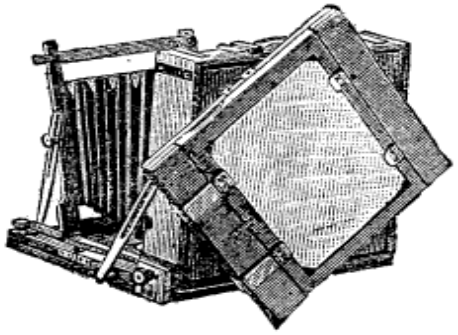


Fig. 18. — Chambre carrée dite chambre anglaise à cadre de verre dépoli rotatif. (Modèle Nadar.)

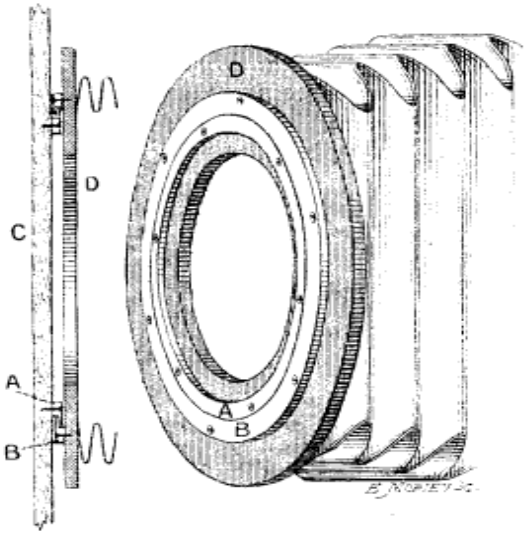


Fig. 19. — Détail du cône tournant. — A. Rondelle intérieure. — B. Rondelle extérieure. — D. Base du soufflet. — C. Corps d'avant de la chambre.

au corps d'arrière doit suivre le mouvement, et c'est par l'application d'une pièce spéciale, *le cône tournant*, que l'avant du soufflet devient mobile par rapport au corps d'avant. Le cône tournant est constitué par une large rondelle à gorge placée à l'intérieur du corps d'avant; dans cette gorge est placée une bague mobile sur les bords de laquelle est fixé l'avant du soufflet (fig. 19).

Suivant les dimensions de ce cône, la chambre sera dite à soufflet conique ou à soufflet rectangulaire. Dans le premier cas la rondelle du cône est d'un diamètre un peu supérieur à celui de l'objectif, et le soufflet sera conique; dans le second elle est aussi grande que le permet la dimension de la planchette mobile du corps d'avant, et le soufflet sera rectangulaire.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le soufflet conique avec cône tournant d'ouverture réduite produit une légère diminution de poids mais il présente, d'autre part, des inconvénients sérieux ; il ne permet pas d'employer d'objectifs d'un diamètre supérieur à celui du cône et encore moins de monter deux objectifs à l'écartement voulu pour la stéréoscopie ; de plus les plis du soufflet peuvent dans certains cas gêner la marche des rayons lumineux, surtout lorsque l'on se sert d'objectifs grands angulaires (110° ou que l'on a décentré fortement la planchette d'avant.

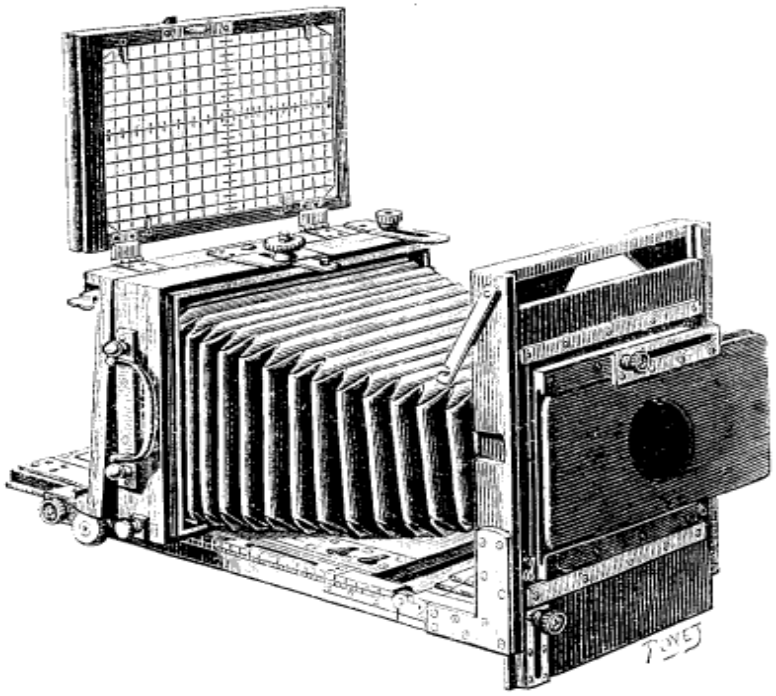


Fig. 20. — Chambre à soufflet tournant. Modèle en hauteur. Double décentrement. Double bascule à l'arrière. Verre dépoli gradué. (Modèle de M. Mackenstein.)

Nous préférons indiscutablement les soufflets rectangulaires avec cône tournant aussi grand que possible. En terminant nous insisterons sur ce point que le cône tournant doit être ajusté avec grand soin et que l'assemblage de l'extrémité antérieure du soufflet sur la bague mobile doit être aussi parfait que possible ; sinon, on pourrait avoir des voiles accidentels dus à des infiltrations de lumière.

Quel que soit le système adopté, chambre carrée ou à soufflet tournant, le cadre du verre dépoli est en général réuni à la chambre noire au moyen de charnières. — Cette disposition est précieuse en ce qu'on ne risque pas de le laisser tomber ou de l'oublier.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

23. Corps d'avant de la chambre. — L'avant de la chambre doit être disposé pour donner le double décentrement. En effet une fois le pied solidement établi et mis d'aplomb, il faut pouvoir centrer l'image avec facilité.

Néanmoins dans certains cas spéciaux, en terrain incliné par exemple, on peut déployer au préalable plus ou moins le pied mais le centrage définitif s'effectuera toujours au moyen du déplacement des planchettes mobiles du corps d'avant. A cet effet, le corps d'avant porte une première planchette mobile dans des rainures verticales; c'est à cette planchette qu'est fixé le cône tournant ou le soufflet et c'est elle qui permet les déplacements dans le sens vertical soit en montant, soit en descendant (fig. 20). Sur cette planchette sont montées deux rainures horizontales qui reçoivent une deuxième planchette qui servira pour les déplacements horizontaux. C'est sur celle-ci qu'est monté l'objectif, directement si l'on n'en possède qu'un ou, dans le cas contraire, au moyen des planchettes d'objectifs (5) ou d'un adaptateur (7); ces deux planchettes sont munies de glissières métalliques et de boutons d'arrêt qui permettent de les fixer solidement lorsqu'elles sont dans la position voulue (Voir fig. 4).

Certains appareils perfectionnés comportent des systèmes de bascules analogues à celles des appareils d'atelier (11). Elles sont d'un emploi assez rare et, comme elles augmentent le volume et le poids d'une manière assez sensible, nous n'en saurions recommander l'usage si ce n'est à des personnes très exercées et pour certains travaux spéciaux. La vraie position de la bascule est à l'arrière de la chambre et nous n'approuvons pas les dispositifs qui consistent à faire basculer l'avant de la chambre ou l'objectif.

Fig. 21. — Double bascule de M. Mackenstein.

Dans un autre ordre d'idées, nous signalerons la bascule mobile de M. Mackenstein qui peut s'adapter à un appareil quelconque et qui permet de n'emporter cet accessoire qu'en cas de besoin. Elle s'interpose entre le corps d'arrière et le chariot de la chambre et au moyen de deux crémaillères convenablement disposées elle permet toutes les inclinaisons voulues (fig. 21).

24. Base de la chambre. — Nous arrivons maintenant à la description de cette partie essentielle de la chambre noire, qui dans les appareils de voyage est considérablement modifiée pour ne pas augmenter le volume et en permettre le repliement facile.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans les appareils d'atelier la base de la chambre est constituée par un bâti rigide sur lequel sont montées des glissières de longueur suffisante dans lesquelles coulissent les divers corps (Voir fig. 2 et 11).

Un tel système ne saurait être employé dans les appareils portatifs à cause de son volume et de son poids. Il est remplacé par le suivant ; un cadre en bois A, fixé au corps d'avant à angle droit porte

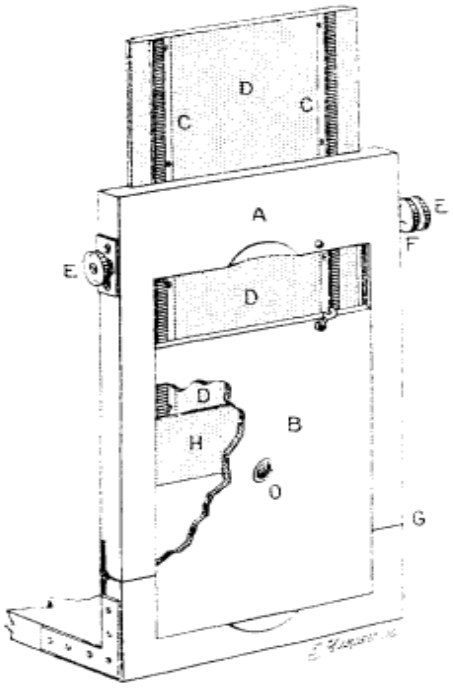


Fig. 22. — Détail de la base d'une chambre noire portative avec pied. — A. Base de la chambre. — B. Planchette mobile. — CC. Crémaillères. — D. Chariot. — EE. Boutons de mise au point. — F. Bouton de serrage. — H. Brisure du chariot. — G. Brisure de la base. — O. Logement de vis du pied.

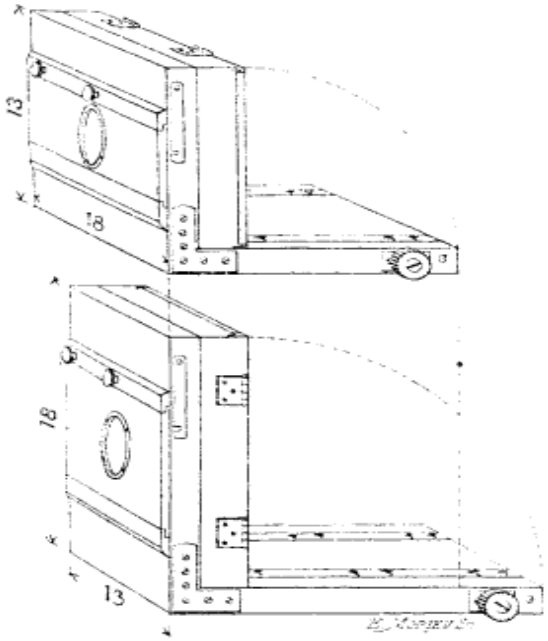


Fig. 23. — Comparaison de deux chambres noires, de même format, construites l'une en hauteur, l'autre en travers. (Le volume est le même mais la chambre en hauteur a un tirage notablement plus important.)

deux rainures latérales dans lesquelles glisse une planchette mobile D sur laquelle on monte le corps d'arrière (fig. 22). Ce cadre s'appelle *base* ou *queue de la chambre* et la planchette, le *chariot mobile*. A la partie inférieure du chariot se trouvent placées deux crémaillères parallèles qui engrènent avec deux pignons dentés, montés sur un arbre fixé à l'extrémité de la base et commandé extérieurement par deux boutons moletés EE. Ce dispositif permet, par suite, d'approcher ou d'éloigner le corps d'arrière de celui d'avant et par con-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

séquent d'effectuer la mise au point. Inversement on peut supposer le corps d'arrière fixe et faire avancer ou reculer le corps d'avant ; certains appareils sont construits de cette façon.

Grâce au chariot mobile, la longueur du tirage de l'appareil peut être à peu près le double de la longueur de la base. Cette remarque a son importance suivant le mode de construction de l'appareil qui peut, à volume égal, avoir un tirage plus ou moins considérable. Ainsi une chambre peut être construite de façon qu'aussitôt ouverte elle présente le verre dépoli, soit en travers, soit en hauteur (fig. 23). — Les dimensions de la partie pliante de la base étant dans la pratique réglées de façon à avoir les mêmes dimensions que le corps d'arrière, afin de ne pas faire saillie, il sera facile de se rendre compte de la différence de tirage dans chaque modèle d'appareil. C'est ainsi qu'une chambre construite en hauteur peut donner douze centimètres de plus de tirage que la même chambre construite en travers, et ceci, bien que le volume soit exactement le même. C'est là une considération qu'il ne faudra pas négliger dans le choix d'un appareil.

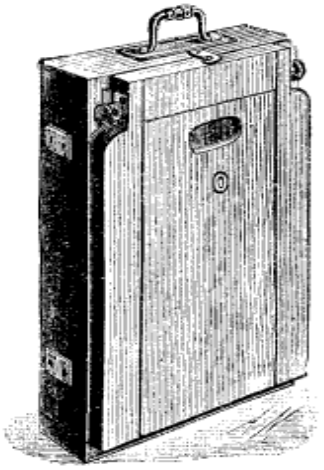


Fig. 24. — Chambre noire portative avec pied fermée. (Le même modèle est représenté ouvert fig. 26.)

La chambre dite en travers qui a nécessairement le tirage le plus réduit ne sera employée avec avantage que dans la photographie stéréoscopique, le sens des vues étant toujours le même et le foyer des objectifs employés d'habitude assez court.

Pour obtenir le repliement de l'appareil, les corps d'arrière et d'avant sont rapprochés de façon à se réunir complètement, le soufflet replié étant enfermé dans leur intérieur. La base de la chambre comporte, à cet effet, une brisure à charnières qui permet de la rabattre contre le corps d'arrière ; comme d'autre part, le chariot mobile est rentré dans la base, le tout forme un bloc compact commode pour le transport (fig. 24). Souvent la longueur du chariot est égale à la partie brisée de la base mais il est préférable de lui donner la même longueur totale que celle-ci dans son entier : dans ce cas, le chariot devra avoir une brisure à charnières qui lui permettra de se replier en même temps que la base (Voir fig. 22). Ce deuxième procédé est préférable parce qu'il permet d'augmenter le tirage de l'appareil et nous avons vu précédemment que le défaut

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fréquent des appareils du commerce était de ne pas présenter un développement suffisant : nous ne devrons donc rien négliger de tout ce qui nous donne un tirage plus considérable de la chambre noire.

25. Lorsque la chambre noire est déployée, il est essentiel d'en rendre la base absolument rigide. A cet effet, celle-ci est munie à l'intérieur, sur toute sa longueur, de deux coulisses dans lesquelles glisse une planchette mobile B (fig. 22). Cette planchette est poussée en avant de façon à traverser la partie brisée et à s'engager dans la partie antérieure de la base. Les deux parties deviennent alors absolument solidaires. Pour replier la chambre, on n'a qu'à repousser en arrière la planchette mobile.

On peut encore se servir dans le même but d'arcs-boutants en métal, qui partant de la partie postérieure de la base vont prendre

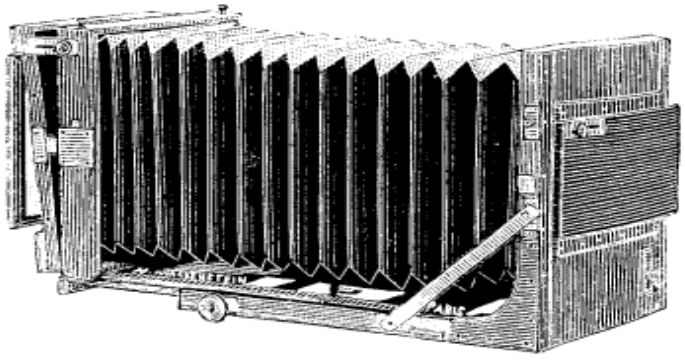


Fig. 25. — Chambre noire portative avec pied, modèle anglais. — Double bascule. (La rigidité de la base est obtenue au moyen d'arcs-boutants latéraux. (Modèle de M. Mackenstein.)

appui sur les côtés du corps d'avant (fig. 25). On emploi aussi des verrous métalliques placés dans le corps même du cadre de la base et qui s'engagent à volonté dans un logement *ad hoc* situé d'autre part de la brisure.

26. Le montage du cadre d'arrière sur le chariot mobile se fait au moyen de différents systèmes. L'un des plus répandus et des plus pratiques est le système dit *à baïonnette*. Sur le chariot sont encastrées deux bandes métalliques parallèles percées de place en place de logements de forme particulière. Ceux-ci sont destinés à recevoir des parties métalliques, fixées au corps d'arrière, qui y entrent à force par un déplacement latéral et assurent la fixité de l'ensemble (fig. 26 ; voir également fig. 20). La répétition de ces parties métalliques sur deux des faces voisines du cadre d'arrière permet de le mettre soit dans un sens soit dans l'autre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La multiplicité des logements qui sont en général au nombre de trois, a pour but de placer le corps d'arrière à des distances différentes correspondant à peu près au foyer de l'objectif employé. Il n'y a plus ensuite, pour achever la mise au point, qu'à effectuer un léger déplacement du chariot en avant ou arrière.

Une fois celle-ci faite, on doit pouvoir immobiliser la crémaillère au moyen d'un bouton de serrage, afin que la substitution

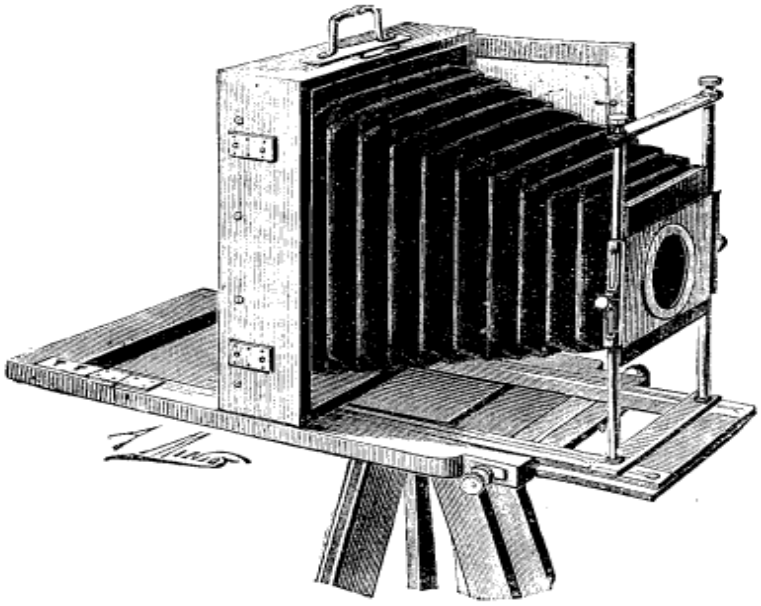


Fig. 26. — Chambre noire portative avec pied. Modèle en hauteur, soufflet tournant. — Décentrement de l'objectif sur piliers. Mise au point par le corps d'avant. — Le corps d'arrière peut se déplacer pour l'emploi des objectifs grands angulaires. — Montage à baïonnette.

du châssis négatif au cadre du verre dépoli et son ouverture puissent se faire sans rien déranger.

27. Châssis négatif. — Le châssis négatif a pour but de recevoir la surface sensible, de permettre de la garder à l'abri de la lumière, de l'introduire dans la chambre noire et enfin de la démasquer, au moment voulu, pour recevoir l'image donnée par l'objectif. Dans un appareil portatif, le châssis négatif devra préserver la plaque sensible pendant le transport et pendant l'exposition de tout voile accidentel et présenter un volume et un poids aussi restreints que possible, car dans le travail au dehors, il faut en multiplier le nombre si l'on désire obtenir un certain nombre de clichés. Nous devons avouer tout d'abord que la première condition est très difficile à réaliser et s'il existe plusieurs modèles que l'on peut considérer

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

comme bons, en ayant soin de les employer avec quelques précautions, le châssis parfait n'est pas encore inventé, à notre avis.

Le premier système que nous allons étudier est le châssis à rideau dérivé de celui qui a été décrit dans l'appareil d'atelier (13); on l'emploie simple ou double, de façon à contenir une ou deux plaques suivant le type adopté (fig. 27). Ce châssis est un peu volumineux, car pour obtenir un bon glissement du rideau il faut que celui-ci tourne autour d'une partie cylindrique qui ne doit pas être de trop petit diamètre; d'autre part, outre l'épaisseur des plaques, de la cloison qui les sépare, des deux volets, il faut encore de chaque côté une coulisse pour recevoir le volet au moment de la pose: l'épaisseur sera donc plus forte que dans tout autre système.

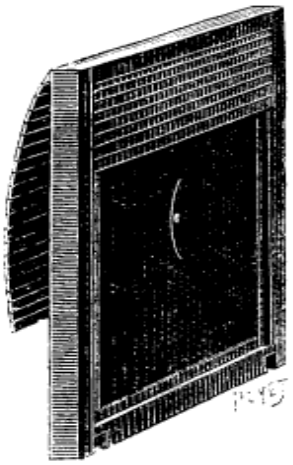


Fig. 27. — Châssis double à rideau pour appareil portatif.

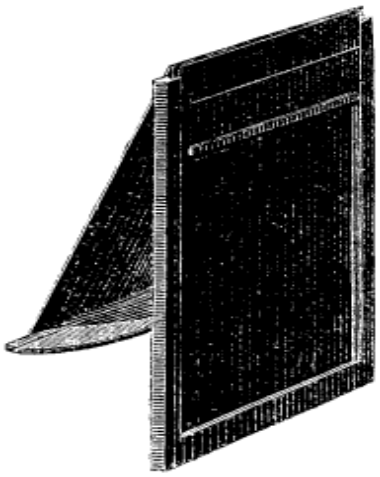


Fig. 28. — Châssis simple à volet.

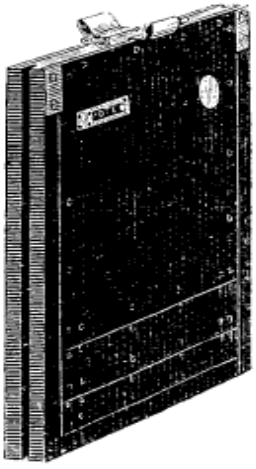


Fig. 29. — Châssis double à volet.

D'un autre côté, le volet qui est constitué par des petites lamelles de bois collées sur de l'étoffe, peut se détériorer facilement sous l'influence de l'humidité ou de la chaleur. Cette critique, qui n'a pas de valeur lorsqu'il s'agit des châssis d'atelier qui restent à demeure dans un endroit clos, est plus fondée lorsqu'il s'agit d'un appareil portatif qui est exposé à toutes les intempéries. Par suite, si nous admettons encore l'usage des châssis à rideau pour les excursions de courte durée, nous hésiterions beaucoup à les recommander pour un voyage plus sérieux. Ces accidents seront d'autant plus à redouter que le format des châssis sera plus grand. Nous croyons donc que si, avec les réserves que nous venons de faire, ils peuvent rendre de bons services dans les petits formats il faudra les proscrire d'une façon absolue pour les grands.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

28. Un autre modèle très employé est le châssis à volet plat qui se fait également simple ou double (fig. 28 et 29). Le cadre du châssis porte des rainures dans lesquelles glisse un volet soit en bois, soit en toile imperméabilisée, soit même quelquefois en métal. Ce type de châssis est plus mince que le châssis à rideau et moins sujet à jouer suivant les conditions climatériques. Les volets en bois sont cependant les plus sensibles et nous leur préférons de beaucoup les volets en carton recouvert de toile imperméabilisée, aucun jeu ne pouvant se produire dans les conditions ordinaires d'emploi. Les volets en métal sont également à l'abri de cette critique mais ils peuvent se fausser et, dans ce cas, leur redressement sera plus ou moins problématique.

29. Nous croyons d'ailleurs que l'appréciation de la valeur des châssis, ne peut se faire qu'après un certain usage. En sortant des mains du fabricant nous les supposons parfaits ; mais au bout de peu de temps, sous l'influence de l'humidité ou de la chaleur, ils travaillent et ils refusent de fonctionner ou leur étanchéité à la lumière devient illusoire. Nous avons surtout constaté cet accident dans les châssis à volet de bois ou à rideau. Dans ceux-ci en particulier, la rétraction du bois peut être telle qu'ils ne ferment plus du tout. C'est pour cette raison que nous préférons les châssis en toile imperméabilisée. Il ne faudra pas oublier cette observation et se souvenir qu'il est imprudent de s'embarquer pour un voyage lointain avec un appareil neuf, qui n'a pas fait son jeu et occasionnera, par la suite, de nombreux déboires.

On voit bien par ce que nous venons de dire que nous ne nous avancions pas trop en affirmant que le châssis idéal était encore à trouver. Et il faut ajouter encore que, dans presque tous les châssis, la lumière peut s'introduire entre le volet et le cadre au moment de l'opération. Aussi dans les châssis bien faits, on a soin de faire coulisser le volet contre une baguette à ressorts garnie de velours. Cette disposition est un progrès incontestablement, mais nous croyons cependant qu'il faut prendre les plus grandes précautions pour le transport des châssis et leur ouverture. On devrait toujours les placer dans des enveloppes d'étoffe opaque et ne les sortir que sous le voile noir placé sur l'appareil ; à plus forte raison, on ne doit ouvrir le volet que sous ce même voile et le laisser sur l'appareil pendant toute la durée des opérations, pose, fermeture du châssis et rentrée dans l'enveloppe.

Avec les châssis à rideau dont le mode d'ouverture est différent, l'introduction de la lumière n'est pas possible dans les mêmes con-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ditions, mais elle peut pénétrer cependant entre le châssis lui-même et son logement dans le corps d'arrière : aussi nous croyons bon de prendre les mêmes précautions.

C'est depuis l'adoption du procédé au gélatino-bromure d'argent dont on connaît l'exquise sensibilité, que l'on a reconnu l'insuffisance d'un matériel qui était parfaitement acceptable avec les procédés antérieurs beaucoup plus lents. Nous devons reconnaître que malgré cette constatation, aucun progrès capital n'a été fait de ce côté, c'est ce qui explique les minutieuses recommandations que nous faisons pour tirer bon parti du matériel actuellement employé et qui n'a pas, croyons-nous, toute la perfection désirable.

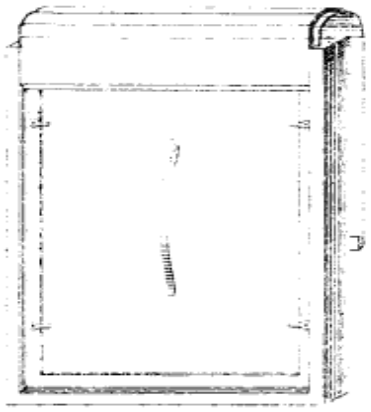


Fig. 30. — Intérieur de châssis à volet montrant le ressort de pression et les taquets servant à fixer la plaque.

30. Il y a beaucoup à dire également sur la façon de fixer la plaque sensible dans le châssis négatif. Le plus souvent celle-ci est entrée dans son logement et maintenue au moyen de petits taquets pivotants en métal (fig. 30). Un ou deux ressorts plats fixés dans le fond du logement ont pour but d'appliquer la plaque contre ces taquets. Ce système, de l'avis des personnes compétentes, est absolument défectueux car peu à peu les taquets prennent du jeu, ils se déplacent pendant le transport, en voiture ou en chemin de fer et, lorsque l'on ouvre le châssis, la plaque s'échappe et tombe dans l'appareil. Ce système par trop primitif doit être absolument condamné.

Un autre déjà préférable consiste à ménager dans l'intérieur du châssis un logement à ressorts analogue à celui que nous avons décrit pour le montage des planchettes d'objectifs (5). La plaque est entrée à force et les ressorts la repoussent dans la feuillure opposée. Il y a cependant à craindre dans ce système un choc violent qui peut faire échapper la plaque : cependant les chances d'accidents sont de beaucoup réduites. On peut d'ailleurs ajouter comme sûreté deux taquets.

Un troisième système, qui nous paraît le meilleur de tous et qui est encore peu répandu, permet d'introduire les plaques par le côté inférieur du châssis qui s'ouvre à cet effet au moyen d'une coulisse spéciale. La figure 31 représente ce châssis, qui est dû à M. Bourdier. Il est représenté fonctionnant avec des pellicules. Il permet

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en effet facilement l'emploi des préparations sensibles soit sur verre soit sur support souple. Dans ce dernier cas on augmente l'épaisseur de la séparation intercalée. Les plaques mises dos à dos, mais séparées par un fort carton muni de ressorts de pression, sont entrées ensemble et viennent se loger contre un cadre intérieur plus petit que la plaque d'un à deux millimètres environ. De cette manière celle-ci ne peut en aucune façon s'échapper, ce qui est un avantage indiscutable.

Un autre modèle de châssis assez employé en Angleterre et que l'on pourrait appeler le châssis livre a une disposition de cadre intérieur analogue. Le châssis s'ouvre en deux parties réunies par des charnières; de chaque côté se trouve un cadre destiné à recevoir les

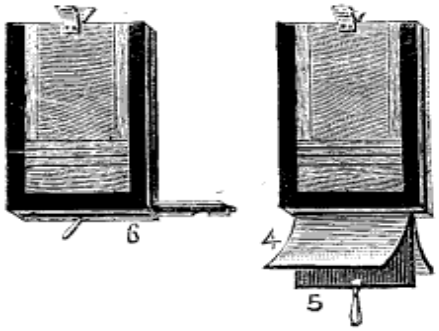


Fig. 31. — Châssis double à ouverture inférieure. (Modèle de M. Bourdier.)

Fig. 32. — Châssis négatif s'ouvrant par le milieu, dit châssis anglais.

plaques; un carton ou mieux une plaque métallique mince à ressorts s'intercale entre les deux plaques et les maintient exactement à la place voulue. Ce modèle de châssis est excellent au point de vue de la stabilité des plaques dans leur logement mais il nécessite une fabrication parfaite pour que le jour ne puisse s'introduire par la feuillure (fig. 32).

31. Le volet doit pouvoir être immobilisé de façon à ne pas s'ouvrir accidentellement. La plupart des constructeurs emploient à cet effet un petit taquet en cuivre placé sur la partie supérieure du châssis. Ce système est loin d'être à recommander car ce taquet prend rapidement du jeu et la fermeture du volet devient problématique. Nous préférons de beaucoup les ressorts spéciaux ou crochets particuliers imaginés par d'autres constructeurs et qui seuls permettent d'éviter l'accident que nous venons de signaler.

En général les volets sont brisés dans leur partie inférieure pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pouvoir se rabattre et ne pas dépasser l'appareil pendant la pose (Voir fig. 28 et 30). Des brisures mal faites peuvent occasionner sur la plaque des voiles qui auront l'aspect de lignes noires occupant toute la largeur de la surface sensible (Voir fig. 85). Ce défaut sera facilement reconnu lors du développement. Il se produit principalement avec les volets composés de bois ou de carton collés sur toile ; celle-ci, à la longue, se coupe ou s'use et l'infiltration de la lumière devient possible. Dans les châssis bien faits, l'endroit de la brisure est constitué par des feuillures se recouvrant l'une l'autre. Aucun voile ne sera donc possible pendant le transport.

Un côté faible dans bien des châssis est le dispositif qui permet de saisir le volet pour l'ouvrir. Le plus souvent c'est une simple patte de cuir maintenue par des vis minuscules. Au bout de peu de temps un arrachement se produit et le châssis est hors d'usage.

En résumé il nous paraît difficile de recommander un châssis plutôt qu'un autre, c'est à l'opérateur de bien se rendre compte des inconvénients que nous venons de signaler et de choisir le modèle qui présentera le moins de défauts.

32. Les châssis seront numérotés afin d'éviter toute confusion lors de la pose et du développement.

Ils doivent en outre porter sur chaque volet une plaque indicatrice en ivoire, en peau ou en papier parcheminé qui permettra d'inscrire les diverses notes concernant le sujet et les conditions de l'exposition.

Certains châssis portent une petite pièce métallique permettant d'indiquer que la plaque a été exposée. Les avantages de ce dispositif sont assez discutables car il faut avoir soin après chaque pose de faire fonctionner l'index qui indique que la plaque est posée et de le retirer lorsqu'on charge le châssis à nouveau ; si non on s'exposera continuellement à commettre des erreurs.

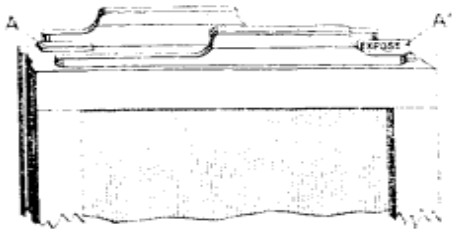


Fig. 33. — Indicateur automatique de pose. Modèle de M. Thornton Pickard. — A. Avant l'exposition. — A'. Après l'exposition.

33. Un système bien préférable est celui qui consiste à munir le châssis d'un dispositif automatique qui l'empêche de rentrer dans la chambre lorsque le volet a été ouvert lors de l'exposition. M. Horn a présenté un système de ce genre qui peut rendre d'excellents services.

Le procédé employé par Thornton Pickard remplit le même but. Une petite pièce métallique à charnières est placée à côté du volet

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui ne peut s'ouvrir sans la déployer. Le mot « Exposé » devient alors visible et met en garde l'opérateur contre toute distraction (fig. 33).

A défaut de ces systèmes on peut employer un procédé très simple indiqué, il y a bien des années, par M. Davanne. On colle sur chaque châssis une petite étiquette qui se trouve rompue lors de l'ouverture du volet. De cette manière aucune erreur n'est possible.

Pour le transport, comme nous l'avons déjà dit, nous recommandons de tenir chaque châssis dans une enveloppe en étoffe noire. Cette mesure de précaution est d'une utilité indiscutable. Chaque enveloppe doit porter un numéro afin de retrouver facilement tel ou tel châssis.

Il existe d'autres types de châssis destinés à l'emploi des préparations pelliculaires ou permettant de substituer les unes aux autres un certain nombre de plaques. Ils sont employés principalement avec les appareils à main. La description en sera faite plus loin (71).

34. Pied. — Le pied est une partie importante du matériel portatif, car s'il n'est pas convenablement établi, il peut empêcher d'obtenir de bons clichés, même avec un appareil excellent sous tous les rapports. Comme il est destiné à supporter l'appareil, à lui servir de base en un mot, il doit posséder la solidité désirable pour éviter toute vibration ou tout mouvement pendant l'exposition.

Bien des opérateurs, ne cherchant qu'à diminuer leur bagage, emploient des pieds trop légers et trop peu résistants. C'est là une erreur complète. Le pied doit être aussi rigide que possible et, plus il sera lourd, meilleur il sera.

Il se compose en principe de trois branches articulées sur une petite plate-forme qui offrira à la chambre noire une assiette suffisante.

35. Une longue vis traverse la plate-forme et s'engage dans un écrou métallique fixé dans la base de la chambre. On obtient ainsi un excellent serrage. Pour permettre la fixation des chambres noires sur un même pied, les Congrès Photographiques ont décidé d'adopter des dimensions déterminées pour les vis employées à cet usage.

Ces dimensions sont celles de la série adoptée par la Société de Photographie de la Grande-Bretagne. La vis choisie est celle qui correspond au n° 1 de cette série, c'est-à-dire la vis dite des $\frac{3}{8}$ de pouce du système Whitworth. En mesures métriques, cette vis a $9^{mm},5$ de diamètre extérieur, $1^{mm},6$ de pas et le filet a pour section

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un triangle isocèle de 55° d'ouverture, arrondi au sommet suivant un rayon de $\frac{1}{6}$ de sa hauteur. L'écrou de la chambre est fait d'après les mêmes règles de façon à laisser un jeu suffisant.

La plate-forme, garnie de drap généralement de façon à ne pas rayer la chambre, doit être de dimensions suffisantes : plus elle est grande plus le pied offre de stabilité. Les trois branches peuvent se replier pour le transport, de façon à présenter le volume le plus réduit. Les pieds ont en général 2 ou 3 brisures. Ces derniers nous paraissent préférables, car ils donneront d'une part le plus grand développement et de l'autre, la longueur la plus faible une fois repliés (fig. 34). Il est utile que la liaison de la plate-forme aux branches du pied ne présente aucun jeu latéral. C'est une condition essentielle pour éviter les vibrations qui peuvent se produire sous l'influence du vent. Il est indispensable également que les articulations de chaque branche du pied soient serrées avec énergie pour donner à chacune d'elles une rigidité absolue. Dans la plupart des pieds, la liaison des branches avec la plate-forme et des diverses articulations de chacune d'elles, est faite au moyen de vis traversant les parties à réunir et surmontées d'écrous à oreilles. Il est prudent d'aplatir l'extrémité de ces vis, afin d'éviter que pendant le transport les écrous ne puissent se dévisser ce qui mettrait le pied hors d'usage.

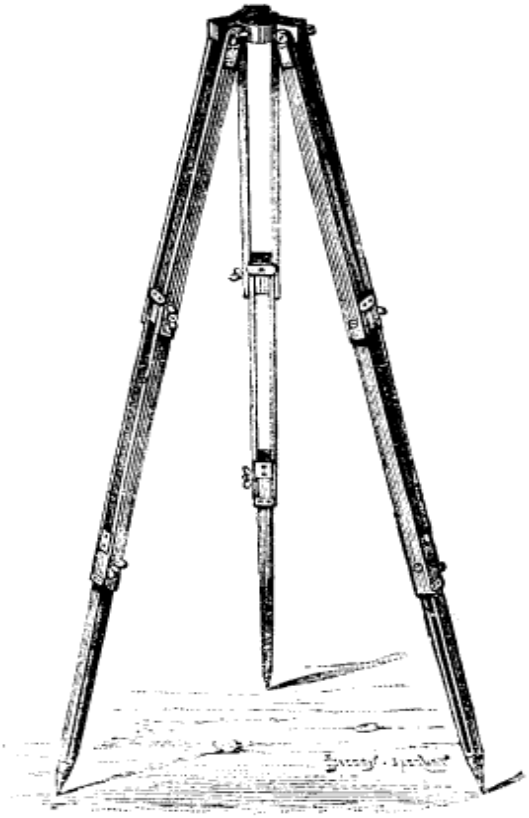


Fig. 34. — Pied de campagne à trois branches.

Le modèle de pied dit pied anglais (fig. 35) se compose d'un large triangle métallique qui donne une assiette plus large à l'appareil. Les branches se reploient dans la partie supérieure et sont rentrantes dans la partie inférieure. Le tout replié forme un bloc compact. Mais les diverses parties du pied se trouvent séparées les unes des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

autres ce qui est un inconvénient à notre avis, la perte ou l'oubli d'une d'elles devenant par ce fait plus facile.

On fait encore des pieds canne (fig. 36) qui sont beaucoup moins volumineux que les précédents mais qui ne sauraient convenir que pour de petits appareils. Ils manquent en général de stabilité, la plate-forme servant de base à la chambre étant de dimensions beaucoup trop restreintes.

36. L'extrémité de chaque branche est garnie d'une pointe métal-

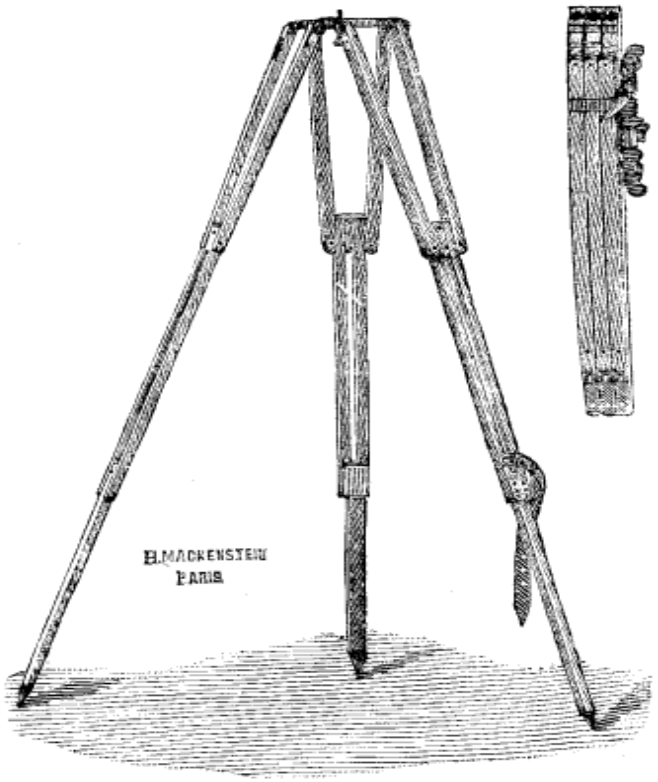


Fig. 35. — Pied de campagne dit pied anglais.

Fig. 36. — Pied de campagne dit pied canne.

lique qui facilite l'adhérence sur le terrain. Ce dispositif excellent pour le travail au dehors, devient une gêne lorsqu'il s'agit d'opérer dans une salle dont le plancher est bien lisse, comme un parquet ou un sol de pierre ou de marbre ; dans ce cas tout particulier, il suffira de garnir chaque pointe d'une rondelle de bouchon pour obtenir une adhérence convenable. Un autre procédé employé fréquemment par les opérateurs qui travaillent dans les musées, consiste à se servir de trois réglettes en bois faisant entre elles un angle égal, et qui portent des encoches destinées à recevoir les pointes des trois

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

branches du pied (fig. 37). Par suite de charnières placées aux extrémités voisines, ce petit dispositif se replie facilement pour le transport (fig. 38).

37. Grâce à l'écartement facultatif des branches, à leur développement plus ou moins grand, on peut avec ces modèles de pieds, placer l'appareil plus ou moins haut et l'incliner avec facilité.

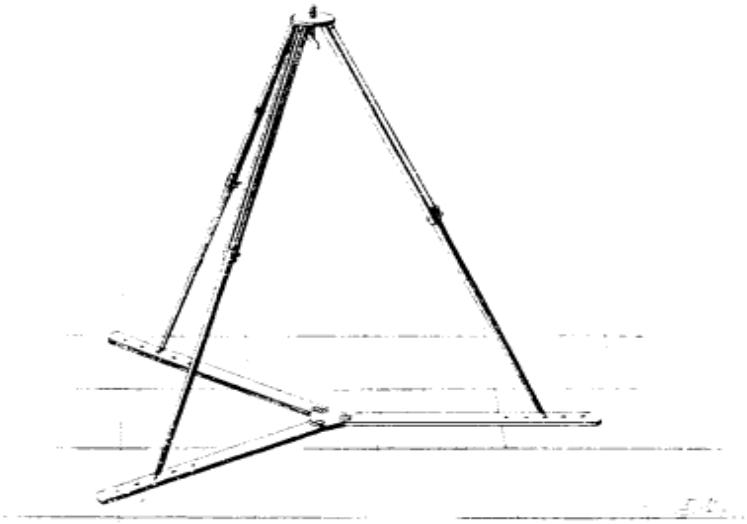


Fig. 37. — Dispositif pour maintenir le pied sur un plancher uni.

Néanmoins pour les travaux demandant une certaine précision, la mise en station de l'appareil, au moyen des variations données à l'écartement des branches ou de leur plus ou moins grand développement, est très délicate et, lorsque l'on a réussi, la stabilité du tout

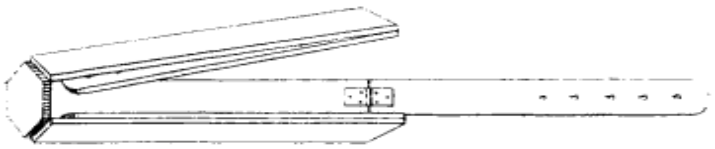


Fig. 38. — Dispositif pour maintenir le pied sur un plancher uni, replié.

peut laisser à désirer. Il serait certainement préférable de fixer solidement le pied, puis d'effectuer ensuite la mise de niveau de la chambre, sans déranger à nouveau la position des branches.

Ce desideratum est parfaitement résolu par le dispositif connu sous le nom de calotte sphérique, qui dérive de celle inventée par le colonel Goulier et est employée plus spécialement en topographie (fig. 39). Elle permet, une fois le pied solidement fixé, de parachever

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la mise en station avec grande facilité et en quelques instants. En principe, elle se compose d'une calotte métallique surmontée d'une partie plane destinée à servir d'appui à la chambre, ladite calotte étant montée sur une partie sphérique sur laquelle elle s'applique exactement. Grâce à cette sorte de genouillère il est facile de donner à l'appareil toutes les inclinaisons, la stabilité du tout étant obtenue au moyen d'une vis de serrage spéciale. La vis du pied, plus allongée que dans le pied ordinaire, fixe la chambre sur le dessus de la calotte métallique. Pour obtenir un fonctionnement convenable de ce dispositif, la partie sphérique doit être en bois et non en métal, ce que bien des constructeurs n'ont pas compris.

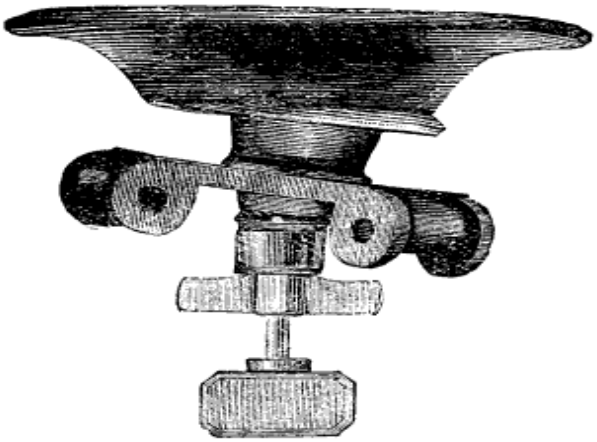


Fig. 39. — Tête de pied à calotte sphérique. (Modèle construit sur les données du Dr Gustave Le Bon.)

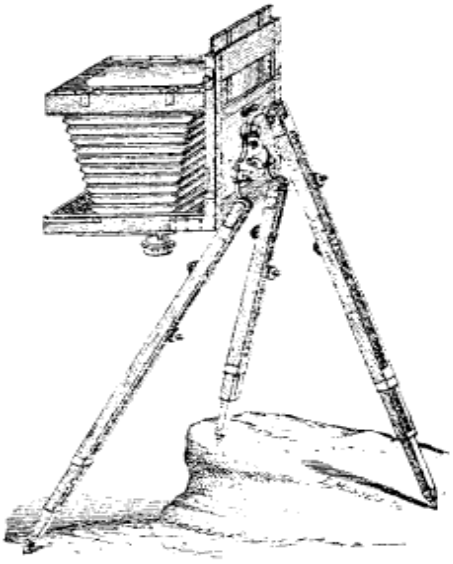


Fig. 40. — Pied permettant les inclinaisons extrêmes de la chambre. (Modèle de M. Berteil.)

Dans certains cas tout spéciaux il peut être nécessaire de donner à l'appareil des inclinaisons extrêmes qui correspondent à un véritable renversement, soit qu'il plonge vers le sol ou qu'il regarde le ciel. Dans cette hypothèse, ni le pied ordinaire ni même le pied à calotte sphérique ne permettront d'atteindre un tel résultat. Il faut faire alors usage de pieds spéciaux tel que celui qui a été proposé par M. Berteil (fig. 40) ou celui de M. Gilles construit pour le service de la Préfecture de Police (fig. 41).

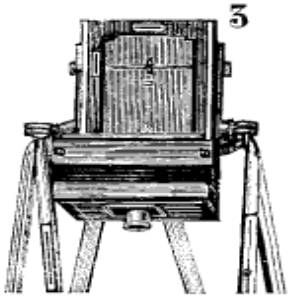


Fig. 41. — Pied permettant les inclinaisons extrêmes de la chambre. (Modèle de M. Gilles.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chambres portatives sans pied.

38. Parmi les appareils appartenant à la catégorie des chambres portatives avec pied, certains peuvent à la rigueur être employés sans pied pour l'obtention d'épreuves instantanées, mais dans cette hypothèse leur usage sera plus ou moins pratique. Aussi l'appareil destiné par sa construction même à servir sans pied et qui a pris depuis quelques années un grand développement doit répondre à certains *desiderata* qui sont la conséquence même de ses conditions d'emploi : nous devons donc étudier d'une manière spéciale ce genre d'appareils qui ne font pas double emploi avec les précédents mais sont, au contraire, un complément du bagage photographique.

Si la légèreté et le peu de volume sont déjà nécessaires dans un appareil portatif avec pied il n'en est pas moins certain que malgré tous les perfectionnements réalisés jusqu'à ce jour, l'ensemble présente encore un poids et des dimensions qui sont loin d'être négligeables. Si, par la substitution des pellicules aux plaques, de l'aluminium au cuivre, on peut espérer une légère diminution de l'ensemble, il existera néanmoins un certain minimum de poids et de volume qui ne permet pas de sortir avec son appareil comme on sort avec une lorgnette par exemple. Et s'il s'agit d'obtenir des plaques de grand format nous n'hésitons pas à reconnaître qu'il faut des opérateurs réellement travailleurs et courageux pour opérer dans ces conditions : c'est, entre parenthèses, ce qui explique le petit nombre d'amateurs qui osent à l'heure actuelle dépasser le format 13/18.

En résumé, avec le matériel actuel, la plupart n'emportent leur appareil qu'en vue d'un travail déterminé : ce qui fait qu'en bien des cas ils laisseront échapper l'occasion de rapporter des documents intéressants. Cela est surtout vrai pour les mille et mille scènes de la vie journalière qui, intéressantes à un moment donné, souvent ne le sont plus quelques instants après. Leur reproduction appartient, on peut le dire, au domaine de la photographie instantanée et même aurait-on avec soi un appareil ordinaire, très fréquemment on n'aurait pas le temps de les saisir.

On comprend donc qu'à côté de l'appareil grand format qui doit être réservé pour les études faites à tête reposée, il y ait place pour un autre instrument, dont les qualités devront être tout à fait différentes, ses conditions d'emploi n'étant plus les mêmes et le but tout autre

39. L'étude de ces conditions spéciales d'emploi peut nous indi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quer *à priori* les qualités particulières que ces appareils devront posséder; pour les emporter constamment avec nous et les utiliser au moment voulu, ils devront être d'une extrême portativité et pouvoir fonctionner rapidement et sans temps perdu. Tout d'abord, et comme conséquence immédiate de ce que nous venons de dire, le poids et le volume seront aussi réduits que possible, d'où l'obligation inéluctable de limiter le format.

Ici de suite se pose une question très importante. Jusqu'à quelle limite peut-on réduire ce format ? Il est évident en effet, que plus il sera diminué, plus il sera facile de faire des appareils peu volumineux que l'on pourra avoir constamment avec soi et sans gêne aucune. — Ceci serait évidemment le rêve et, de ce côté, les inventeurs ne sont pas restés en arrière. — On a fait des appareils qui ont la forme de jumelle, de montre, de canne, d'épingle de cravate, voire même de revolver, etc., etc. Ces appareils n'ont et ne peuvent avoir qu'un intérêt de curiosité, à cause de la petitesse des images obtenues et surtout de la constitution intime de celles-ci qui s'oppose à leur agrandissement d'une façon satisfaisante, agrandissement qui serait cependant bien nécessaire à cause de l'exiguïté de leur format. Or, nous allons le prouver, cet agrandissement ne peut se faire d'une manière convenable.

40. L'emploi des appareils sans pied implique nécessairement l'usage des procédés rapides, afin d'obtenir la netteté d'image satisfaisante, l'appareil n'ayant dans les mains de l'opérateur qu'une stabilité relative. L'instantanéité est obligatoire et c'est grâce à la découverte du procédé au gélatino-bromure d'argent que cette catégorie d'appareils a pris le développement que l'on sait. Mais la couche de bromure d'argent, dont la sensibilité est si exquise, est d'un grain tout à fait grossier : d'après les travaux des auteurs compétents qui ont étudié cette question, il ressort même que le grain des molécules qui constituent la couche est d'autant plus fort que la sensibilité est plus grande. Voilà l'écueil qui est sérieux pour l'agrandissement des négatifs par trop petits. De ce qu'un cliché 8×9 ou 9×12 peut, à la rigueur, supporter un agrandissement de 3 à 4 fois en surface, on croit pouvoir conclure qu'un cliché de 2×2 par exemple, pourra supporter d'une manière convenable le même agrandissement ; c'est une erreur complète et l'expérience est là pour le prouver. Aussi faut-il s'arrêter vite dans cette voie et reconnaître que dans l'état actuel de nos connaissances le système qui aurait consisté à faire de petites images pour les agrandir ultérieurement n'est qu'un leurre. Le jour où, suivant le désir exprimé si souvent par notre savant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

collègue M. Davanne, on obtiendra des préparations qui auront la même rapidité que le gélatino-bromure mais en même temps l'extrême finesse que possédait le collodion humide, on pourra sans crainte employer des formats beaucoup plus réduits car l'agrandissement deviendra possible dans de bien meilleures conditions.

A l'heure actuelle, nous ne croyons guère que l'on puisse descendre raisonnablement en dessous du format 8×8. Si l'on cherche à obtenir seulement des négatifs destinés à l'impression des diapositives pour projection, on se contentera du $6\ 1/2 \times 9$.

Comme format maximum, le 9×12 ne devrait pas être dépassé, car alors l'appareil cesse d'être suffisamment portatif au sens où nous l'avons entendu précédemment. Dans ce genre d'appareils, la marge dans les formats est donc très limitée, la dimension moyenne se trouvant être le 8×8. Étant donnés ces formats restreints, il sera facile d'avoir des appareils assez réduits, à condition cependant de choisir des objectifs de foyers aussi courts que possible.

Si l'on appliquait à cette catégorie d'appareils le mode de repliement employé pour les appareils portatifs avec pied, ce qui a été fait du reste pour certains modèles, on obtiendrait des appareils peu volumineux et pouvant facilement se placer dans une poche; mais ces appareils ne répondront pas au second *desideratum* que nous avons exprimé, ils ne seront pas prêts à servir immédiatement et le temps nécessaire pour leur montage, si faible qu'il soit, sera très souvent un obstacle lorsqu'il s'agira de saisir les scènes intéressantes que nous apercevons et qui ne présentent la plupart du temps, qu'un seul instant, le caractère pittoresque ou documentaire qui justifie leur reproduction.

Étant donné ce rôle particulier des appareils portatifs sans pied, nous pensons qu'en principe, ils ne doivent pas se replier — afin d'être toujours prêts à servir sans perte de temps aucune. — L'application de cette condition entraînera donc une augmentation de volume absolument nécessaire, et ce ne sera pas une des moindres difficultés de construction que de satisfaire à cette obligation, l'appareil devant rester suffisamment portatif et peu encombrant.

Mais il ne faudrait pas croire que le développement de l'appareil soit la seule condition à réaliser pour être toujours prêt à opérer; il sera nécessaire d'autre part que l'obturateur soit également armé et la plaque sensible démasquée : de cette façon on gagnera le temps qu'il faudrait employer à chaque opération pour armer l'obturateur et découvrir la plaque : on évitera, en plus, toute erreur qui pourrait se produire, si l'on venait à oublier l'une de ces deux manœuvres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour ce qui est de la manœuvre de l'obturateur rien ne sera plus simple, il suffit de l'armer à l'avance comme le chasseur arme son fusil dès qu'il a remplacé la cartouche. Il faudra seulement que le mécanisme de l'obturateur ne comporte pas de parties saillantes lorsqu'il est prêt à fonctionner, comme on le constate dans certains modèles. Ces parties rendent l'appareil plus encombrant et elles peuvent se fausser facilement puisque rien ne les protège. En ce qui concerne l'ouverture préalable du logement renfermant la plaque sensible qui doit être exposée, on sera de suite conduit à abandonner l'usage des châssis ordinaires que l'on peut bien maintenir ouverts mais qui, dans cet état, sont d'une sécurité plus que douteuse comme nous l'avons indiqué précédemment (29). L'emploi d'une enveloppe en étoffe noire entourant tout l'appareil serait bien un correctif efficace mais c'est un nouvel *impedimentum*. D'autre part les châssis sont lourds et encombrants, par suite ils entraîneront une augmentation de poids et de volume. Ils sont donc à rejeter complètement dans cette catégorie d'appareils et seront remplacés par différents systèmes de magasins qui renferment, sous un plus petit volume, un nombre plus considérable de plaques, celles-ci étant maintenues par des petits cadres légers et pouvant se substituer rapidement les unes aux autres. Ces magasins ont en outre l'avantage de renfermer un nombre de plaques plus élevé que celui que l'on emporte ordinairement avec les appareils à pied. Ceci est nécessaire, car la multiplicité des scènes que l'on peut rencontrer, la grande facilité avec laquelle on opère, font qu'il est nécessaire d'avoir à sa disposition une provision suffisante.

En dernier lieu, étant données les conditions d'emploi très spéciales de ces appareils, on avait cru nécessaire d'en masquer l'aspect photographique autant que possible, pour pouvoir opérer sans être remarqué. Ces précautions nous semblent aujourd'hui quelque peu puériles car le développement de cette catégorie d'appareils a été si grand, leur diffusion telle, que le plus ignare reconnaîtra facilement que l'on est porteur d'une chambre photographique, malgré tous les artifices employés pour la masquer (1). Le seul moyen d'opérer sans éveiller l'attention, est de posséder un appareil d'un fonctionnement très prompt, et c'est grâce à la rapidité de l'exécution que nous arriverons à résoudre cette petite difficulté.

(1) Il faut faire cependant exception pour des appareils minuscules tels que la photo-cravate, la canne photographique ou autres instruments du même genre qui ne seront pas décelés par le plus grand nombre, mais ces appareils sont plutôt des objets de curiosité et nous ne parlons ici que d'appareils sérieux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

41. En résumé l'appareil portatif sans pied qu'on pourrait appeler, d'une manière générale, l'appareil à main, doit réaliser les conditions suivantes : 1° *être aussi léger que possible ;* 2° *être aussi peu volumineux que possible ;* 3° *être toujours prêt à fonctionner ;* 4° *être d'un petit format ;* 5° *posséder un magasin contenant un certain nombre de plaques et permettant leur substitution facile.*

A côté de ces appareils à main que nous allons étudier tout particulièrement, nous rangerons à part les appareils portatifs sans pied, qui ne possèdent pas l'ensemble des qualités que nous venons d'énumérer, et qui sans avoir les avantages tout spéciaux des premiers surtout en ce qui concerne la rapidité d'exécution, peuvent néanmoins être très utiles dans certaines études.

Appareils à main.

41 *bis*. Il ne peut entrer dans notre cadre d'étudier les multiples appareils de ce genre qui ont été créés, il nous paraît préférable d'indiquer les types principaux auxquels ils peuvent se ramener et de discuter d'une façon tout à fait impartiale les avantages et les inconvénients de chaque solution proposée. Si le lecteur veut bien se pénétrer de nos idées sur la matière, il pourra faire son choix en connaissance de cause et choisir le type le plus approprié au travail qu'il compte habituellement faire.

Comme classification, nous étudierons les appareils à main d'après : 1° le système adopté pour permettre de répondre aux nécessités de la pratique, en ce qui concerne la reproduction des divers plans du modèle ; 2° le type d'objectif adopté ; 3° le système d'obturateur ; 4° le procédé employé pour la mise en plaque ; et enfin 5° le mode de logement des plaques et de leur substitution les unes aux autres.

42. Classification des appareils à main d'après le système de mise au point de l'image. — On sait, et nous étudierons cette question par la suite, qu'avec les appareils photographiques, il est nécessaire d'avancer ou de reculer le verre dépoli (9), de façon à obtenir de l'objet à reproduire l'image la plus nette possible, cette opération constituant la mise au point. Or, comme la théorie nous l'indiquera, la position du verre dépoli et, par suite, la mise au point devront varier suivant la distance à laquelle se trouvera l'objet à reproduire par rapport à l'appareil, c'est dire que pratiquement, le verre dépoli ne saurait être immobile puisque les modèles peuvent se trouver à des distances fort variables.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Comment arrivera-t-on avec un appareil à main à obtenir d'une manière sûre et rapide la mise au point ? Il ne saurait pas, en effet, être question dans l'hypothèse présente de travailler comme avec les appareils à pied, c'est-à-dire de contrôler la netteté sur le verre dépoli puis de susbtituer à celui-ci la surface sensible : une telle manière de faire n'est pas admissible, et il s'agit d'opérer sans verre dépoli, la plaque sensible étant dans l'appareil et prête à recevoir l'action de la lumière.

Trois procédés généraux sont employés et constituent des classes d'appareils absolument distincts les uns des autres, tant par les dispositifs employés que par les résultats obtenus ; ce sont les *appareils automatiques*, les *appareils à foyer réglable* et les *appareils à mise au point et à vision simultanée*.

43. *Appareils automatiques.* — Ces appareils, contrairement à ce que la théorie indique, sont réglés d'une façon immuable, de telle sorte que la plaque sensible est toujours dans un même plan invariable. Comment dans la pratique ces appareils peuvent-ils donner des résultats, voici ce qu'il faut examiner. Ici quelques explications théoriques sont nécessaires. D'après la loi des foyers conjugués, la reproduction d'un objet à taille égale exige un tirage égal à $2f$, c'est-à-dire à deux fois la distance focale principale de l'objectif employé. Plus l'objet s'éloignera de l'appareil, plus il faudra réduire le tirage de l'appareil jusqu'à une distance à partir de laquelle on constate que la netteté de l'image reste constante. Le tirage à ce moment est égal à f et la distance qui sépare le modèle de l'appareil est égale alors à $100f$. Dans ce cas particulier, l'objet est dit à l'infini. Pour tous les plans situés au delà de $100f$, la netteté sera la même, en ce sens que les déplacements du verre dépoli deviennent si faibles qu'il sont parfaitement négligeables.

Le tableau suivant indique clairement les divers allongements de la distance focale pour des objets situés à différentes distances. Nous prenons comme exemple un objectif dont le foyer est de 10 centimètres.

Distances de l'objet à l'appareil. En mètres.	Distances focales correspondantes. En centimètres.
0.20	20,00
0.30	15,00
0.40	13.33
0,50	12,50
1	11,11
2	10,53
3	10,35
4	10,26

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Distances de l'objet à l'appareil. En mètres.	Distances focales correspondantes. En centimètres.
5	10,20
10	10,10
50	10,02
100	10,01
1000	10,001

Il est évident, après l'étude de ce tableau, qu'en opérant au delà de 100 *f*, c'est-à-dire de 10 mètres dans l'exemple choisi, les allongements de la distance focale peuvent être négligés et le verre dépoli réglé d'une façon immuable.

Ce système doit-il satisfaire un opérateur sérieux? nous ne le croyons pas, car c'est s'interdire d'une façon absolue la reproduction des premiers plans et les études à grande échelle. On pourra répondre qu'en diminuant le foyer de l'objectif employé il sera possible d'opérer de plus près. Cette remarque n'est pas sérieuse, car quelque court que soit le foyer de l'objectif et par suite la distance à partir de laquelle on pourra opérer, cette distance sera toujours l'infini pour l'objectif correspondant et l'échelle des images toujours la même. D'autre part, la réduction à l'excès du foyer de l'objectif n'est pas indifférente au point de vue de la perspective qui devient absolument choquante, les premiers plans prenant une importance exagérée. Aussi ne doit-on pas réduire inconsidérément le foyer.

44. Pour parer à cet inconvénient de ne pouvoir opérer qu'à une distance *minima* de 100 *f*, on a usé d'un artifice qui consiste à diaphragmer l'objectif de façon à obtenir la netteté des plans les plus rapprochés. On se base sur les propriétés des diaphragmes qui augmentent la profondeur de foyer d'autant plus que leur diamètre diminue (223). Le résultat est atteint, mais au prix de quels sacrifices! Au fur et à mesure que l'on gagne en netteté on perd en lumière et c'est là le côté dangereux de cette manière de faire. Il est en effet fort grave de diminuer la somme de rayons admis dans un appareil qui est destiné uniquement à faire des épreuves instantanées, c'est-à-dire dans un laps de temps très court. Aussi la plupart de ces appareils ainsi diaphragmés ne peuvent travailler que dans des conditions de lumière toutes spéciales, ou en se contentant de faire des vues n'exigeant qu'une faible vitesse d'obturateur.

D'autre part, en s'arrêtant à la limite qu'on ne peut raisonnablement dépasser dans la réduction du diaphragme, on a certainement gagné quelques mètres dans la position que le modèle peut occuper

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en deçà du plan correspondant à 100 f, mais l'étude à grande échelle est encore absolument interdite.

C'est ce que montre parfaitement le tableau suivant que nous empruntons à Pizzighelli.

44-A.

DISTANCE FOCALE F en millimètres.	RAPPORT DE CLARTÉ.											
	$\frac{f}{5}$	$\frac{f}{10}$	$\frac{f}{15}$	$\frac{f}{20}$	$\frac{f}{25}$	$\frac{f}{30}$	$\frac{f}{35}$	$\frac{f}{40}$	$\frac{f}{45}$	$\frac{f}{50}$	$\frac{f}{55}$	$\frac{f}{60}$
50	3	2,5	1,7	1,3	1	0,9	0,7	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5
100	20	**10**	6,7	5,0	4	3,4	2,9	2,5	2,3	2,0	1,8	1,7
150	45	22,5	**15**	11,3	9	7,5	6,5	5,7	5,0	4,5	4,1	3,8
200	80	40,0	26,7	**20**	16	13,4	11,5	10,0	8,9	8,0	7,3	6,7
250	125	62,5	41,7	31,3	**25**	20,9	17,9	15,7	13,9	12,5	11,4	10,5
300	180	90,0	60,0	45,0	36	**30**	28,7	22,5	20,0	18,0	16,4	15,0
350	245	122,5	81,7	61,3	45	40,9	**35**	30,7	27,2	24,5	22,3	20,5
400	320	160,0	106,7	80,0	64	53,4	45,7	**40**	35,6	32,0	29,1	26,7
450	405	202,5	135,0	101,3	81	67,5	57,9	50,7	**45**	40,5	36,8	33,8
500	500	250,0	166,7	125,0	100	83,4	71,5	62,5	55,6	**50**	45,5	41,7

On voit, d'après ce tableau, qu'un objectif de 10 centimètres de foyer donnera avec un diaphragme égal à $\frac{f}{10}$, une netteté satisfaisante pour un objet situé à 10 mètres, c'est-à-dire à l'infini. Si le diaphragme est réduit à $\frac{f}{15}$, l'objet pourra être à 6m,7; s'il est réduit à $\frac{f}{20}$, à 5 mètres. Mais avec ces ouvertures, et surtout la dernière, il n'est plus possible de faire des poses un peu rapides, car il faut des conditions toutes particulières de lumière. On se trouve donc bien vite arrêté dans cette voie qui consisterait à réduire le diaphragme, si on ne veut pas s'exposer à n'opérer qu'à certaines heures de la journée, dans la belle saison et en plein soleil et par suite à limiter, d'une manière trop étroite, les études que l'on peut faire.

En résumé, et à notre avis, l'appareil automatique, tel qu'il est conçu et réalisé actuellement est un appareil incomplet, parce qu'il nous impose des limites que nous ne pouvons franchir. Pour celui qui veut bien se contenter de ce qu'il peut donner, il résout parfaitement le *desideratum* que nous avions posé, puisque l'absence de mise au point permet, dans une certaine mesure, d'opérer sans s'inquiéter de la distance du modèle au delà d'une certaine limite. Nous devons même dire que, si les progrès de l'optique photographique permettent d'obtenir un jour un objectif qui avec une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

grande ouverture possèdera une extrême profondeur de foyer, ce jour-là l'appareil automatique sera le plus pratique sans discussion. Mais nous n'en sommes pas là, et nous ignorons même si jamais le problème, comme nous l'avons posé, sera résolu.

45. Du reste, certains constructeurs ingénieux ont parfaitement saisi cette infériorité de l'appareil automatique, et ont cherché à y remédier.

C'est ainsi que dans la photo-jumelle de M. Carpentier, qui est un type bien défini et très répandu du genre automatique, on emploie des lentilles supplémentaires dénommées *bonnettes d'approche* et qui sont destinées à opérer à des distances définies et très rapprochées, 1 mètre par exemple, 2 mètres et 5 mètres. Ce système très ingénieux et qui est la confirmation éclatante de ce que nous avancions il y a un instant, sur l'insuffisance des appareils à foyer fixe pour la reproduction des premiers plans, résout parfaitement le problème au point de vue théorique mais, au point de vue pratique, nous nous permettrons de faire toutes nos réserves. S'il s'agit d'un sujet relativement stable ou complaisant, l'opérateur aura le temps d'apprécier la distance, de chercher dans son étui la bonnette correspondant à la distance reconnue, de la placer sur l'objectif puis d'opérer ; mais que de temps perdu s'il s'agit de saisir une de ces scènes si variées, si inopinées et si peu durables qui constituent le véritable domaine des appareils à main. Les bonnettes d'approche constituent, dans le cas particulier de la photo-jumelle, un perfectionnement sérieux mais la question ne nous paraît pas résolue au point de vue pratique, puisque leur emploi ne permettra plus d'opérer avec cette rapidité que nous avons reconnue indispensable dans les appareils à main.

46. ***Appareils à foyer réglable.*** — Cette catégorie d'appareils, dans le but d'éviter la critique que l'on peut faire des appareils automatiques, permet d'obtenir des allongements variables de la distance focale, suivant que le modèle est plus ou moins rapproché. Ils sont disposés pour travailler à l'infini, tout comme les appareils automatiques mais en plus, au moyen d'un réglage préalable, on peut opérer à des distances bien inférieures ; ils offrent donc une souplesse beaucoup plus grande que les premiers et ils permettent, par suite, d'augmenter l'étendue des travaux que l'on peut aborder.

En appliquant la loi des foyers conjugués il sera très facile de calculer pour chaque objectif les différentes distances auxquelles il faudra placer le verre dépoli, pour mettre au point un objet situé à des distances déterminées. Nous en avons donné un exemple

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans le tableau 44-A pour un objectif de 10 centimètres de foyer. Cependant nous devons avouer que la graduation d'un appareil d'après les chiffres trouvés par le calcul est chose très délicate. En effet, le point à partir duquel ces différentes distances doivent être comptées est le point nodal d'émergence point qui peut se trouver, suivant le genre de l'objectif, au centre optique, dans son voisinage ou même en dehors (Voir à ce sujet § 103, Méthode du colonel Moessard). Dans ces conditions, l'opération ne pourra être exécutée avec précision suffisante par la plupart et il est préférable de faire la graduation expérimentalement.

47. Sur une ligne perpendiculaire au plan de l'appareil on mesurera très exactement les différentes distances pour lesquelles on veut régler l'appareil. Une mire portant des traits très fins ou des caractères d'imprimerie sera placée successivement à chacune de ces distances. On effectuera alors la mise au point pour toutes les positions de la mire et on notera l'emplacement du verre dépoli en gravant sur la base de la chambre un trait qui recevra l'indication de la distance correspondante. Pour effectuer cette mise au point avec la plus grande précision, il faudra enlever tout diaphragme dans l'objectif et se servir d'une bonne loupe (fig. 8).

Fig. 42. — Graduation de la base de la chambre pour un objectif de 10 centimètres de foyer.

La gravure suivante (fig. 42) indique à titre d'exemple la graduation d'un appareil dont l'objectif a 10 centimètres de foyer.

L'examen de cette graduation peut nous donner de suite des indications très exactes sur le degré de précision que nous pouvons obtenir dans la pratique.

Toutes les fois que nous pourrons mesurer exactement sur le terrain la distance à laquelle se trouve le modèle, nous serons absolument sûrs de la netteté, mais il n'en sera pas toujours ainsi et la plupart du temps il faudra apprécier à l'œil cette distance. Au delà de l'infini, c'est-à-dire de 100 *f* les erreurs même considérables n'auront aucune importance, en deçà il n'en sera plus de même, et, fait intéressant à noter, elles deviendront d'autant plus importantes que le modèle sera plus rapproché. Ainsi entre 10 et 5 mètres la différence de position du verre dépoli n'est que de $0^{cm},1$. Si l'objectif est quelque peu diaphragmé et s'il y a une cer-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

taine profondeur de foyer, la netteté sera encore suffisante : au contraire entre 4 et 3 mètres, pour une distance 5 fois plus faible, c'est-à-dire de 1 mètre seulement, l'écart sera de $0^{cm},92$ presque la même chose, entre 3 et 2 de $1^{mm},8$, entre 2 et 1 de $6^{mm},8$ et enfin entre 1 mètre et $0^{m},50$ de $1^{cm},39$.

L'appréciation des distances dans ce type d'appareils devra donc être faite très exactement et ceci d'autant plus que l'on sera plus rapproché. En pratique c'est une difficulté sérieuse car après avoir apprécié la distance il faudra régler l'appareil, ce qui demande un instant et doit être fait avec précision. Pendant ce temps le sujet aura pu se déplacer; d'où nécessité d'une nouvelle appréciation et d'un nouveau réglage.

Cette catégorie d'appareils ne nous paraît donc pas avoir la souplesse nécessaire pour aborder facilement les études délicates que seul peut reproduire l'instrument immédiatement prêt à servir. Et nous ne parlons que pour mémoire des erreurs de toute sorte qui se produisent inévitablement, si une scène intéressante vient brusquement se présenter à nous. On croit l'appareil réglé pour l'infini et il se trouvait prêt pour une distance inférieure ou inversement.

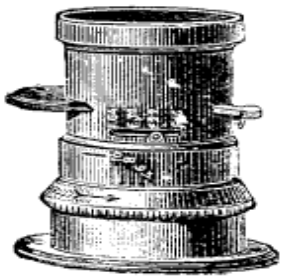


Fig. 43. — Objectif à monture hélicoïdale. (Modèle de M. Poulenc.)

Les appareils de cette catégorie ne peuvent rendre quelques services qu'entre les mains d'opérateurs très soigneux et très habiles et encore leur sera-t-il la plupart du temps impossible de saisir des scènes rapprochées, à cause du temps perdu indispensable pour l'appréciation de la distance et le réglage.

Nous avons vu précédemment que la graduation de l'appareil pouvait se faire sur la base de la chambre. Le corps d'arrière doit donc être libre dans une certaine mesure et par suite la stabilité compromise ; il nous paraît préférable d'effectuer le réglage par le déplacement de l'objectif. Le système le plus à recommander est celui qui consiste à fixer l'objectif sur une monture hélicoïdale qui peut être actionnée par une bague moletée sur laquelle sont portées les différentes distances. En amenant l'une ou l'autre de ces divisions en face d'un index fixe, on opère rapidement et sûrement (fig. 43). La monture doit être faite de telle façon que l'objectif poussé à fond soit à la distance correspondant au fonctionnement automatique de l'appareil.

48. *Appareils à mise au point et à vision simultanée.* — Cette

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

troisième catégorie d'appareils à main a été créée pour obvier aux inconvénients pratiques des deux systèmes que nous venons d'étudier et qui se traduisent, pour les appareils automatiques, par l'impossibilité d'aborder les études de sujets rapprochés et, pour les appareils à foyer réglable, par la perte de temps inévitable au moment de l'opération et les erreurs fréquentes qui peuvent se produire. Elle permet pour toutes les positions du modèle en deçà

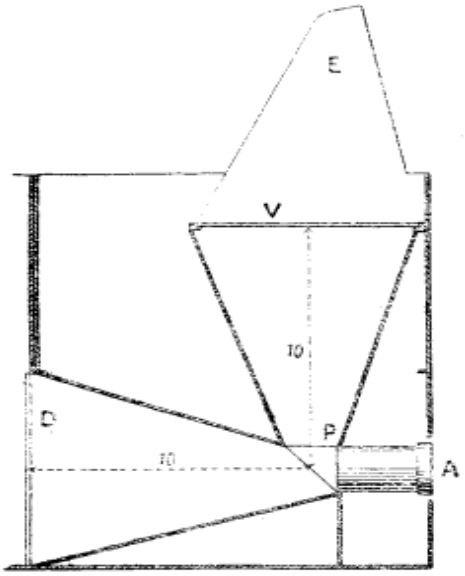


Fig. 44. — Schéma d'un appareil à vision simultanée à prisme. — A. Objectif. — P. Prisme. — D. Plaque sensible. — V. Verre dépoli.

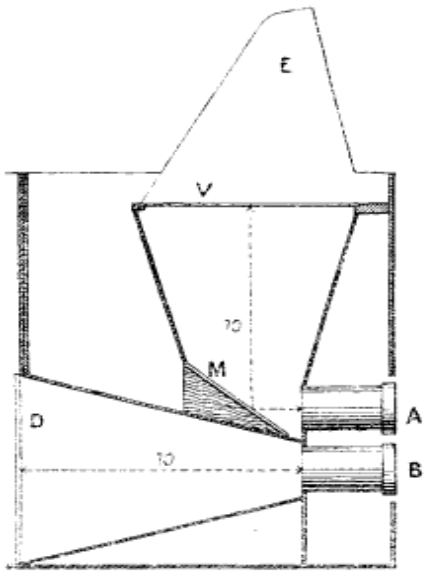


Fig. 45. — Schéma d'un appareil à vision simultanée à deux objectifs. — AB. Objectifs. — M. Miroir. — D. Plaque. — V. Verre dépoli.

EE. Bonnettes repliantes permettant d'examiner sans difficulté l'image reçue sur le verre dépoli.

de l'infini, de contrôler la mise au point et même de la rectifier au moment précis d'opérer.

Les dispositifs mécaniques nécessaires pour obtenir ce résultat, entraînent obligatoirement une certaine complication de l'appareil, mais devant la sûreté des résultats obtenus et la souplesse de l'instrument, nous devons reconnaître que c'est ce système qui a toutes nos préférences, jusqu'au jour où l'appareil automatique sera pourvu d'un objectif permettant d'éviter toute espèce de mise au point, même pour les objets très rapprochés.

Le principe adopté consiste à recevoir l'image donnée par l'objectif sur un prisme ou un miroir placé à 45° qui la réfléchissent sur un verre dépoli. Ce verre dépoli et la plaque photographique sont réglés

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de telle manière que, dans tous les cas, lorsque l'image est nette sur le verre dépoli, elle l'est également sur la plaque. Il s'ensuit qu'avec un tel appareil, on peut suivre un objet dans tous ses déplacements, le maintenir constamment au point et opérer au moment précis qui paraît convenable (fig. 44).

Au lieu d'employer ce système qui nécessite de brusques déplacement du prisme ou du miroir, ceux-ci devant s'effacer pour démasquer l'objectif, on se sert fréquemment de deux objectifs jumeaux et de même foyer, bien entendu. L'un sert à effectuer la mise au point, et l'autre à former l'image reçue par la plaque sensible (fig. 45). Cette solution, moins élégante que la première, donne néanmoins de bons résultats, surtout en ce qui concerne la vitesse de l'obturateur qui n'a plus à entraîner la surface réfléchissante comme précédemment, mais elle a l'inconvénient d'augmenter la dépense en nécessitant une paire d'objectifs.

49. Le choix de la partie réfléchissante dans ces appareils est assez délicat, car il faut éviter d'une manière absolue les doubles réflexions données par les miroirs ordinaires qui pourraient entraîner des difficultés pour la mise au point. Dans cet ordre d'idées, nous avons indiqué l'emploi du prisme à réflexion totale : les images sont très claires et d'une netteté complète. On peut se servir également de miroirs argentés ou platinés sur leur face supérieure. Les seconds nous paraissent de beaucoup préférables au point de vue de la durée. Les miroirs ordinaires dont la face inférieure est rendue réfléchissante, doivent être rejetés à cause de la deuxième réflexion donnée par la face supérieure.

Les appareils de cette troisième catégorie donneront au point de vue pratique le maximum de rendement car en même temps que l'on effectue la mise en plaque, ce qui est indispensable avec tous les appareils, on voit l'image et on peut en assurer la mise au point rigoureuse. Ce système offre également un autre avantage appréciable, c'est de percevoir l'image avec l'intensité qu'elle a réellement, ce qui n'a pas lieu avec les viseurs ordinaires. C'est également le seul qui permette de suivre un objet en mouvement, de le maintenir exactement au point, même lorsqu'il se déplace dans un plan perpendiculaire à l'opérateur.

50. Classification d'après le type d'objectif employé. — Ce choix est d'une importance extrême, car de lui dépendront les qualités maîtresses de l'image obtenue. L'avantage sera indiscutablement à l'instrument, qui avec la plus grande ouverture et le plus court foyer couvrira le mieux la plaque adoptée, et nous ajouterons qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

possédera la plus grande profondeur de foyer (108) malgré qu'en général cette dernière qualité soit en raison inverse de l'ouverture. Dans nombre d'appareils le système optique est absolument négligé ; on emploie des objectifs simples que l'on diaphragme à l'excès. Dans ces conditions, si la lumière est très belle et la vitesse de l'obturateur est très faible, on peut obtenir des résultats encore satisfaisants en ce qui concerne la netteté générale de l'image, mais la lumière vient-elle à baisser par suite de la saison, de l'heure de la journée ou même de la présence de quelques nuages, le modèle est-il animé d'une vitesse plus considérable qui exige un fonctionnement plus rapide de l'obturateur, on est désarmé et la qualité des résultats laissera à désirer, leur existence même sera absolument compromise. L'insuffisance de l'objectif, en obligeant à n'opérer qu'en plein soleil, limitera donc et de beaucoup l'emploi de l'appareil.

Nous sommes d'avis qu'il faut se servir au contraire d'excellents objectifs susceptibles de travailler, le cas échéant, à grande ouverture, ce qui permettra d'opérer à l'ombre et en cas de lumière médiocre. Lorsque les conditions de lumière seront parfaites ou que le rapprochement de certains plans le nécessitera, on pourra alors employer à volonté un diaphragme ou un autre. L'utilité de la grande ouverture est surtout nécessaire lorsque le modèle se trouve très rapproché de l'opérateur: on sait en effet que, toutes les conditions d'éclairage étant les mêmes, la durée d'exposition devra être d'autant plus prolongée que le modèle sera plus rapproché de l'appareil (221). Comme avec un appareil à main il nous est impossible d'augmenter la pose au delà de la plus faible vitesse de l'obturateur, nous ne pourrons résoudre le problème qu'en augmentant l'éclairage de l'image par la suppression de tout diaphragme. L'avantage de cette manière d'opérer sera surtout remarqué dans les appareils à mise au point simultanée qui permettent de faire une mise au point rigoureuse et précisément dans ce cas délicat où aucune tolérance ne saurait être admise sous peine de modifier grandement la netteté.

En fait d'objectifs, nous donnerons donc la préférence aux objectifs aplanétiques ou anastigmatiques qui seuls à grande ouverture pourront nous donner une netteté générale convenable. Réglés sur le plan situé à l'infini, ils devront couvrir nettement toute la plaque. Entre divers objectifs répondant à cette condition, on choisira celui qui aura la plus grande profondeur de foyer.

Jusqu'à ces dernières années peu d'objectifs étaient susceptibles

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de couvrir convenablement la surface de la plaque pour laquelle ils étaient indiqués avec une ouverture inférieure à $\frac{f}{10}$ ou $\frac{f}{9}$ au maximum, aujourd'hui on en trouve qui donnent le même résultat avec $\frac{f}{7}$ et même $\frac{f}{6}$. Ces objectifs augmentent indiscutablement la puissance de l'appareil à main, car l'ouverture plus grande permet d'opérer dans de moins bonnes conditions de lumière ; de plus le diaphragme nécessaire pour donner la netteté des différents plans sera moins réduit que dans les autres objectifs ; par suite, pour une même netteté d'image, l'intensité du négatif sera plus grande avec une même vitesse d'obturateur, ou encore on pourra augmenter davantage celle-ci sans cesser d'avoir une impression suffisante. Nous ne saurions donc trop engager le débutant à méditer cette question, de nombreux appareils étant vendus à des prix qui ne seraient même pas suffisants pour payer l'objectif que l'on devrait y placer.

Dans ces conditions, ils ne devront pas s'étonner de la médiocrité des résultats obtenus et se persuader que le bon marché est obtenu au détriment de la valeur des documents recueillis.

En terminant nous donnons dans le tableau suivant la longueur moyenne des foyers des objectifs employés pour les appareils à main :

9 × 12	12cc à 15cc
8 × 9 et 8 × 8	10 à 12
6 1/2 × 9	8 à 10
4 1/2 × 6	7 à 8

Il n'est pas recommandable pour un format de plaque déterminé, de trop réduire le foyer de l'objectif employé. L'angle embrassé est trop grand, l'échelle des images nécessairement fort petite, et la réduction par trop inégale des plans différents produit des perspectives fort désagréables à l'œil. Il faut de plus, pour obtenir des images à grande échelle, se mettre littéralement sur le modèle, ce qui, dans la pratique, attirera forcément son attention et empêchera bien souvent d'opérer.

51. Classification d'après le type d'obturateur employé. — Étant donné le mode de fonctionnement de ces appareils qui implique nécessairement l'emploi des poses dites instantanées, l'obturateur est, lui aussi, une des parties importantes qu'il nous faut étudier spécialement. Quelques types d'obturateurs employés avec les chambres portatives avec pied, ont pu être utilisés sans modifications sur certains modèles d'appareils à main qui sont munis

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de châssis ordinaires mais avec ceux qui possèdent des magasins de plaques, il a fallu créer des mécanismes spéciaux dont la fonction principale est de ne pas démasquer la plaque lorsque l'on arme l'obturateur après son fonctionnement. Cette disposition est indispensable pour ne pas voiler la plaque, qui est en avant du magasin et qui n'est protégée par aucun volet. Nous ne saurions entrer dans le détail des dispositions diverses imaginées par les constructeurs pour réaliser cette fonction, qu'il nous suffise de dire que ce résultat s'obtient facilement et avec une sécurité complète.

Nous ne dirons rien également du mode d'ouverture de l'obturateur : en pratique on obtient, avec les différents systèmes, des résultats sensiblement les mêmes.

Le mode d'ouverture n'a du reste d'importance que suivant l'emplacement de l'obturateur par rapport à l'objectif et il faudra ici se conformer aux règles que nous poserons à propos des obturateurs ordinaires (113).

Ce qui est plus important, c'est de pouvoir modifier commodément la vitesse de fonctionnement de l'obturateur, afin de proportionner autant que possible celle-ci à la vitesse de déplacement du modèle ou à l'intensité de l'éclairage. — Trois vitesses seulement nous paraissent nécessaires, une grande, une moyenne et une très petite. Cette dernière doit être aussi faible que peut le permettre l'emploi d'un appareil tenu à la main et qui est d'une stabilité imparfaite; $\frac{1}{10}$ de seconde nous paraît très convenable, la vitesse moyenne étant de $\frac{1}{50}$ de seconde et la plus rapide de $\frac{1}{100}$ ou même davantage si on peut l'obtenir. Le réglage de la vitesse doit pouvoir se faire avec grande facilité de façon à ne pas être une cause de retard dans le fonctionnement.

Nous ajouterons en terminant qu'un obturateur d'appareil à main doit permettre, le cas échéant, de faire une vue posée en fixant l'appareil sur un support quelconque; cette fonction présentera un avantage sérieux puisqu'elle ouvrira à l'opérateur un nouveau champ d'études, lorsque la lumière ne permet pas de faire de l'instantanéité ou que l'on doit travailler dans des intérieurs. Ce résultat peut être obtenu par l'emploi d'un obturateur mixte (112), mais ces appareils, à cause de leur double fonction sont plus délicats. Il nous semble plus simple et plus pratique de pouvoir immobiliser le volet de façon à ce qu'il dé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

masque la plaque et à poser tout simplement avec le bouchon d'objectif.

Les différents types d'obturateurs ordinairement employés et qui fonctionnent dans l'objectif ou dans son voisinage, donnent d'excellents résultats, sauf pour certaines études spéciales qui exigent des poses encore plus réduites. Nous citerons en particulier les études de chevaux à grande allure, de vélocipédistes, etc. Dans ce cas, il peut être préférable d'employer l'obturateur de plaque qui permet d'obtenir des expositions encore plus courtes (136).

32. Classification d'après les procédés employés pour la mise en plaque. — L'examen de l'image ne pouvant se faire avec les appareils à main comme dans un appareil ordinaire, il est nécessaire d'employer des dispositifs spéciaux qui permettront de se rendre compte de la partie du sujet embrassée par l'objectif, de choisir la position la meilleure du modèle par rapport à ce sujet et enfin de rectifier la position de l'appareil de manière que la perspective ne soit pas faussée. Ces dispositifs prennent le nom de *viseurs* et ils ont pour but d'effectuer la mise en plaque qui comprend l'ensemble des opérations que nous venons d'énoncer.

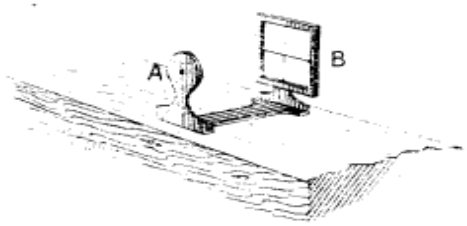


Fig. 46. — Viseur Davanne.

Les systèmes de viseurs sont des plus nombreux et nous n'examinerons que les différents types principaux qui peuvent constituer des catégories différentes et bien distinctes.

Un des plus anciens a été indiqué par M. Davanne et est dérivé du chercheur focimétrique du même auteur (206). Il est constitué par une petite platine percée d'un trou auquel on place l'œil : à une certaine distance, se trouve un cadre métallique réglé de façon à limiter exactement la partie du sujet reproduite sur la plaque sensible. Un double réticule se croisant au milieu permet de centrer le sujet avec facilité et de mettre l'image bien d'aplomb (fig. 46).

Un autre système, très répandu, consiste à utiliser une petite lentille de foyer très court qui, au moyen d'un miroir placé à 45° forme une image de petites dimensions sur un verre dépoli supérieur. — Ce dispositif est encastré dans l'appareil ou est indépendant. Dans un cas comme dans l'autre, un petit abat-jour mobile protège le verre dépoli et facilite l'opération. Ce viseur n'est en somme,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'une reproduction réduite de l'ancienne chambre noire des dessinateurs.

33. Parmi les instruments de ce genre plus perfectionnés et qui sont utilisables avec les grands appareils, nous citerons le viseur à double effet de Ch. Dessoudeix. Il fonctionne comme le viseur que nous venons de décrire et donne sur un verre dépoli supérieur l'image du sujet embrassé ; il constitue alors un viseur vertical et peut servir pour examiner l'image donnée par un appareil à main que l'on tient sur la poitrine. — Si au lieu d'élever l'abat-jour, on le tire en arrière, le miroir bascule automatiquement et l'image vient se faire directement sur un deuxième verre dépoli situé à l'arrière du viseur ; nous avons alors le viseur horizontal qui peut s'adapter sur un appareil monté sur un pied et permet à l'opérateur de viser facilement ce qu'il n'aurait pas pu faire avec un viseur vertical.

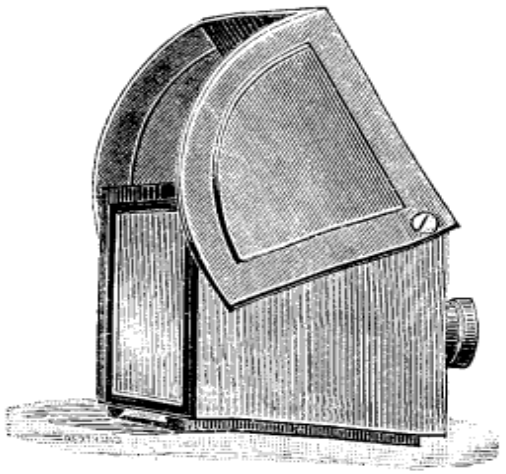


Fig. 47. — Viseur à double effet de Ch. Dessoudeix. Position pour examiner l'image supérieure.

Les viseurs de cette catégorie ont l'avantage de redresser l'image ce qui en rend l'examen plus aisé, néanmoins le sens quant à la droite et à la gauche est inversé. Il ne faudra pas oublier cette observation dans la pratique.

34. Les indications données par le viseur tel que nous venons de le décrire sont-elles d'une exactitude absolue? telle est la question que nous devons nous poser. Cet appareil constitue, en somme, une chambre à foyer fixe tandis que la plupart des appareils à main sont à foyer variable. Or, nous posons en fait que le réglage d'un viseur n'est exact que pour un allongement déterminé de l'appareil et un seul.

En principe il doit être réglé pour la position qui correspond au travail sur l'infini. Dans ce cas son emploi comportera toute la précision voulue. En sera-t-il de même si nous venons à reproduire des objets rapprochés? non, et c'est à cause des graves erreurs que peut entraîner l'usage du viseur dans ce cas particulier que nous voulons prévenir le lecteur. En effet, pour la distance à laquelle le viseur aura été réglé, un objet tenant toute la hauteur du verre dépoli de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ce dernier tiendra également toute la hauteur de la plaque : mais si notre modèle se rapproche, son image débordera de la plaque alors que sur le viseur elle sera encore contenue. Ceci tient à ce que le viseur est à foyer fixe et que la position de son verre dépoli est immuable ; théoriquement, au fur et à mesure que l'objet se rapproche, il devrait être reporté de plus en plus en arrière et nous serions averti alors que l'image de notre objet n'est plus contenue dans le viseur. Au lieu de cela, à cause de la fixité du verre dépoli, nous coupons l'image dans un plan antérieur à celui dans lequel elle se forme, elle est donc encore contenue dans le verre dépoli alors qu'elle ne le serait plus si celui-ci était à la place qu'il doit occuper. Si cet examen était fait sur un viseur de grandes dimensions, on serait mis en garde par la diminution de la netteté de l'image, mais avec les objectifs employés dont le foyer n'a que quelques centi-

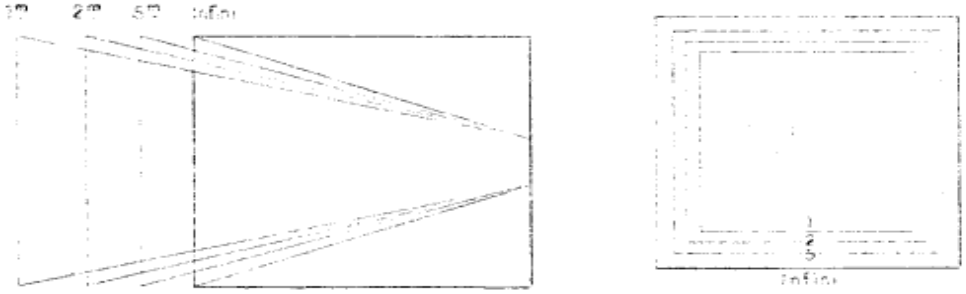


Fig. 48. — Graduation du viseur.

mètres et quand l'image est pour ainsi dire microscopique, on n'est pas prévenu. Le résultat est cependant que sur la plaque photographique l'image n'est pas contenue entièrement comme on pourrait le croire.

La fig. 48 représente la marche des rayons lumineux dans un viseur à foyer fixe, lorsque le modèle est situé à des distances plus faibles que l'infini 5 mètres, 2 mètres et 1 mètre par exemple. On voit que l'image perçue par l'opérateur sera toujours contenue sur le verre dépoli alors qu'il n'en serait plus de même, si celui-ci était reporté en arrière aux distances voulues. Mais rien n'est plus simple que de corriger ce défaut, il suffit de tracer sur le verre dépoli du viseur une série de cadres rectangulaires donnés par l'intersection des rayons extrêmes, qui formeraient l'image dans les plans correspondants aux diverses distances. Ces cadres seront d'autant plus petits que la distance du modèle sera plus faible. Nous donnons d'ailleurs le verre dépoli du viseur tel qu'il doit

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

être gradué d'après le schéma précédent. En pratique cette division sera délicate à réaliser à cause des faibles dimensions des viseurs généralement employés, mais nous avons cru devoir insister sur ce point car les erreurs que l'on peut commettre sont trop importantes pour qu'elles soient passées sous silence.

On s'apercevra du reste de la vérité de ce que nous avançons dans les portraits en pied lorsqu'on voudra les prendre aussi grands que le permet l'appareil. Dans ce cas, si le viseur est réglé sur l'infini, comme il doit l'être et s'il n'est pas gradué, on est sûr d'avoir les pieds ou la tête de son modèle en dehors de la plaque. Pour éviter cet inconvénient et si l'on ne peut diviser le verre dépoli du viseur aussi complètement que nous l'avons dit, il sera tout indiqué de déterminer expérimentalement la grandeur du cadre correspondant à la distance la plus courte à laquelle on puisse opérer. A cet effet on placera un modèle de taille moyenne de façon qu'il ait dans l'appareil la taille la plus grande possible et on tracera alors sur le verre dépoli du viseur deux traits au niveau du sommet de la tête et des pieds. L'écart de ces deux points permettra de constituer le rectangle qui indiquera exactement l'image obtenue sur la plaque photographique.

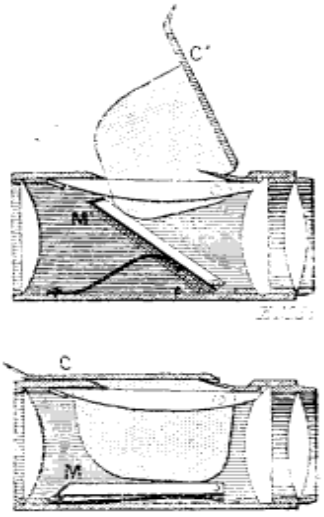


Fig. 49. — Viseur à double effet de M. Balbrech dans les deux positions. — M. Miroir mobile. — C. Abat-jour rabattant.

33. On a reproché également à ces viseurs de ne donner que des images peu éclairées et difficiles à examiner en plein jour, c'est du reste pour préserver un peu le verre dépoli de la pleine lumière qu'on les munit toujours d'un abat-jour : aussi a-t-on proposé de les remplacer par d'autres systèmes à l'abri de cette critique.

Nous citerons d'abord le viseur de M. Balbrech qui reproduit exactement le mécanisme du viseur à double effet de Dessoudeix, mais qui est un peu plus lumineux car l'image n'est pas reçue sur un verre dépoli mais bien sur une lentille spéciale (fig. 49). L'objectif se compose d'une lentille bi-convexe derrière laquelle se trouve un ménisque convergent. Grâce au mécanisme automatique du miroir qui est commandé par le mouvement de l'abat-jour l'image est tantôt renvoyée à 45° vers la partie supérieure, tantôt elle passe librement vers la partie postérieure. A ces deux endroits au

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lieu des deux verres dépolis du viseur Dessoudeix se trouvent deux ménisques convergents à travers lesquels l'image apparaît avec netteté et éclat. Ce nouveau modèle sera donc plus commode, mais il présente les mêmes inconvénients que nous avons signalés tout à l'heure.

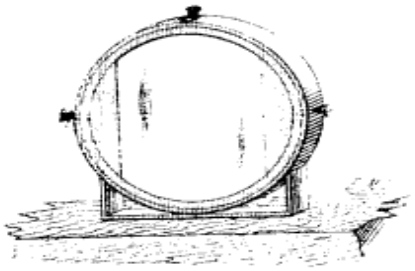


Fig. 50. — Viseur lenticulaire.

On peut employer encore un dispositif plus simple constitué par une simple lentille bi-convexe placée au-dessus de l'appareil (fig. 50). On obtient ainsi des images très claires mais on peut commettre de graves erreurs de visée, si l'œil n'est pas exactement placé dans l'axe optique du système.

Même critique peut être faite au viseur de M. Lansiaux qui est composé d'un simple miroir noir et sphérique incliné à 45°. Ce viseur a la particularité de donner des images redressées quant à la droite et à la gauche, par contre elles sont inversées quant à la hauteur.

A tous les viseurs que nous venons d'indiquer, on pourra reprocher de ne donner aucune indication sur la taille réelle des objets reproduits, non pas qu'avec un peu d'expérience et d'habileté on n'arrive à de bons résultats, mais il est certain que bien souvent on aura des déceptions, l'échelle de reproduction étant inférieure à ce que l'on aurait voulu. Le seul procédé pour éviter cet inconvénient est d'obtenir sur le viseur une image en vraie grandeur et de tracer sur le verre dépoli des divisions centimétriques ou millimétriques qui permettront d'obtenir exactement ce que l'on désire. La chambre qui a été construite sur nos indications par M. Dessoudeix et que nous décrirons plus loin, porte un viseur de ce genre et une longue expérience nous a prouvé que ce système peut seul donner d'excellents résultats dans la pratique.

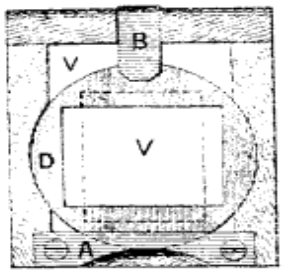


Fig. 51. — Verre dépoli du viseur Darlot avec plaque pivotante pour opérer en hauteur et en travers. — A et B. Pièces à ressort maintenant la plaque pivotante D. — V. V. Verre dépoli.

En dehors des considérations que nous venons d'exposer, le viseur doit être disposé pour encadrer exactement l'image vue soit en hauteur soit en travers. Dans les viseurs à réflexion on tracera 2 rectangles à angle droit sur le verre dépoli ou encore on adoptera le système très ingénieux indiqué par M. Darlot

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui consiste à se servir d'une ouverture rectangulaire montée sur une plaque pivotante. On la place en hauteur ou en largeur suivant les cas (fig. 51).

En résumé, la plupart des systèmes de viseurs maniés avec habileté pourront suffire pour les besoins de la pratique ; avec du soin on évitera les défauts inhérents à certains d'entre eux. Pour notre part cependant, nous préférons les viseurs qui donnent une image de même taille que l'image à photographier.

36. Classification d'après les dispositifs employés pour les substitutions de plaques. — Nous devons éliminer tout d'abord les châssis ordinaires, dont l'usage n'est pas compatible ni avec la légèreté que doit avoir ce matériel spécial, ni avec la sécurité de protection des surfaces sensibles, ni avec la facilité de substitution des plaques les unes aux autres ; il nous restera donc à étudier les appareils dits à magasin dans lesquels les plaques empilées les unes derrière les autres peuvent passer tour à tour au foyer de l'objectif.

Il y a bien des années déjà, on avait proposé un système connu sous le nom de boîte à escamoter et qui permettait de faire glisser les plaques tour à tour dans un seul châssis négatif. Bien que ce système ait été réinventé il y a peu de temps, nous ne croyons pas qu'il donne une sécurité suffisante car la sensibilité des préparations au gélatino-bromure d'argent est telle que ce passage en plein air de la boîte à escamoter dans le châssis n'est pas sans danger, quelles que soient les précautions prises. Actuellement la plupart des appareils à main ont un magasin fixe qui en fait partie intégrante. Aussi la substitution des plaques s'effectue avec toute la sécurité désirable.

Nous ne saurions décrire tous les modèles qui ont été proposés, qu'il nous suffise de dire que l'opérateur doit porter son attention sur les points suivants. Le mécanisme de substitution des plaques les unes aux autres doit être aussi simple que possible et d'un fonctionnement sûr, tout arrêt mettant l'appareil hors de service jusqu'au moment où l'on pourra réparer l'accident dans le laboratoire noir.

37. Un dispositif spécial permettra de savoir à chaque instant le nombre de plaques impressionnées et fera l'office de compteur.

38. Les plaques sont en général placées dans des petits cadres métalliques qui empêchent la lumière d'impressionner les préparations placées derrière celle qui pose : dans beaucoup d'appareils ces cadres sont faits d'une façon plus que sommaire et ils peuvent compromettre le fonctionnement du mécanisme de substitution.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

D'autre part, ils n'assurent pas toujours bien la position exacte de la plaque dans le plan focal.

Il nous suffit de signaler ces divers points au lecteur qui en fera son profit à l'occasion.

59. Dans certains appareils, les magasins sont amovibles et peuvent être remplacés par d'autres semblables chargés de nouvelles plaques. C'est là un avantage précieux. On pourra du reste, dans la plupart des appareils, décharger les châssis garnis des plaques exposées et les remplacer par d'autres, en effectuant cette opération dans un sac en étoffe imperméable à la lumière. Ce sac, facile à faire soi-même, est garni de deux ouvertures, munies de caoutchoucs, dans lesquelles on introduit les mains jusqu'à l'avant-bras, l'appareil et la boîte renfermant les châssis munis de nouvelles plaques étant introduits auparavant. Avec un peu d'habitude il est aisé d'opérer la substitution.

Les appareils à magasin sont construits généralement pour employer des préparations sensibles sur support de verre bien que ce support, au point de vue des appareils à main, soit fort loin d'être la perfection à cause de son volume et de son poids. Le jour où les procédés pelliculaires seront devenus tout à fait pratiques, le matériel se trouvera profondément modifié soit que l'on emploie des pellicules rigides soit, ce qui nous paraît l'avenir, que l'on se serve de pellicules de grande longueur. Les magasins spéciaux qu'il faudra employer existent déjà et l'on peut dire sans hésiter qu'en la matière, l'adoption des procédés pelliculaires constituera un progrès indiscutable en ce qui concerne les facilités de transport résultant de la diminution du poids et du volume et la quantité de préparations sensibles que l'on pourra avoir en réserve.

60. Considérations diverses. — Nous avons vu précédemment que la rapidité d'exécution était une condition importante de succès dans les appareils à main, on peut dire aussi que la rapidité de substitution d'une plaque à l'autre sera également un avantage non négligeable, puisque l'on sera plutôt prêt pour opérer à nouveau. Divers constructeurs sont entrés depuis peu dans cette voie et nous pourrions citer des appareils dans lesquels le mouvement nécessaire pour armer l'obturateur produit automatiquement le changement de plaque ou réciproquement. Nous approuvons entièrement cette idée fort ingénieuse, comme toutes celles qui auront pour effet de nous faire gagner du temps dans l'usage de l'appareil à main, mais il ne faut pas se laisser éblouir par ce fonctionnement rapide de substitution et oublier qu'il est encore plus important de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gagner du temps au moment de prendre une vue. Qu'importe que l'on n'ait mis qu'une seconde pour changer la plaque, si l'on a dû en mettre trois ou quatre pour apprécier la distance et surtout régler l'appareil. A notre avis la rapidité d'exécution doit en effet passer avant celle de substitution.

Un dernier dispositif que nous devons signaler et que nous avons été, croyons-nous, un des premiers à indiquer, est celui qui consiste à masquer automatiquement l'image reçue par le viseur lorsque l'obturateur n'est pas armé. De cette manière on est averti de suite qu'un oubli a été commis.

Appareils portatifs sans pied.

61. Ces appareils forment à notre avis une classe intermédiaire entre les appareils portatifs avec pied (20) et les appareils à main (41 *bis*). Ils diffèrent des premiers parce que l'on a recherché surtout les réductions de poids et surtout de volume, et, s'ils permettent comme les seconds d'opérer sans l'usage du pied, ils n'en possèdent pas la rapidité de fonctionnement puisqu'il faut développer l'appareil et le régler pour la distance nécessaire. Ils ne sauraient donc remplacer les appareils à main, mais ils pourront être très utiles pour ceux qui, voulant amasser des documents sérieux, ne tiennent pas à s'astreindre à l'usage du pied.

Le format de ces appareils peut être beaucoup plus grand que celui des appareils à main, puisqu'ils peuvent en principe se replier pour le transport. Le format 13×18 est généralement adopté et l'on peut même arriver à des dimensions de plaques plus élevées. On doit choisir des objectifs de foyer plutôt court, afin de réduire le développement de l'appareil et d'obtenir une profondeur de foyer suffisante. L'appareil sera réglé comme il a été dit précédemment pour les appareils à main (47). Si l'on emploie divers objectifs une graduation spéciale sera faite pour chacun d'eux, avec des indications suffisantes pour ne pas faire d'erreurs dans la graduation à employer avec l'un ou l'autre.

On emploie généralement avec ces appareils les châssis ordinaires; on peut cependant les munir de magasins ou de châssis à rouleaux. Ce dernier système est certainement très pratique. Si l'on se sert de châssis ordinaires, ceux-ci devront être convenablement choisis et ne laisser passer aucune lumière, car fréquemment il faudra les laisser ouverts pendant un certain temps avant d'opérer. Les châssis à volet auront l'inconvénient de laisser dépasser celui-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ci, au moment de l'ouverture ; il faudra le rabattre derrière l'appareil. Les châssis à rideau qui n'offrent pas cet inconvénient nous paraissent avantageux.

Mais quel que soit le système employé, il est prudent de garnir l'arrière de la chambre d'une enveloppe protectrice en étoffe noire ou en cuir, de façon que le châssis mis en place puisse rester indéfiniment ouvert sans danger de voiles.

L'emploi d'un viseur complète l'appareil et permet de faire la mise en plaque.

L'obturateur devra donner différentes vitesses et permettre la pose à volonté. Ce dernier dispositif sera précieux dans certains cas, si l'on est obligé de faire des expositions de quelque durée. Il suffira de placer l'appareil sur un support quelconque que l'on improvisera.

DESCRIPTION SYSTÉMATIQUE DES DIVERS TYPES PRINCIPAUX D'APPAREILS

En terminant cette étude sur le matériel, nous croyons qu'il est utile de mettre sous les yeux du lecteur un certain nombre d'appareils correspondant à chacune des divisions de la classification que nous venons de faire. Il se rendra ainsi un compte exact des différences de construction, de mécanisme et des qualités spéciales qui permettent d'atteindre tel ou tel résultat.

I. — CLASSE DES APPAREILS PORTATIFS AVEC PIED.

62. Nous croyons avoir suffisamment décrit le type d'appareil dit à soufflet tournant (22), nous insisterons seulement sur le modèle dit anglais qui est tout différent (fig. 52). Ce modèle est carré et le cadre du verre dépoli peut se mettre dans les deux sens (Voir fig. 18). Les corps d'avant et d'arrière sont mobiles sur des charnières de façon à pouvoir se rabattre sur la base, le corps d'arrière enveloppant le soufflet et le corps d'avant. La base de la chambre est ajourée et peut laisser passage à l'objectif. Ce modèle permet une grande réduction de volume (fig. 53). La rigidité des corps d'avant et d'arrière est obtenue au moyen d'arcs-boutants latéraux en métal. — Des vis de pression engagées dans un évidement de ces arcs-boutants permettent d'incliner plus ou moins les corps d'avant et d'arrière, on peut donc obtenir les mouvements de bascule.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le corps d'avant donne facilement le décentrage en hauteur. Dans ce type d'appareil, le corps d'arrière est fixe et la crémaillère agit sur le corps d'avant contrairement à ce qui existe dans les appareils ordinaires. Ce dispositif

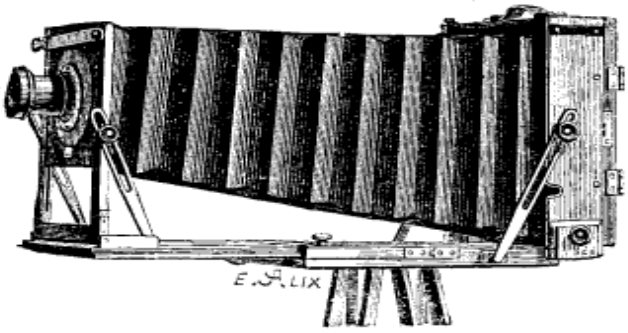


Fig. 52. — Chambre genre anglais ouverte. (Modèle de M. Nadar.)

Fig. 53. — Chambre genre anglais fermée.

est plus commode pour la mise au point puisque le verre dépoli reste fixe, il a cependant un inconvénient sérieux avec les objectifs grands angulaires, c'est d'arrêter un certain nombre de rayons, à cause de l'avancement du chariot.

Aussi, pour remédier à ce défaut, certains modèles de ce genre

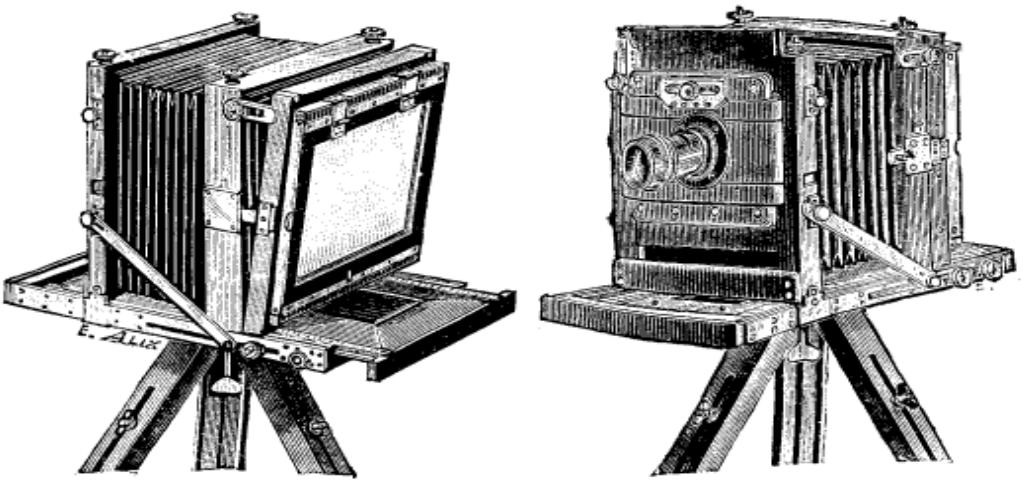


Fig. 54. — Chambre genre anglais permettant le déplacement des corps d'avant et d'arrière sur la base. (Modèle de M. Monti.)

permettent également le déplacement du corps d'arrière que l'on peut avancer à volonté (fig. 54).

Par suite de ces divers mouvements, ces appareils renferment une grande quantité de pièces métalliques, rainures, arc-boutants, vis de pression, etc., qui en augmentent considérablement le poids et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les rendent assez délicats. Ils ne nous paraissent présenter d'avantages qu'au point de vue de la réduction de volume et n'ont pas certainement les qualités de résistance du modèle à cône tournant.

63. Un autre modèle que nous voudrions voir plus répandu est celui qui consiste à donner au corps d'arrière une épaisseur suffisante pour pouvoir loger non seulement le soufflet mais encore l'obturateur et l'objectif, ceux-ci demeurant toujours en place et étant protégés par la base de la chambre qui vient recouvrir le tout.

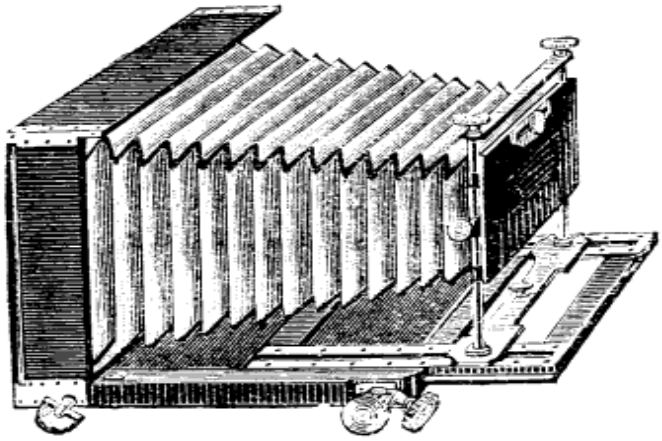


Fig. 55. — Chambre noire à corps d'arrière épais. (Modèle en travers de M. Fauvel.)

M. Fauvel construit dans cet ordre d'idées un modèle qui nous paraît fort bien compris (fig. 55). Il présente d'autre part un mouvement de décentration très simple et très pratique.

II. — CLASSE DES APPAREILS A MAIN.

1° Appareils automatiques.

64. Kodak. — C'est un appareil d'importation américaine donnant des images de petites dimensions.

Il affecte la forme d'une boite longue qui renferme l'objectif, l'obturateur et les préparations sensibles, aucune partie n'étant saillante (fig. 56) sauf une cordelette servant à armer l'obturateur, le déclanchement de celui-ci et une clef actionnant le rouleau. L'objectif est bien dissimulé : il est d'un foyer très court afin d'éviter toute mise au point. Par suite, si le modèle comporte plusieurs plans, ceux-ci seront reproduits à des échelles très différentes ce qui est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

parfois absolument choquant. Un calibre intérieur limite la dimension de l'image à un cercle. Ceci n'est qu'un artifice destiné à masquer les bords de la plaque qui ne sont pas couverts suffisamment par l'objectif.

L'obturateur est composé d'un cylindre percé d'un trou analogue à un robinet et commandé par un ressort spirale. Il est placé derrière l'objectif. Il ne démasque pas la préparation sensible quand on arme. On peut obtenir des vitesses légèrement différentes en tendant plus ou moins le ressort au moyen de la cordelette de manœuvre.

Le viseur est des plus primitifs, il consiste en deux index placés sur le haut de l'appareil. Le modèle doit être dans le prolonge-

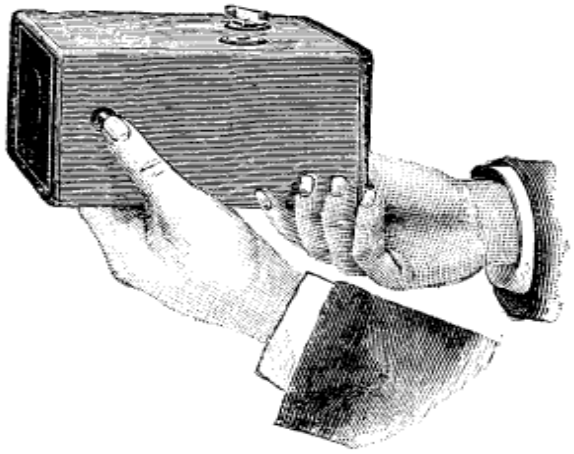


Fig. 56. — Le Kodak, chambre à main automatique.

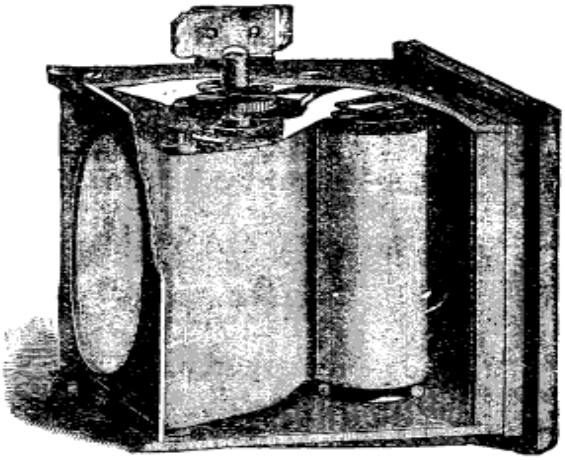


Fig. 57. — Le chassis à rouleaux du Kodak.

ment d'une ligne venant de l'œil et passant par ces deux points. Il est évident que dans ces conditions la mise en plaque est forcément approximative.

Le magasin de plaques est des plus intéressants car il permet sous un volume très réduit de renfermer une quantité de préparations sensibles très importante (fig. 57). On se sert d'une pellicule de grande longueur enroulée sur deux bobines l'une la contenant avant l'exposition, l'autre après. Pour la faire avancer de la quantité voulue après la pose, il suffit de faire tourner un nombre déterminé de fois la clef extérieure qui commande la bobine réceptrice. Certains appareils, contiennent une longueur de pellicule suffisante pour exécuter 100 négatifs sans recharger l'appareil.

Le Kodak qui a eu une grande vogue et que l'on a eu seulement tort de présenter au public comme un appareil devant supprimer

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

toute initiative, tout travail de la part de l'opérateur, a des défauts qui proviennent précisément de ce qu'il est automatique et que, pour augmenter son champ d'action, on a trop réduit le foyer de l'objectif ; l'obturateur peut laisser à désirer ainsi que le viseur, mais il n'en constitue pas moins un appareil vraiment typique et qui remplit sans discussion les conditions cherchées au point de vue du poids, du volume, de la maniabilité. Il renferme, d'autre part, le magasin qui est celui de l'avenir, le jour où les préparations pelliculaires auront atteint la même perfection que les plaques. A ce titre il méritait d'être signalé parmi les nombreux appareils automatiques qui lui ressemblent plus ou moins et dont il a été le véritable précurseur.

63. Photo-Jumelle Carpentier. — Cet appareil, très répandu depuis quelque temps, n'a rien qui justifie son nom. Une jumelle est à *priori* un appareil qui permet les variations de mise au point et c'est ce qu'avaient parfaitement compris les prédécesseurs de Carpentier qui avaient fait de véritables jumelles photographiques. Cet appareil est en effet à foyer fixe et pour opérer pratiquement sans mise au point, l'objectif qui est employé est diaphragmé à $\frac{f}{15}$ environ. Par suite, comme nous l'avons dit précédemment, on ne pourra opérer convenablement que dans des conditions très favorables de lumière. Si l'on enlève le diaphragme $\frac{f}{15}$, pour le remplacer comme l'ont fait quelques amateurs par un autre de plus grande ouverture, il deviendra possible de travailler avec une moindre lumière mais la netteté générale de l'image s'en ressentira sans compter qu'il ne faudra plus songer à faire les premiers plans. C'est ce qui se produit avec les objectifs courants de cet instrument : on évite cet inconvénient en adoptant des objectifs de grande marque qui pourront travailler à plus grande ouverture, mais alors le prix de l'objectif seul dépasse celui-ci de l'appareil tout entier. Ceci prouve bien, entre parenthèses, que le choix de l'objectif a une importance capitale et que le bas prix d'un appareil doit, en général, faire présumer de l'insuffisance de la partie optique. L'obturateur est constitué par une guillotine horizontale qui ne possède qu'une seule vitesse. On peut bien faire varier celle-ci en changeant les ressorts mais ce procédé est loin d'être pratique et surtout expéditif. Dans le premier modèle, la lame de la guillotine faisait saillie lorsqu'elle était armée, ce qui augmentait le volume de l'appareil au moment de l'usage et rendait possible la déforma-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tion de cette pièce par suite d'un choc quelconque. Le nouveau modèle évite cet inconvénient.

L'obturateur n'ouvre pas en armant, ce qui est essentiel, puisque la photo-jumelle comporte un magasin de plaques (fig. 58). Celui-ci, très simple, est dérivé du châssis de M. Hanau (72). Les plaques placées dans des petits cadres métalliques sont empilées les unes au-dessus des autres en face l'objectif. Pour faire le chargement, on redresse l'appareil, l'objectif en l'air. On tire une tige latérale qui entraîne ensemble toutes les plaques sauf celle qui vient d'être exposée et qui tombe par son propre poids au fond du magasin : les autres sont alors ramenées en place, et une nouvelle se présente ainsi au foyer de l'objectif. Pour contrôler le changement des plaques, les châssis sont numérotés au dos et l'on peut apercevoir le numéro en l'amenant devant une petite ouverture munie d'un verre rouge. C'est également par cette ouverture que l'on effectue la mise en plaque car l'appareil comporte un deuxième objectif dans cette intention. Au moyen d'un système optique spécial, cette image est vue redressée. La mise en plaque se fait donc avec facilité en portant l'appareil à hauteur de l'œil, et en examinant la vue embrassée. On déclanche au moment favorable.

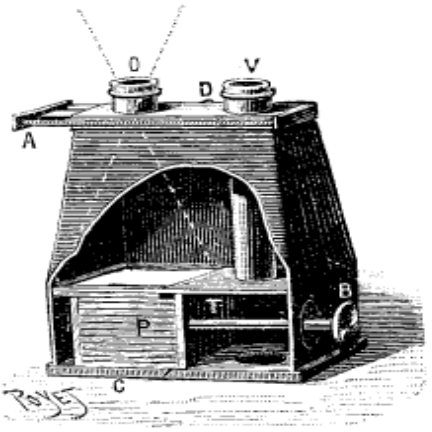


Fig. 58. — Photo-jumelle Carpentier. Appareil à main automatique. — A. Lamelle de l'obturateur. — B. Tige de l'extracteur. — C. Porte permettant d'introduire les plaques. — D. Déclanchement de l'obturateur. — P. Magasin de plaques. — O. Objectif. — V. Viseur.

Cet appareil se présente donc avec une simplicité de manœuvre bien séduisante et qui explique le succès qu'il a eu. Il est loin cependant de présenter toutes les qualités d'un appareil à main tel que nous l'avons défini. Sans parler davantage de l'ouverture trop réduite de l'objectif, de la vitesse unique de l'obturateur, il faut signaler les erreurs provenant de l'emploi du dispositif faisant fonction de viseur. Le deuxième objectif n'est pas diaphragmé, de façon à donner une image très brillante qui séduit par sa clarté : on n'est donc pas averti de l'insuffisance de l'éclairage dans certains cas, ce que l'on constaterait de suite si cet objectif était diaphragmé comme celui qui doit opérer. De plus, avec ce viseur de dimensions définies on commettra forcément des erreurs comme nous

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'avons signalé précédemment (54) dans le cas des objets rapprochés.

Reste enfin la question du format que l'on trouve généralement trop petit. Les dimensions de la plaque de la photo-jumelle primitive ne sont que de 6 centimètres sur 4,5. Si l'agrandissement de ces petites images pouvait se faire dans des conditions satisfaisantes, cette critique perdrait de son importance. Malheureusement, comme nous l'avons vu (40), le grain de la couche est un obstacle à peu près insurmontable.

Aussi l'inventeur a-t-il été conduit à faire un format plus grand (6 1/2×9), qui donne des images directes bien préférables et se prêtant mieux à l'agrandissement. Mais l'appareil devient déjà plus encombrant et l'allongement du foyer de l'objectif recule la limite à partir de laquelle l'automatisme commence: l'étude des objets rapprochés n'est plus possible, leur netteté laissant trop à désirer. Ce résultat était à prévoir. Aussi pour augmenter le champ d'études de cet appareil, on a proposé une solution qui consiste à munir l'objectif de lentilles supplémentaires, les bonnettes d'approche (45), de façon à obtenir la netteté voulue pour des distances inférieures à celle où commence l'automatisme. L'appareil ainsi complété, rentre dans la catégorie des appareils à foyer réglable; il en aura les qualités mais aussi les défauts et l'on doit reconnaître que l'emploi des bonnettes qu'il faut adapter à l'objectif, après avoir au préalable apprécié la distance, enlève à la photo-jumelle une de ses principales qualités qui était d'être toujours prête à servir. Ces réserves faites, nous nous plaisons à reconnaître que la photo-jumelle de petit format correspond bien à l'appareil que l'on peut avoir toujours avec soi sans qu'il soit une gêne appréciable. Il permettra donc de saisir des scènes tout à fait imprévues et ce ne sera pas le moindre charme des croquis que l'on pourra récolter chemin faisant.

M. Carpentier, l'habile constructeur de la photo-jumelle, a eu de suite de nombreux imitateurs et le nombre des jumelles photographiques créées depuis est considérable. Abandonnant l'idée première de M. Carpentier qui pouvait avoir des inconvénients mais qui avait le mérite de la simplicité et de la rapidité de fonctionnement, la plupart des fabricants ont produit des appareils plus compliqués et qui rentrent absolument dans la catégorie des appareils à foyer réglable, dont nous avons étudié les avantages indiscutables au point de vue de l'obtention des premiers plans mais qui sont délicats d'emploi et exposent à des erreurs fréquentes de réglage par suite des difficultés d'appréciation des distances.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous citerons d'abord la simili-jumelle de M. Zion qui est moins volumineuse que la photo-jumelle. Celle-ci a en effet un volume exactement double de celui que nécessiterait une chambre simple construite pour employer la plaque adoptée ; dans l'appareil de M. Zion, le viseur appliqué contre une chambre simple est beaucoup plus petit que celle-ci, c'est ce qui explique la réduction de l'ensemble. Le corps d'avant est mobile de telle façon que l'on peut opérer à de courtes distances en se reportant à des repères

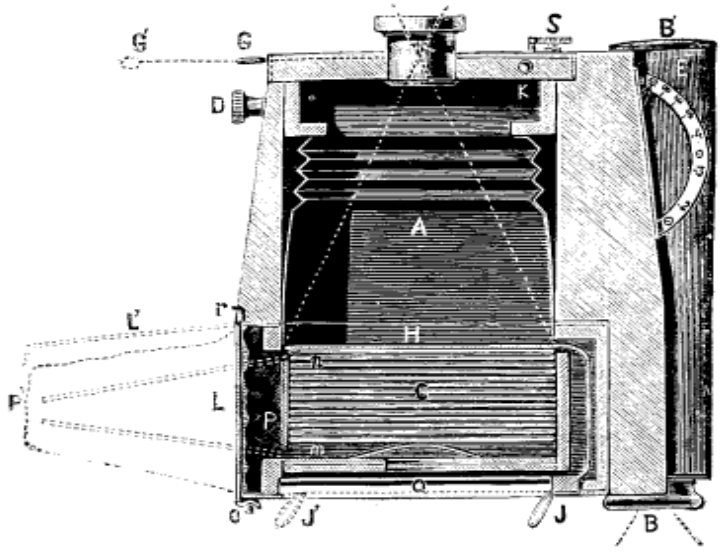


Fig. 59. — Simili-jumelle de M. Zion. Appareil à main à foyer réglable. — A. Chambre noire. — BB'. Viseur. — GG'. Cordelette armant l'obturateur. — D. Bouton de la crémaillère de mise au point. — E. Graduation suivant les distances. — S. Tension de l'obturateur. — K. Déclenchement placé à la partie supérieure. — H. Magasin de plaques (genre Enjalbert). — C. Plaques dans leurs cadres. — PP'. Sac souple replié et ouvert. — LL'. Plaque de fermeture du logement du magasin. — JJ'. Volet à rideau du magasin ouvert et fermé. — O. ouverture de contrôle du passage des plaques.

gravés sur le côté de l'appareil. L'obturateur comporte plusieurs vitesses ce qui est un avantage évident. La substitution des plaques se fait par un dispositif analogue à celui de M. Enjalbert (fig. 71). Le magasin est fixe, cependant dans un modèle spécial il peut s'enlever et se remplacer par un autre. La figure 59 donne la coupe de cette jumelle qui nous paraît très bien comprise.

La jumelle de M. Mackenstein ressemble davantage *à priori* à la jumelle de Carpentier car elle est de même forme (fig. 60). Elle s'en distingue cependant par de notables différences. Elle est à foyer réglable, le viseur placé sur le dessus de l'appareil est un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

viseur clair ordinaire. Le magasin de plaques est mobile et est composé de deux parties l'une contenant les plaques avant l'exposition et l'autre après. Le passage d'un compartiment dans l'autre se fait au moyen d'un extracteur à volet. Par suite d'une disposition particulière on peut dégager le magasin à demi et en plaçant un verre dépoli, se servir de cette jumelle comme d'un appareil ordinaire à mise au point. A cet effet l'obturateur, qui d'ailleurs possède diverses vitesses, permet de faire la pose à volonté. Dans cette hypothèse spéciale la jumelle est montée sur un pied canne.

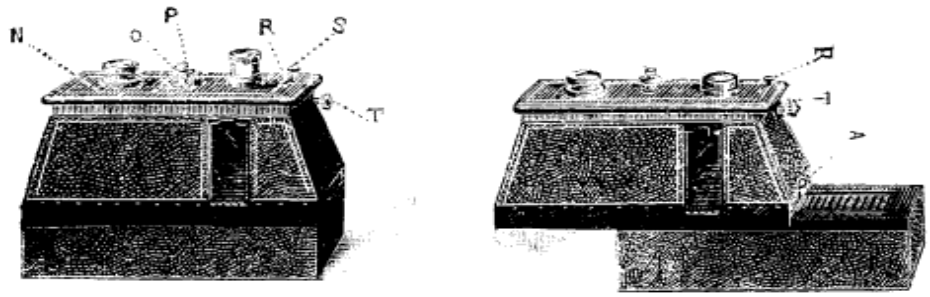


Fig. 60. — Jumelle de M. Mackenstein à magasin amovible.

Les jumelles que nous venons de décrire s'emploient, l'appareil étant placé à la hauteur de l'œil, tout comme une jumelle de théâtre. On a prétendu que cette position était la seule convenable pour obtenir des vues avec une perspective identique à celle perçue par notre œil. Cette affirmation est quelque peu exagérée mais nous ne nous attarderons pas à la discuter ; qu'il nous suffise de dire que, dans la pratique générale de la photographie, avec l'appareil sur pied, jamais celui-ci n'est à hauteur de l'œil et nous ne croyons pas que les images, faites dans ces conditions ainsi que celles obtenues avec les appareils tenus à la hauteur de la poitrine, soient aussi défectueuses qu'on a l'air de le dire.

2° Appareils à main à foyer réglable.

66. Cette catégorie d'appareils comprend tous ceux dont on peut faire varier la mise au point, d'après des repères déterminés au préalable et correspondant aux différentes distances en deçà de l'infini.

Nous citerons l'un des plus connus, l'express détective de Nadar. Une chambre photographique ordinaire de petit format est enfermée dans une enveloppe rigide qui en masque l'aspect et la protège contre les chocs. Le mouvement du corps d'avant, et par suite le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

déplacement de l'objectif, est commandé par une aiguille extérieure qui se meut sur un arc de cercle portant des divisions correspondant aux différentes distances. Cet appareil permet à volonté l'emploi des châssis ordinaires ou d'un châssis à rouleau. Il est muni d'un obturateur ne démasquant pas en armant et donnant plusieurs vitesses. Deux petits viseurs, placés sur les côtés, permettent facilement la mise en plaque, l'appareil étant placé pour opérer en hauteur ou en largeur (fig. 61).

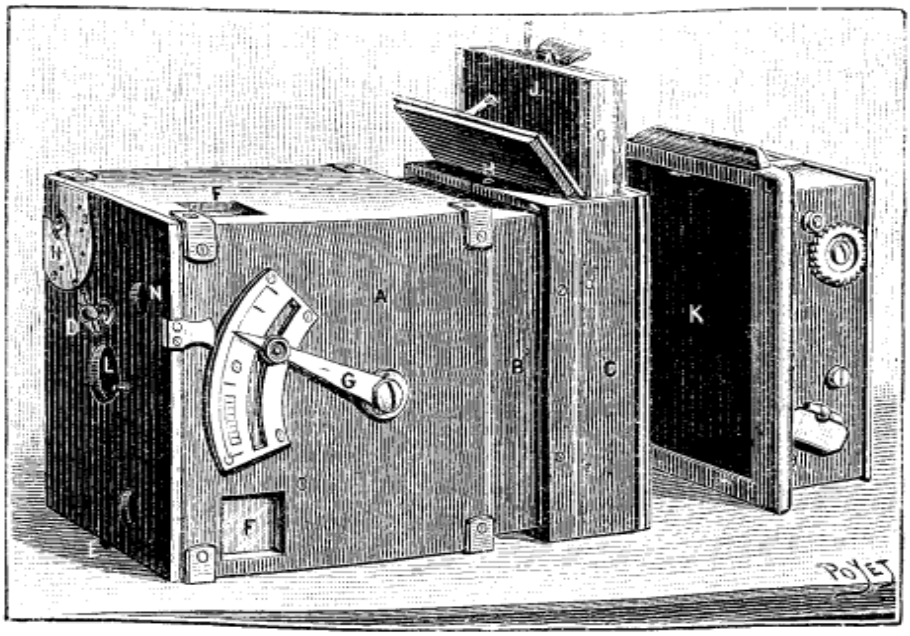


Fig. 61. — Express détective Nadar. Appareil à main à foyer réglable. — A. Chambre noire. — B. Soufflet rigide. — C. Logement du châssis. — D. Manette de l'obturateur. — H. Fermeture du logement du châssis. — J. Châssis négatif. — G. Levier de mise au point pour les différentes distances. — L. Objectif. — FF. Viseurs. — K. Châssis à rouleaux.

L'express détective, dans la catégorie des appareils à foyer réglable, est un des mieux compris qui aient été faits mais il n'est pas à l'abri des critiques impartiales en ce qui concerne les erreurs que l'on peut commettre dans la pratique avec des instruments de ce genre.

67. Afin de faciliter la mise au foyer des objets situés à des distances variables, il est préférable de déplacer l'objectif seul au lieu du corps d'avant. La manœuvre, dans ce cas, est beaucoup plus douce.

Le premier appareil de ce genre qui ait été indiqué est celui de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Hermagis, dans lequel l'objectif avait une monture analogue à celle d'une loupe de mise au point (fig. 8), qui lui permettait de coulisser dans sa rondelle. Aujourd'hui on emploie des montures hélicoïdales qui produisent le déplacement rapide de l'objectif sans que la lumière puisse pénétrer entre le tube et la rondelle, ce qui arrivait avec le premier dispositif (fig. 43).

3° **Appareils à main à vision simultanée.**

Les appareils de cette catégorie sont plus rares et en général plus coûteux et plus volumineux. Néanmoins, à notre avis, ce sont ceux qui auront la souplesse la plus grande et permettront les résultats les plus sûrs.

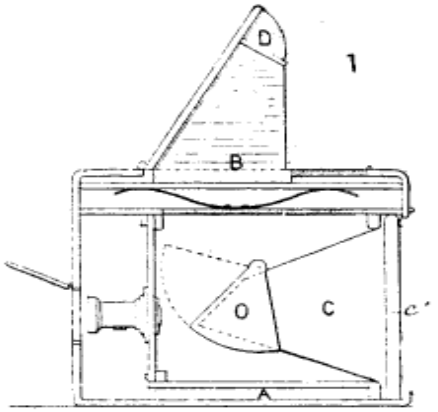


Fig. 62. — Chambre à miroir de M. Tourtin. — O. Miroir basculant.

68. Appareils à miroir de visée. — Nous citerons la chambre de M. Tourtin construite sur les données de M. Smith (fig. 62). Un miroir placé à 45° derrière l'objectif renvoie l'image sur un verre dépoli placé à la partie supérieure de la chambre et abrité par un abat-jour repliant. Le miroir peut pivoter sur son axe supérieur et, dans ce mouvement, il entraine une boite métallique percée d'une ouverture qui remplit le rôle d'obturateur. Le principe est analogue à celui que nous décrirons dans un instant mais l'appareil ainsi construit ne peut donner de grandes vitesses d'obturation à cause de la masse à entraîner et de la résistance de l'air sur la surface du miroir. Le brevet de Smith parlait de l'emploi possible d'un prisme au lieu du miroir. Cette substitution ne peut se faire dans l'appareil en question à cause des dimensions qu'il aurait fallu lui donner, de son prix élevé et enfin de son poids. L'appareil Tourtin utilise des châssis ordinaires. Grâce au système de vision simultanée, il permet la mise en plaque et la mise au point d'une façon assez exacte. Nous faisons en effet toutes nos réserves en ce qui concerne les doubles réflexions que doit donner le miroir employé et qui peuvent être une gêne appréciable s'il s'agit de mettre au point des objets très fins. Il en est de même de la vitesse de l'obturateur qui est insuffisante dans bien des cas. Grâce au dispositif employé et aux châssis indépendants,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cet appareil n'est pas très volumineux mais il ne permet pas les substitutions rapides de plaques; de plus, il faut prendre des précautions particulières pour que le châssis mis à sa place puisse rester ouvert sans danger de voiles pour la préparation sensible.

69. Appareils à prisme. — Nous avons le premier résolu sur une chambre photographique, avec la collaboration de M. Dessoudeix, l'adaptation d'un prisme à réflexion totale fonctionnant avec l'obturateur et permettant la mise en plaque et la mise au point d'une façon rigoureuse.

Voici la description de cet appareil datant de 1888 (fig. 63).

Une boîte en gainerie renferme les divers organes : objectif, obturateur à prisme, verre dépoli, viseur et magasin de plaques. Aucun organe n'est saillant, si ce n'est le bouton de mise au point et une vis destinée à immobiliser les plaques après la substitution.

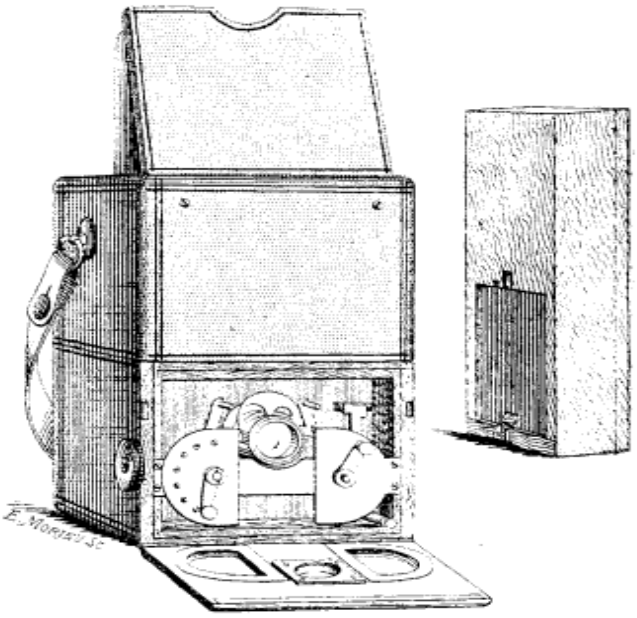


Fig. 63. — Chambre Londe et Dessoudeix. Appareil à main à vision simultanée à prisme. — Magasin amovible.

En ouvrant la porte antérieure, nous apercevons l'objectif muni de diaphragmes rotatifs, la manette qui sert à armer l'obturateur, la manette des différentes vitesses qui se meut sur une demi-couronne portant des encoches numérotées et le bouton de déclenchement. En pratique, cette porte n'est ouverte qu'au cas où l'on veut modifier le diaphragme et des ouvertures spéciales permettent d'atteindre les organes que nous venons de décrire ainsi que l'objectif. Celui-ci, commandé par le bouton de mise au point, se déplace seul et permet d'opérer depuis l'infini jusqu'à 50 cent. Son foyer est de 10,5. Par suite, au delà de 10 m. environ, il fonctionnera comme appareil automatique, la mise au point ne devenant nécessaire que pour les distances plus faibles.

A l'intérieur, derrière l'objectif, se trouve un prisme à réflexion totale monté sur un obturateur rectiligne équilibré de façon à an-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nuler l'effet de la masse du prisme. Lorsque l'obturateur est armé, le prisme reçoit les rayons sortant de l'objectif et les renvoie sur un verre dépoli supérieur situé à la même distance que la plaque sensible qui est placée à l'arrière comme dans une chambre ordinaire (fig. 44). Il résulte de ce dispositif que, l'objectif seul se déplaçant, les variations de mise au point seront les mêmes sur la plaque et sur le verre dépoli. On exécutera donc la mise au point sur le verre dépoli supérieur avec la même perfection que si celui-ci occupait la place de la plaque sensible. Pour faciliter cette opération qui s'effectue en plein jour, une bonnette spéciale munie de verres grossissants et que l'on dégage au moment voulu permet d'examiner l'image avec facilité sans être gêné par la lumière extérieure (fig. 64). Aussitôt que la mise au point est faite, ce que l'on contrôle en effectuant la mise en plaque, on déclenche l'obturateur. Celui-ci entraine le prisme, démasque la plaque un instant très court, variable d'ailleurs d'après la tension préalable du ressort obtenue au moyen de la manette des vitesses.

Fig. 64. — Mode d'emploi d'une chambre à vision simultanée. — (L'opérateur, un doigt de la main gauche placé sur le déclenchement et le bouton de mise au point entre le pouce et l'index de la main droite, regarde l'image sur le verre dépoli supérieur).

L'opération est terminée, et l'on peut de suite armer à nouveau l'obturateur qui est muni d'un volet de sûreté ne permettant pas le passage de la lumière pendant cette manœuvre. L'opérateur est du reste prévenu qu'il a oublié d'armer son obturateur, parce que l'image n'est visible dans le viseur que lorsque l'appareil est prêt à fonctionner. Cette disposition a été copiée depuis dans beaucoup d'appareils, elle est en effet d'une grande utilité.

Les plaques sont contenues à l'arrière dans un magasin mobile à substitution analogue à celui qui a été indiqué par M. Fol. Nous en parlerons du reste plus loin (73). En résumé cet appareil est un de ceux qui, dans la catégorie des appareils à main, répondent le mieux aux conditions nécessaires. Cela n'a du reste rien d'étonnant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

puisque nous l'avons fait construire précisément pour répondre à ces conditions. En effet il résoud complètement les points suivants :

1° Mise au point rapide et précise à toutes les distances jusqu'à 50 cent ;

2° Viseur de même taille que la plaque évitant toutes erreurs et permettant d'obtenir des images de dimensions déterminées ;

3° Éclairage identique dans le viseur et l'appareil ;

4° Différentes vitesses d'obturation ;

5° Substitution simple et rapide des plaques ;

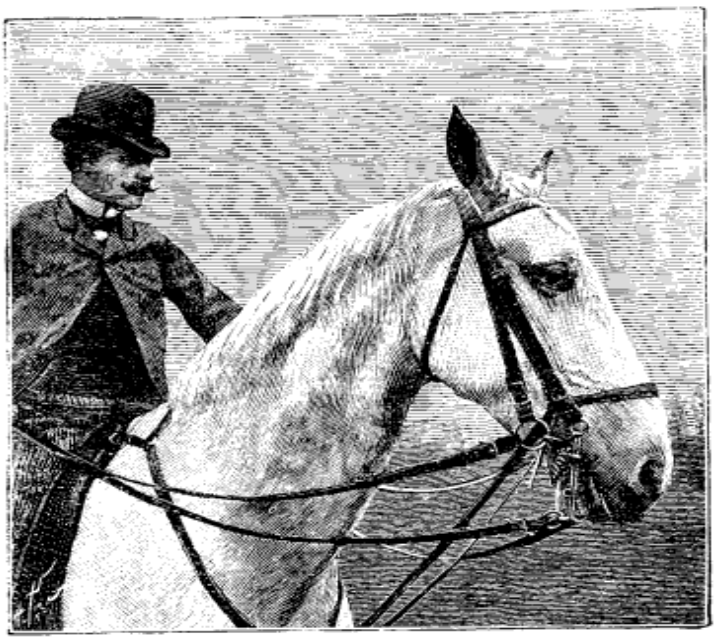


Fig. 65. — Fac-similé d'une épreuve obtenue à courte distance avec la chambre à prisme Londe et Dessoudeix.

6° Magasin amovible ;

7° Simplicité de manœuvre et sûreté des résultats.

Nous insistons en particulier sur ce dernier point qui est capital à notre point de vue ; nous avons abandonné les appareils à foyer réglable parce que le nombre de négatifs manqués était trop considérable, par suite des erreurs inévitables de la pratique, et nous avons adopté le système à vision simultanée qui, convenablement manié, permet d'être assuré toujours de l'absolue netteté. Cet avantage indéniable est acquis, il est vrai, au prix d'une augmentation du volume total de l'appareil et d'une construction de précision qui en élève la valeur. C'est à l'opérateur de juger s'il vaut mieux payer un appareil bon marché, être un peu moins chargé et ne

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

réussir qu'une partie de ses clichés ou au contraire faire de suite une dépense plus élevée, avoir un instrument un peu plus lourd et volumineux mais avec lequel le succès est assuré à chaque opération.

Pour montrer l'avantage qu'il y a dans certains cas à obtenir des images de grande taille, nous donnons le fac-simile d'une photographie obtenue avec cet appareil à courte distance (fig. 65). Dans ce cas particulier la supériorité des appareils à vision simultanée qui permettent d'effectuer une mise au point rigoureuse est indiscutable.

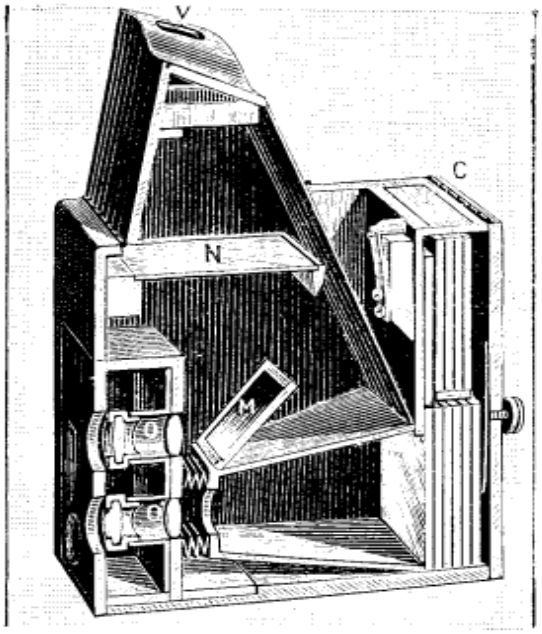


Fig. 66. — Appareil à vision simultanée à deux objectifs. — M. Miroir — OO. Objectifs. — V. Verre dépoli supérieur. — C. Magasin de plaques.

70. Appareils à vision simultanée à deux objectifs. — Nous citerons dans cet ordre d'idées un appareil construit sur nos indications par MM. Bazin et Leroy et celui bien connu de M. Français.

Dans ces appareils, les deux objectifs de même foyer sont superposés. Le supérieur renvoie son image au moyen d'un miroir sur un verre dépoli placé sur le dessus de la chambre. Les deux objectifs fonctionnent sous l'action d'une crémaillère commune de telle sorte que la mise au point exécutée sur le verre dépoli l'est également sur la surface sensible (Voir fig. 45). La nécessité d'un second objectif de même foyer entraîne un supplément de dépense mais permet de rendre le prisme ou le miroir, destiné à renvoyer l'image dans le viseur, indépendant de l'obturateur. La vitesse de celui-ci, ainsi allégé, peut donc être plus considérable. La complication du mécanisme est beaucoup moindre et somme toute, malgré le prix du second objectif on arrive à une économie sur l'ensemble. Aussi ce deuxième système est-il maintenant préféré au précédent, toutes les autres dispositions précédemment décrites étant conservées.

Nous donnons (fig. 66) une vue de notre appareil montrant les dispositions intérieures. Un autre dessin (fig. 67) représente le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

même appareil vu d'arrière, et laisse voir la petite ouverture munie d'un verre rouge par laquelle on contrôle le numéro des châssis. Au milieu de la paroi d'arrière se trouve le bouton de serrage qui immobilise les plaques pendant le transport et assure leur position rigoureuse au foyer. En dessous des viseurs V, V, on aperçoit une petite ouverture qui permet de retirer les prismes grossissants pour en effectuer le nettoyage.

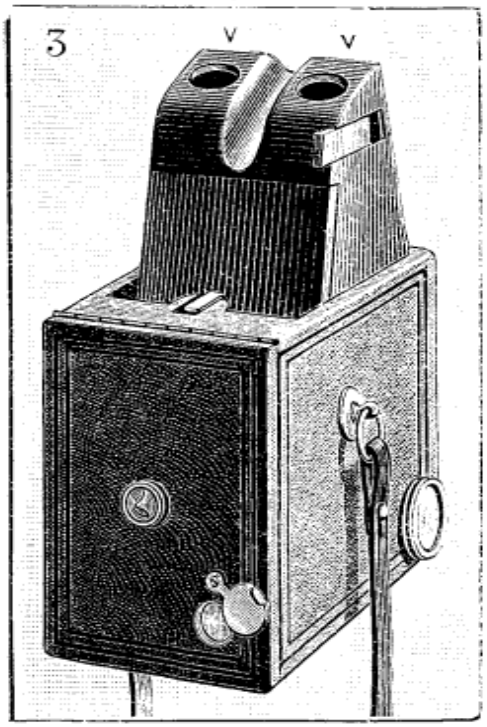


Fig. 67. — Vue d'arrière de la chambre à vision simultanée. — VV, Ouvertures de la bonnette. — 4, Numéro de contrôle du passage des plaques.

L'appareil de M. Français (fig. 68) est différent du précédent en ce sens qu'il utilise des châssis genre Vidal au lieu de magasin et que la mise au point s'effectue non par un bouton moleté mais par une tige latérale, se mouvant sur un arc de cercle, qui peut servir au besoin pour graver une graduation. Il possède comme notre appareil une bonnette que l'on redresse au moment de la pose (fig. 69).

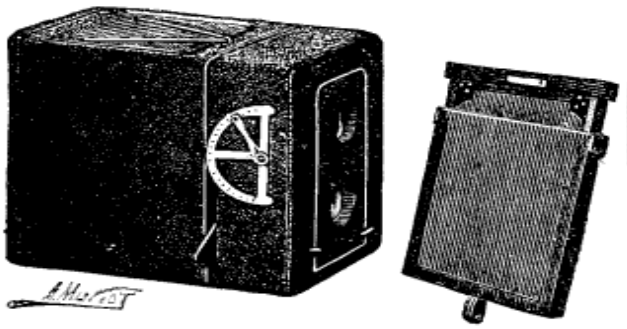


Fig. 68. — Le Kinégraphe de M. Français, appareil à vision simultanée à deux objectifs, avec châssis Vidal.

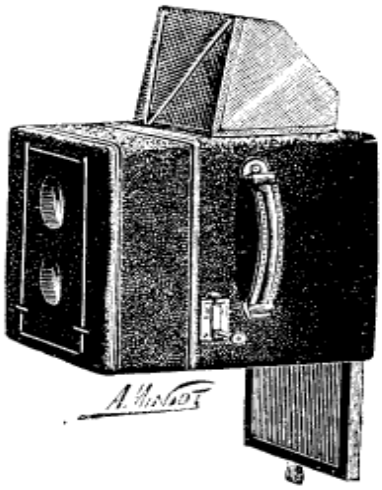


Fig. 69. — Kinégraphe de M. Français ouvert.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DESCRIPTION SYSTÉMATIQUE DES DIVERS TYPES PRINCIPAUX DE MAGASINS.

Suivant que l'on emploie des préparations sensibles sur support de verre ou sur support souple, les dispositifs indiqués seront tout différents. Nous aurons donc à étudier d'une part des magasins destinés aux plaques et de l'autre ceux destinés aux pellicules.

Magasins pour plaques.

71. Magasin Enjalbert. — Nous citerons tout d'abord un des

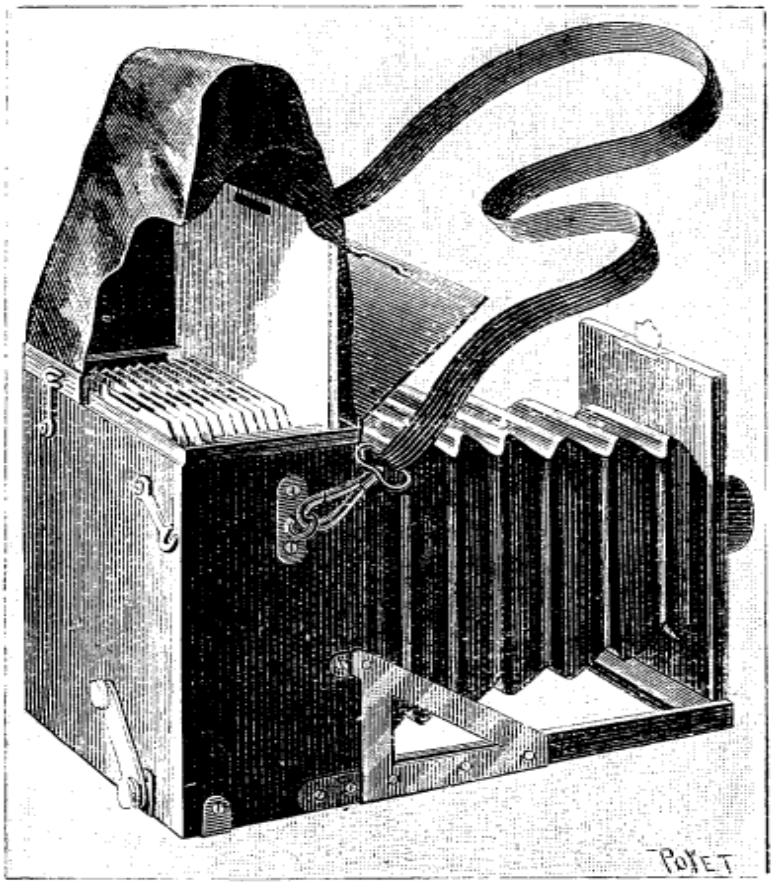


Fig. 70. — Magasin Enjalbert.

plus simples et des plus anciens dû au regretté M. Enjalbert (fig. 70). Les plaques placées dans des petits cadres métalliques sont mises

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans une boîte fixée à l'arrière de la chambre de façon que la première plaque soit au foyer de l'objectif. La partie supérieure de la boîte est à jour et recouverte d'un petit sac en cuir ou étoffe imperméable à la lumière. Un levier spécial permet d'élever la plaque qui a posé on la saisit au travers du sac avec les doigts et on va la loger à l'arrière et ainsi de suite. Un ressort antagoniste, situé à la partie postérieure de la boîte, presse toujours les plaques sur la feuillure d'avant, de façon à ce que la première soit rigoureusement dans le plan focal. Pour le transport, le sac se replie sur l'appareil. Nous devons reconnaître que ce dispositif a été adopté par de nombreux constructeurs; il est très bien compris et le volume total est réduit au minimum puisqu'il n'y a pas de place perdue.

72. Châssis Hanau. — M. Hanau a construit un châssis tout

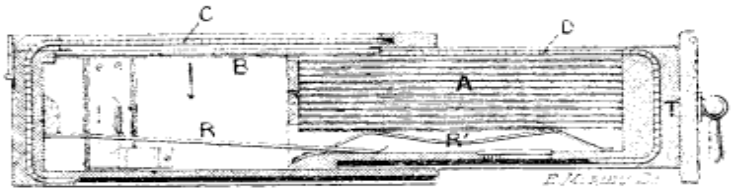


Fig. 71. — Magasin Hanau. — A. Plaques dans leurs cadres entraînées par le tiroir mobile. — B. Plaque ayant posé qui va tomber dans le fond du magasin. — C. Volet à rideau du magasin. — D. Volet de sûreté masquant l'ouverture du tiroir lors du changement. — R. Ressort destiné à guider la plaque posée sous la provision de plaques. — R'. Ressort destiné à soulever la provision de plaques pour réserver le logement de la plaque posée. — T. Tiroir mobile.

différent. — Les plaques sont mises dans une boîte double dont une des parties rentre dans l'autre. Pour faire la sustitution on met d'abord l'appareil horizontal puis on sort le tiroir qui entraîne toutes les plaques sauf la première. Celle-ci tombe par son propre poids dans le fond et *elle* est repoussée sous la pile lorsque l'on ferme le tiroir (fig. 71). Nous avons vu une variante de ce dispositif dans la photo-jumelle. Le volume de ce châssis magasin est de dimensions réduites par rapport au nombre de plaques employées. Il est simplement un peu plus épais à cause de la double boîte.

73. Magasin Flo. — Ce modèle très original est constitué par une boîte qui a deux fois la largeur des plaques employées et qui est séparée en deux par une cloison interrompue à ses deux extrémités de façon à laisser le passage pour un seul châssis (fig. 72). On met dans cette boîte un nombre impair de châssis, 6 par exemple d'un côté et 5 de l'autre. Pour changer la plaque il suffira de faire pivoter la boîte autour d'un axe idéal qui traverserait la séparation.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sans qu'il y ait aucun mécanisme, les châssis se substituent les uns aux autres par leur propre poids. C'est ce dispositif que nous avons adopté à notre chambre à main à cause de sa simplicité et de la sûreté de fonctionnement. Il est seulement nécessaire que les châssis soient bien construits.

Pour contrôler la marche de ce magasin, les châssis portent un numéro qui vient se placer devant une ouverture munie d'un verre rouge clair. Etant donné ce mode de substitution, il est nécessaire de graver sur les châssis un double numérotage combiné de façon à ce que le chiffre visible à travers l'ouverture corresponde toujours à celui de la plaque. La fig. 72 montre parfaitement cette disposition sans qu'il soit nécessaire d'insister.

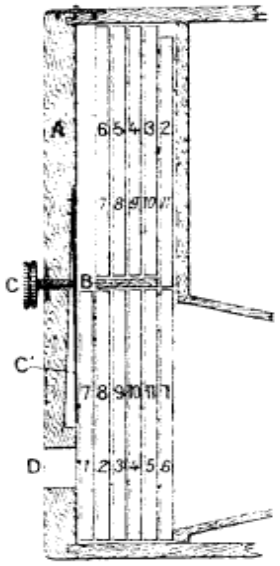


Fig. 72. — Magasin Fol. — A. Porte du magasin. — B. Cloison interrompue. — C. Bouton de serrage du ressort de pression. — C'. Ressort de pression. — D. Ouverture garnie d'un verre rouge. — 1 à 11. châssis avec plaques.

Dans le châssis Fol la perte de volume n'est que de $\frac{1}{12}$ du volume total mais il nécessite une longueur double de la plaque. Il n'est donc utilisable qu'avec certains appareils à vision simultanée dont il n'augmente pas le volume. Il n'en serait pas de même avec un appareil ordinaire.

74. Magasin Buisson. — Ce système ne ressemble en rien aux précédents. Les châssis garnis de plaques sont à l'arrière de l'appareil et, au moyen d'un échappement quelconque, on dégage la partie supérieure du premier, celui-ci s'abat alors dans la partie inférieure; les autres sont repoussés en avant par un fort ressort qui est fixé à l'intérieur de l'appareil et ainsi de suite (fig. 73). L'augmentation de volume est assez considérable puisqu'il faut dans le dessous de l'appareil un magasin de dimensions égales à celui qui contenait les plaques avant l'exposition.

Ce système, qui permet par un artifice convenable de faire tomber la plaque par la manœuvre même de l'obturateur, est adopté par divers constructeurs; c'est ainsi qu'est fait le vélocigraphe bien connu de M. Hermagis.

75. Magasins superposés. — En principe, ces appareils contiennent des logements identiques et superposés, l'un qui renferme les plaques avant l'exposition et l'autre qui les reçoit après. La

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

manœuvre d'un volet ou d'une pièce spéciale les fait passer d'un compartiment dans l'autre. Ce système entraîne une augmentation de volume inévitable. Il peut cependant s'appliquer avec avantage aux appareils à vision simultanée.

Magasins pour pellicules.

76. Ces magasins sont destinés à recevoir des préparations sensibles à l'état pelliculaire soit rigides soit souples, en morceaux ou

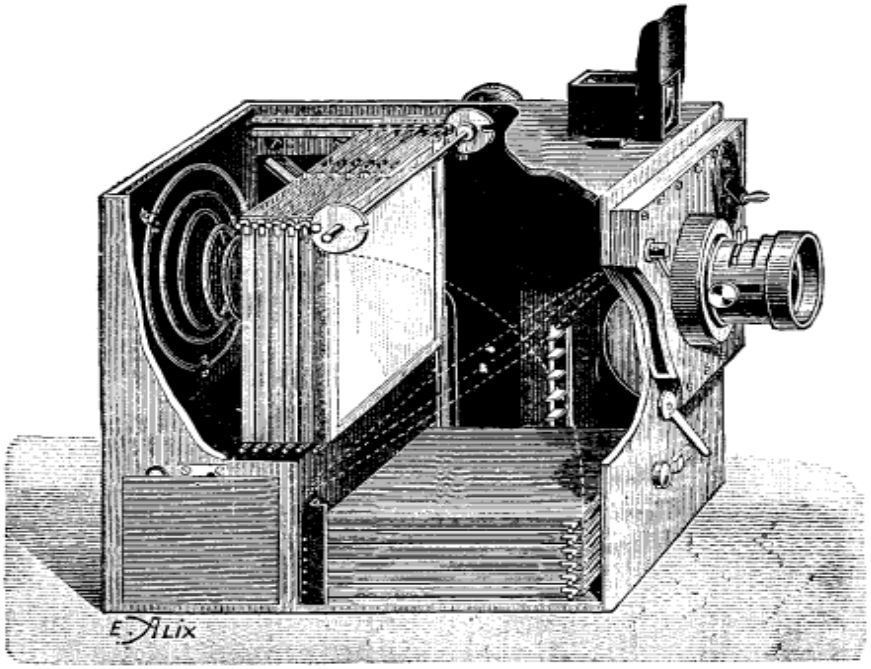


Fig. 73. — Chambre L. Lumière montrant un mécanisme de changement de plaques analogue au système Buisson.

en longues bandes. Les dispositifs convenables seront par suite fort différents.

77. Magasins pour pellicules en morceaux rigides. — Nous citerons d'abord l'appareil de M. Planchon qui est basé sur le même principe que celui de M. Enjalbert et permet d'utiliser les pellicules à bordure métallique de cet inventeur. Celles-ci sont garnies au dos d'un carton noir, pour préserver de la lumière les plaques qui sont emmagasinées les unes derrières les autres.

78. L'appareil du Dr Krugener, le *Cinquante plaques* est plus compliqué. Il est destiné à utiliser les pellicules rigides à support

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de celluloïd que l'on trouve actuellement dans le commerce. Il est

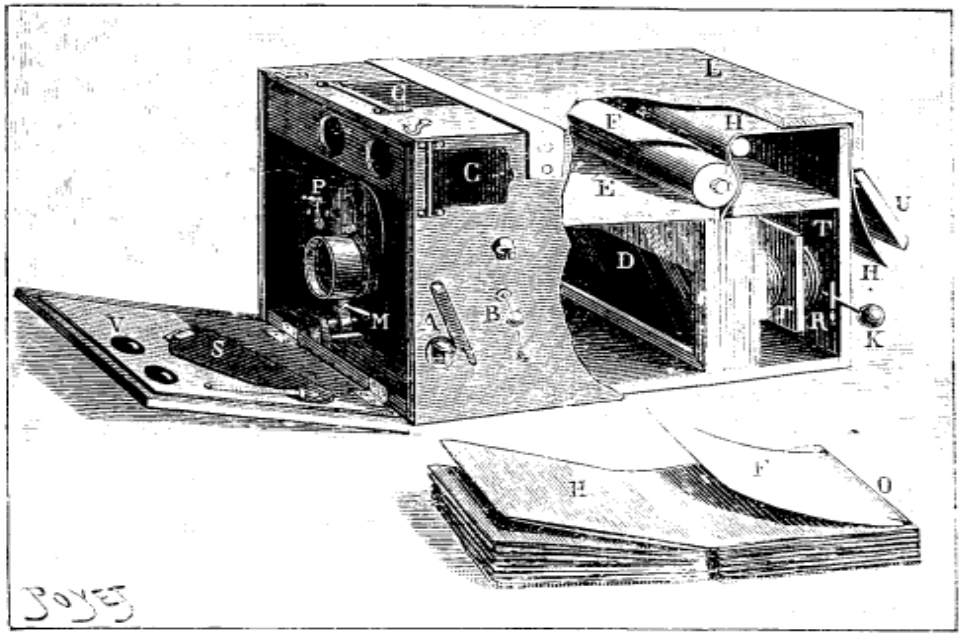


Fig. 74. — Appareil « le Cinquante plaques » avec magasin pour pellicules rigides.

des plus ingénieux (fig. 74). Les pellicules sont placées dans un plissé de papier noir, le tout formant un bloc compact. Chaque pellicule est engagée dans une feuillure qui la maintient suffisamment à sa place. L'extrémité du papier sort de l'appareil et pour obtenir le passage de chacune des pellicules au foyer de l'objectif, il suffit de le tirer de la quantité voulue. La plaque démasquée par le pli précédent s'applique sur une glace à travers laquelle se fait l'impression. Une fois la pose faite, la traction du papier entraînera la pellicule posée et viendra la laisser tomber dans un magasin supérieur pendant que la précédente vient la remplacer au foyer de l'objectif (fig. 75).

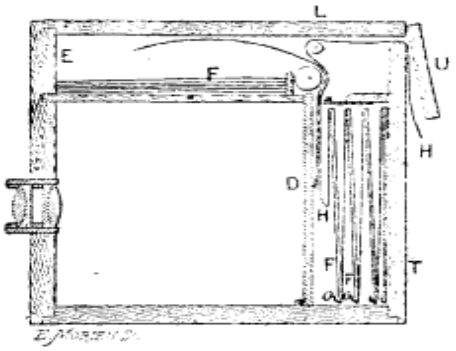


Fig. 75. — Détail du principe du « Cinquante plaques. » — LT. Chambre noire. — D. Plaque de verre placée dans le plan focal. — H. Magasin renfermant le plissé contenant les pellicules. — FF. Pellicules. — E. Magasin recevant les pellicules exposées. — H. Sortie du plissé de papier noir. — OO. Feuillures du plissé. — U. Planchette rabattante masquant la sortie du plissé.

Cet appareil donne, paraît-il de bons résultats, malgré l'interposition de la glace : il n'y a à craindre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que la rupture accidentelle de la bande de papier noir, dans quel cas l'appareil est hors de service.

79. Magasins pour pellicules en morceaux souples. — M. Perron a indiqué, il y a plusieurs années déjà, un dispositif qui remplissait ce but et c'est certainement cet appareil qui a inspiré le Cinquante Plaques qui vient d'être décrit. Ainsi qu'on le voit dans la figure 76, les pellicules sensibles souples, sont disposées dans un plissé de papier noir en nombre assez considérable.

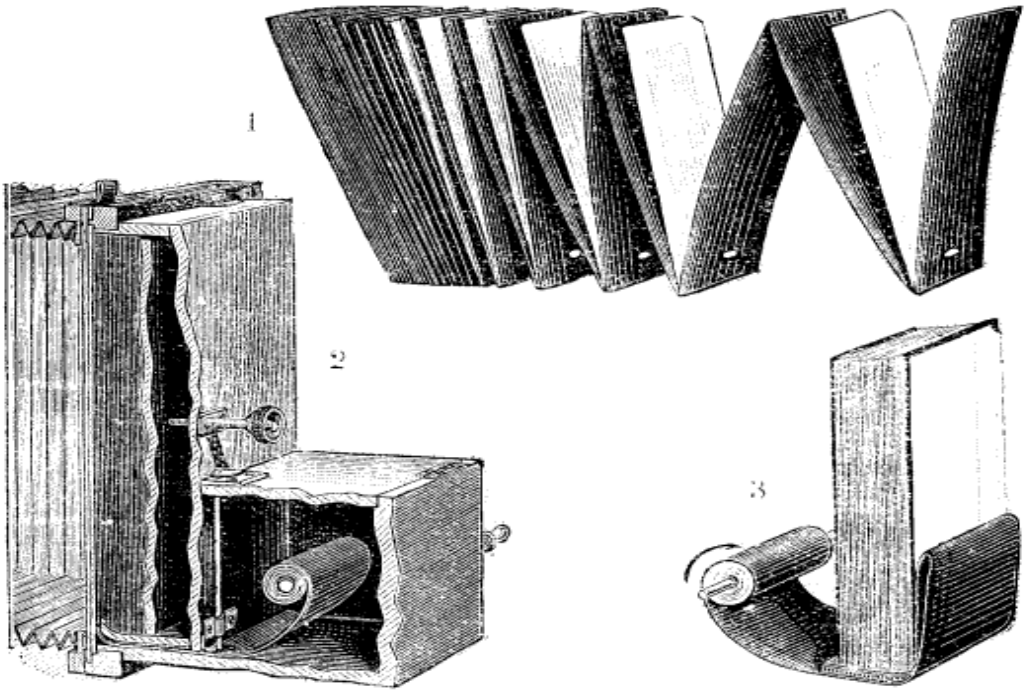


Fig. 76. — Détail du principe de l'appareil Perron. — 1°. Plissé de papier noir renfermant les pellicules séparées. — 2° Châssis adapté à l'arrière de la chambre noire montrant le rouleau destiné à recevoir les préparations après l'exposition. — 3° Mode d'entraînement du plissé au moment où la pellicule va être démasquée.

Ce plissé, qui est placé dans un châssis spécial qui s'adapte à tout appareil, est constamment appuyé par une vis de pression contre une glace qui est exactement au foyer. On engage l'extrémité du plissé sur un axe qui est dans la partie la plus épaisse du châssis, et sur lequel on peut l'enrouler avec toutes les pellicules interposées et ceci au fur et à mesure de la pose. Chaque partie du plissé porte un petit trou dans lequel s'engage une tige qui sert d'indicateur et fait savoir si l'on a exactement dévidé la quantité voulue.

Cet appareil n'a pas eu le succès que son originalité lui assignait

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

parce qu'il existe très peu de pellicules suffisamment souples pour être employées. Néanmoins nous avons cru devoir le signaler parce que l'idée qu'il renferme nous est revenue de Belgique avec l'étiquette étrangère, ce qui arrive du reste fréquemment aux inventions d'origine française.

A part ce dispositif, les pellicules souples devront être mises dans des cadres spéciaux permettant de les tendre d'une façon satisfaisante : ainsi montées elles peuvent être employées au lieu et place des plaques dans la plupart des appareils précédemment décrits. Nous ne voyons cependant guère dans ce cas leur avantage, puisque le poids du stirator ou de l'extenseur sera au moins égal à celui de la plaque. Un des avantages inappréciables de la pellicule est la diminution du poids mais il n'existe plus si l'on est obligé de recourir aux extenseurs, sans compter que la planité obtenue avec ces appareils fort compliqués en général est assez douteuse.

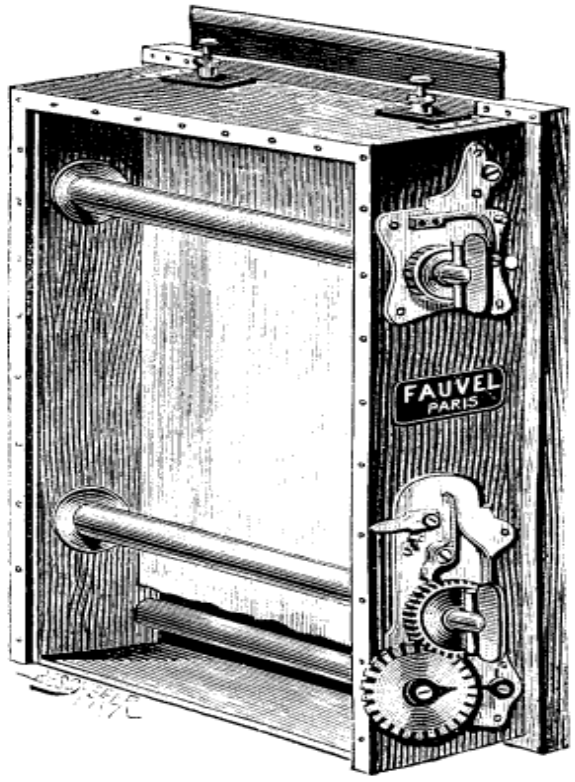


Fig. 77. — Châssis à rouleaux pour pellicules en longues bandes.

30. Magasins pour pellicules en longues bandes. — Nous en avons déjà parlé à propos du Kodak (64) et nous répétons qu'à notre avis ce sont les magasins de l'avenir car, sous le plus petit poids et le plus faible volume, ils renferment la plus grande quantité de préparations sensibles (fig. 77).

Les modèles de châssis à rouleaux proposés sont innombrables et ils ne diffèrent que par de petits détails. La pellicule enroulée sur une bobine, passe devant une surface plane exactement au foyer de l'objectif, puis vient s'engager dans une seconde bobine qui est la bobine réceptrice. Celle-ci peut se manœuvrer de l'extérieur de façon à faire avancer la pellicule de la quantité voulue après chaque épreuve.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Un bon châssis à rouleaux doit être simple de manœuvre, tendre avec perfection la pellicule, dérouler celle-ci exactement de la quantité voulue.

31. Un perfectionnement important consistera à marquer la limite de séparation de chaque image afin de savoir exactement à quel endroit on fera la coupe pour procéder au développement. Ce résultat est obtenu au moyen de pointes qui perforent automatiquement la pellicule entre chaque épreuve.

L'appareil devra être muni d'un compteur qui permet de con-

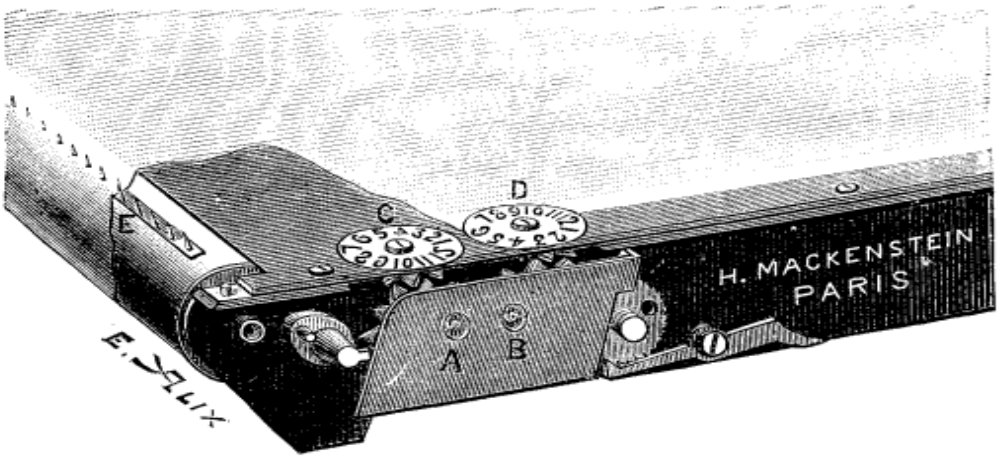


Fig. 78. — Détail du châssis à rouleaux de M. Mackenstein avec perforateur et inscription automatique d'un numéro d'ordre sur chaque négatif. — A. B. Numéros du compteur. — C et D. Numéros transparents s'imprimant sur le négatif. — E. Perforateur.

naître à chaque instant la quantité employée et celle restant disponible.

Dans le châssis de M. Mackenstein nous trouvons un dispositif très ingénieux, qui permettra d'inscrire sur la préparation sensible un numéro d'ordre (fig. 78). Deux petits disques pleins l'un pour les unités, l'autre pour les dizaines, portent des chiffres évidés et sont placés sur la bordure de la préparation. Ces disques sont en relation avec le compteur automatique qui est employé ordinairement et ils avancent, celui des unités d'une division à chaque exposition et celui des dizaines d'une unité à chaque dizaine. — Chaque fois que l'on fera une épreuve la lumière pénétrant par les numéros les impressionera sur la préparation. Ce dispositif sera très précieux pour se reporter aux diverses notes que l'on doit prendre à chaque cliché fait.

32. Le châssis à rouleaux, qui déjà renferme une quantité im-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

portante de pellicule, peut être déchargé et rechargé en plein jour, en utilisant un procédé indiqué il y a bien longtemps. Ce procédé consiste à coller aux extrémités de la pellicule des prolongements de papier noir qui la préserveront complètement de l'action de la lumière avant et après l'exposition (fig. 79). On pourra avoir ainsi sous un petit volume un certain nombre de bobines de rechange. Une seule précaution à prendre, c'est d'employer une pellicule coupée très exactement de la hauteur de la bobine, afin que la lumière ne puisse pénétrer par la tranche. — Avec ce dispositif, on peut amorcer l'appareil et le décharger avec sécurité. Néanmoins nous croyons qu'il sera prudent de toujours faire ce changement sous le voile noir. Pendant toutes les opérations on devra maintenir la

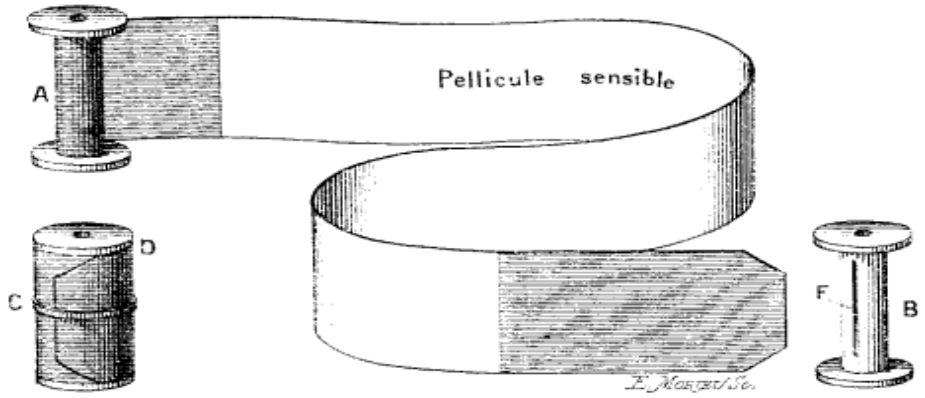


Fig. 79. — Dispositif permettant de charger et de décharger en plein jour les châssis à rouleaux. — A. Bobine garnie d'une pellicule avec prolongement de papier noir. B. Bobine receptrice. F. Fente servant à engager la pellicule dans la bobine. D. Bobine chargée. C. Bracelet de caoutchouc.

pellicule très serrée sur la bobine et celle-ci sortie, on l'immobilise avec un caoutchouc.

Ce dispositif est employé à notre connaissance par M. Marey, M. Damoizeau et on le trouve également dans certains appareils d'origine américaine.

Les Américains emploient du reste beaucoup les châssis à rouleaux et ils sont arrivés à simplifier considérablement le mécanisme de ces appareils qui étaient très compliqués au début. L'un des plus remarquables à ce point de vue est le châssis Blair (fig. 80).

83. On place la bobine garnie de papier noir en A où elle est simplement maintenue en place au moyen d'un fort ressort courbé convenablement de façon à l'envelopper presque complètement; la pellicule passe sur un cylindre pointeur B, de là dans le plan focal et elle est ensuite emmagasinée sur la bobine récep-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

trice C que l'on manœuvre de l'extérieur. Le bon glissement de la pellicule est obtenu au moyen des rouleaux mobiles RRR. La circonférence du rouleau pointeur est précisément égale à la longueur de la pellicule correspondant au format employé.

Dans le « *Bull's Eye* » qui contient également un châssis Blair il y a à signaler le montage de la pellicule sur une longue bande de papier noir continue et prolongée suffisamment aux deux extrémités pour recouvrir le tout avant et après l'exposition. Au dos de cette bande, dans la partie correspondant à la pellicule se trouvent imprimés des numéros en blanc. Il suffit d'amener ces numéros

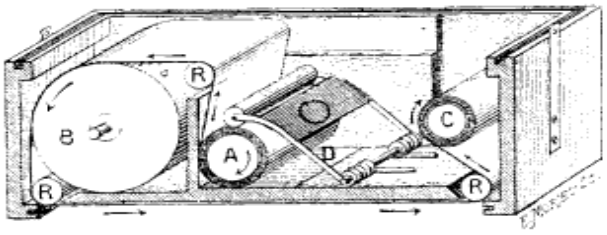


Fig. 80. — Châssis à rouleaux simplifié de M. Blair. — A. Bobine contenant la pellicule et le papier noir numéroté. — B. Rouleau pointeur. — C. Rouleau pointeur. — R R. Rouleaux mobiles.

devant une petite ouverture garnie d'un verre coloré pour être sûr que la pellicule a avancé de la quantité voulue.

Ce système qui supprime le compteur et qui permet de se rendre compte si le fonctionnement est satisfaisant, nous paraît très précieux à cause de sa simplicité. D'autre part, à condition que le papier employé ne soit pas lui-même une cause d'altération, il est certain que les différentes spires de la pellicule séparées par un écran opaque se conserveront dans de meilleures conditions.

III. — CLASSE DES APPAREILS PORTATIFS SANS PIED A FOYER RÉGLABLE.

84. Notre collègue, M. Vidal, qui s'est particulièrement occupé de cette question et qui a poussé beaucoup à l'emploi des appareils de petit format, a présenté il y a quelques années, un instrument connu sous le nom de *En cas Photographique* (fig. 81).

Cet appareil n'est qu'une chambre photographique ordinaire de petit format. Elle donne des épreuves 8 × 9 et une fois repliée son volume est des plus réduits. La base porte une série de repères qui correspondent aux diverses distances et il suffit d'amener le corps d'avant en face de telle ou telle division pour être assuré de la mise au point rigoureuse, quand on connaît exactement la dis-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tance. La mise en plaque se fait au moyen d'une lentille bi-convexe placée à la partie supérieure.

D'après la classification que nous avons adoptée, cet appareil ne rentre donc pas dans la catégorie des appareils à main puisqu'il est démontable et n'est pas toujours prêt à servir.

85. Le système de châssis adopté est tout particulier. Il se compose d'un cadre, renfermant deux plaques, qui s'engage dans une boîte mince qui l'enveloppe en entier. On le place à l'arrière de la

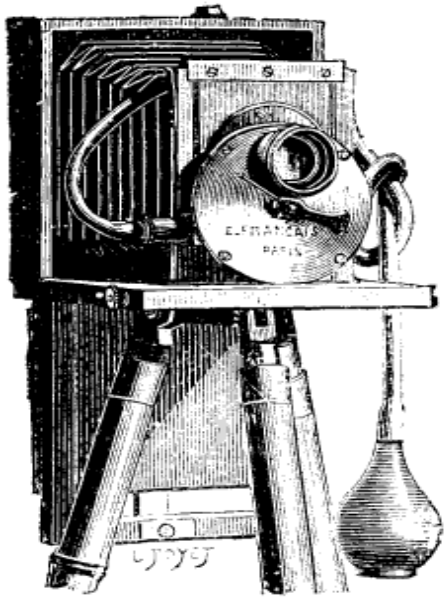


Fig. 81. — Appareil portatif à foyer réglable de M. Léon Vidal. — Le châssis est ouvert et dépasse à l'arrière de la chambre.

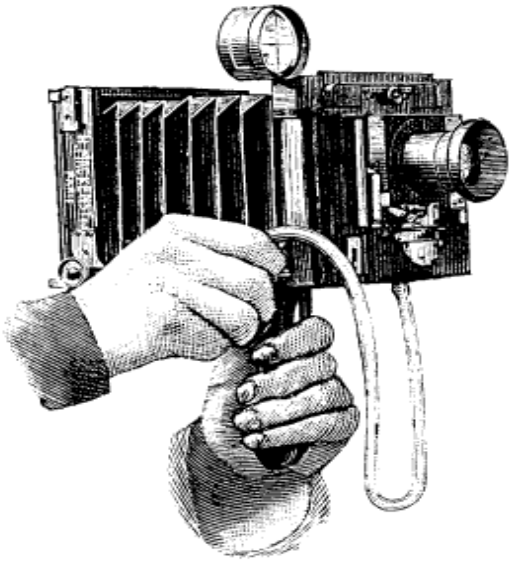


Fig. 82. — Chambre ordinaire de petit format disposée pour travailler à la main.

chambre, dans un logement fermé par un volet spécial et on l'ouvre en tirant la boîte qui descend sous l'appareil, le cadre contenant les deux plaques restant en place. Ce dispositif convenablement construit fonctionne bien mais il a l'inconvénient d'augmenter le volume et ceci précisément au moment de la pose. (Voir fig. 68 et 69.)

On peut employer également une chambre ordinaire à châssis à condition de la graduer auparavant et de la monter sur une poignée qui permet de la tenir facilement (fig. 82).

Ces appareils sont susceptibles de donner d'excellents résultats toutes les fois que l'on pourra déterminer exactement la distance du modèle mais ils ne sauraient convenir pour la reproduction des scènes inattendues qui demandent à être saisies sans perte de temps.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

86. Appareils à joues pliantes. — Dans ce modèle très répandu (fig. 83) l'avant et l'arrière de la chambre sont réunis au moyen de planchettes latérales en bois, planchettes qui se rabattent lorsque l'on replie l'appareil : son épaisseur est alors

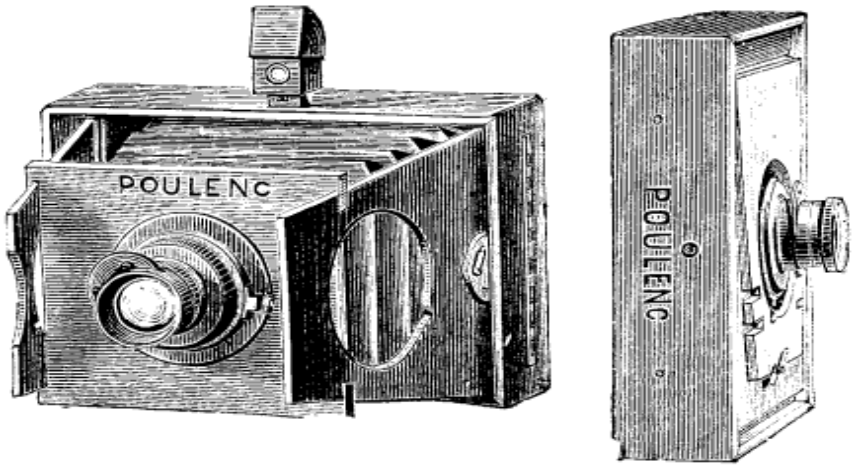


Fig. 83. — Appareil à joues pliantes (ouvert et fermé).

très faible. La mise au point s'effectue au moyen du déplacement de la monture de l'objectif qui est à pas de vis très allongé ou à mouvement hélicoïdal (fig. 43). Cette deuxième solution est de beaucoup préférable.

Le seul inconvénient de cet appareil est qu'il ne peut fonctionner qu'avec un objectif de foyer déterminé. On a bien proposé de faire sur les joues des logements différents correspondant aux divers objectifs que l'on veut employer. Ce correctif constitue un progrès évidemment mais il faudra éviter les erreurs dans le placement de la planchette d'avant.

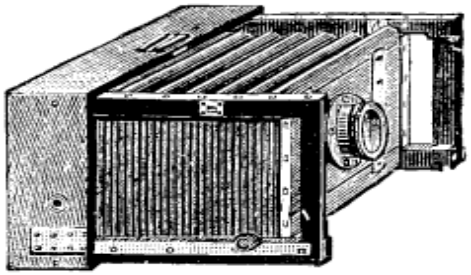


Fig. 84. — Appareil à joues droites et à foyer réglable de M. Fauvel.

Avec certains modèles perfectionnés tels que celui de M. Fauvel, on aura des latitudes plus grandes pour l'emploi des divers objectifs et pour la facilité de variation de mise au point. Dans cet appareil les joues sont droites et portent deux crémaillères parallèles qui assurent le déplacement rigoureux du corps d'avant d'après le foyer de l'objectif. Celui-ci est monté sur une planchette à double décentrement (fig. 84). Convenablement gradué il constitue un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

appareil à foyer réglable, permettant d'employer des objectifs de foyers différents. En le montant au besoin sur un pied il pourra servir dans toutes les opérations habituelles. A cause de son faible volume lorsqu'il est replié, c'est certainement un des appareils les plus pratiques pour le touriste qui ne veut pas trop se charger et désire néanmoins obtenir des épreuves d'une taille suffisante.

87. Le format des appareils portatifs sans pied peut dépasser de beaucoup celui des appareils à main car, si au moment de l'usage, ils sont plus volumineux, au contraire pendant le transport, ils sont peu gênants et encombrants. Ainsi un appareil 13 × 18 de Fauvel avec trois châssis doubles, a les dimensions suivantes : longueur 24^{cm}, largeur 18^{cm}, épaisseur 11^{cm}. Il ne pèse que 2 kilos environ. Bien des appareils à main sont certainement plus encombrants.

Le choix de l'appareil sera donc fait d'après la nature des travaux que l'on désirera entreprendre.

Nous espérons que le lecteur, après tout ce que nous venons de dire sur la chambre noire, saura trouver celle qui lui donnera le plus de satisfaction.

Il nous reste en dernier lieu à traiter une partie importante, c'est celle de l'essai du matériel.

ESSAI DU MATÉRIEL.

88. Cet essai devra être fait au moment de l'acquisition et renouvelé un certain temps après. En effet, les chambres noires et les châssis prennent forcément du jeu avec le temps et par l'usage. Un matériel irréprochable au début, peut avoir besoin d'être revu par le fabricant après une saison de travail.

Cette observation ne diminue en rien la valeur de la construction mais il est bon que le lecteur sache que les petites modifications qui se produisent par le jeu du bois des appareils sont pour ainsi dire inévitables. Aussi nous ne conseillerons jamais de partir pour un voyage lointain avec un matériel neuf ; il faut l'avoir éprouvé dans les conditions variables de la pratique et ce n'est qu'après l'avoir fait retoucher, si nécessaire, que l'on pourra s'embarquer avec sécurité.

I. — ESSAI DES APPAREILS A PIED.

89. Essai de la chambre noire. — 1° La *chambre noire ne doit laisser pénétrer dans son intérieur aucun rayon de lumière, si ce n'est par l'objectif.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Par suite, l'opérateur placé sous le voile noir, devant le logement du verre dépoli qui est retiré, ne devra percevoir aucune lueur dans l'intérieur : l'objectif devra être fermé avec le bouchon et la chambre déployée dans sa plus grande longueur.

Pour que cet examen soit sérieux, il faut éviter que le voile ne recouvre le soufflet, ce qui pourrait masquer des trous existant dans celui-ci, puis tourner la chambre de façon à la présenter de tous côtés à la lumière directe du soleil. Enfin, il faut prolonger cet examen pendant plusieurs minutes pour que l'œil de l'observateur, fortement impressionné par la lumière extérieure, ait pu s'habituer à l'obscurité et percevoir les moindres infiltrations de lumière.

Le jour peut pénétrer dans la chambre noire par des défauts de collage, des plis du soufflet ou des petits trous existant dans l'étoffe, par le cône tournant trop libre ou encore par les points de réunion du soufflet soit au cadre d'arrière soit au cadre d'avant ou enfin au cône, dans le cas d'une chambre à soufflet tournant.

On peut avoir des infiltrations de lumière par la rondelle de l'objectif mal montée ou par les planchettes coulissantes qui sont trop libres, par le logement des diaphragmes ou par la lamelle de l'obturateur qui ferme insuffisamment.

Si la planchette d'objectifs a déjà servi pour monter d'autres objectifs, il faudra boucher avec soin les anciens trous de vis : sans cela on obtiendrait des images secondaires.

Le dedans de la chambre doit être d'un noir mat et il faut noircir également toutes les parties métalliques intérieures qui seraient susceptibles d'occasionner des reflets pendant l'exposition.

Une fois la cause du voile trouvée, il sera facile d'y remédier en faisant la réparation nécessaire. Comme contrôle, on peut mettre une plaque sensible dans l'appareil et laisser celui-ci en plein soleil pendant un quart d'heure en ayant soin de le retourner dans tous les sens. La plaque ne doit pas présenter le moindre voile.

2° *L'avant et l'arrière de la chambre doivent être parallèles et par suite perpendiculaires à la base.*

Cette vérification se fait très aisément au moyen de l'équerre.

3° *L'axe optique de l'objectif doit être perpendiculaire au plan du verre dépoli.*

On place sur les lentilles de l'objectif deux rondelles de carton percées d'un trou au centre, puis on dirige celui-ci vers le soleil. Le point lumineux que l'on aperçoit doit tomber exactement au centre du verre dépoli.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

4° *La plaque sensible doit occuper exactement la même place que le verre dépoli.*

On mesure avec une règle à T la distance qui sépare le corps d'avant du verre dépoli, la planchette de l'objectif étant enlevée. On substitue ensuite un châssis garni d'une plaque. La distance doit être exactement la même.

On peut encore mettre au point sans diaphragme un objet très fin reproduit à grande échelle, puis exposer une plaque. L'image du point reproduit devra présenter le maximum de netteté. Il faudra faire cet essai avec un objectif que l'on sait exempt de foyer chimique (109) car, s'il n'en était pas ainsi, le défaut de netteté pourrait provenir du manque d'aplanétisme de celui-ci et non de la mauvaise position du châssis. Cet essai doit être répété pour chacun des châssis.

90. Essai des châssis. — On garnit le châssis de plaques et on l'expose en plein soleil en le retournant sous toutes les faces. Au

Fig. 85. — Principaux genres de voiles obtenus avec des châssis défectueux. — 1° Voile provenant du passage de la lumière par l'ouverture du volet ou par le logement du châssis dans la chambre. — 2° Voile provenant de fissures dans un angle du chassis. — 3° Voiles provenant de mauvais joints dans la partie brisée du châssis.

développement, on ne doit constater aucune impression. Dans le cas contraire, il faut remarquer la position de la plaque dans le châssis pour reconnaître l'endroit par lequel le jour a pénétré.

La lumière peut pénétrer par les angles du bâtis du châssis qui sont mal ajustés. Dans ce cas, on obtient sur la plaque des impressions rectilignes en forme de fusées qui partent du coin incomplètement joint. Elle peut encore passer par l'entrée du volet; dans ce cas le voile s'étend sur toute la largeur de la plaque et il va en décroissant. Les châssis bien faits sont garnis d'une bande de ve-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lours soit collée, soit montée sur une réglette à ressorts, de façon à intercepter tout passage à la lumière. On constate plus rarement des voiles par les feuillures dans lesquelles coulisse le rideau (fig. 85).

Mais c'est surtout lorsque le châssis est monté sur la chambre et ouvert que les accidents se produisent. Pour les éviter, dans les appareils sérieux, on munit la partie supérieure du logement intérieur du châssis d'une réglette à ressorts garnie de velours, analogue à celle que nous venons d'indiquer, de telle sorte que le volet glisse serré par ces deux bandes. Ces précautions ne sont pas toujours suffisantes, surtout après quelque temps de service. Les bandes de velours s'usent ou s'aplatissent et leur rôle devient fort douteux. C'est pour cette raison que nous engageons l'opérateur à toujours ouvrir ses châssis sous le voile noir.

91. Essai du pied. — Il est nécessaire que le pied constitue une base solide à la chambre noire. Ses branches devront pouvoir être rendues absolument rigides et la plate-forme ne présentera aucun jeu latéral. L'extrémité des vis qui maintiennent les différentes parties de chaque branche sera aplatie afin que les écrous à oreilles, qui permettent le serrage, ne puissent se dévisser et se perdre en route.

La plate-forme supérieure doit être garnie d'étoffe pour ne pas rayer le dessous de l'appareil. Elle sera munie de la vis du Congrès.

II. — ESSAI DES APPAREILS A LA MAIN.

92. 1re *Catégorie.* — **Appareils automatiques.**

Dans cette classe d'appareils qui sont destinés à opérer sans mise au point aucune, le contrôle consistera à voir si l'image est nette. Il suffira de faire quelques clichés.

On devra ensuite, pour connaître le coefficient de clarté, mesurer le foyer de l'objectif et l'ouverture du diaphragme (en général, dans cette catégorie d'appareils, il n'y en a qu'un). On constatera de suite que, dans la plupart, l'ouverture du diaphragme est inférieure à $\frac{f}{12}$, $\frac{f}{15}$ et même $\frac{f}{20}$. Par suite le travail ne sera possible que dans d'excellentes conditions de lumière.

Il faut enfin, en photographiant des repères placés à des distances connues, déterminer exactement à partir de quelle distance la netteté de l'image sera obtenue. En pratique on ne devra jamais opérer à une distance inférieure.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On fera ensuite quelques clichés instantanés pour se rendre compte des études que la vitesse de l'obturateur employé permet d'aborder. On remarquera que cette vitesse est absolument insuffisante dans la plupart des appareils ce qui ne permet pas d'obtenir les grands instantanés. Ce défaut presque général de cette catégorie d'appareils tient à ce qu'ils sont toujours trop diaphragmés pour obtenir une profondeur de foyer suffisante et une netteté aussi grande que possible aux divers plans.

93. 2e *catégorie.* — **Appareils à foyer réglable.**

L'essai consistera à contrôler les indications portées sur la graduation correspondant aux différentes distances. On emploiera la méthode indiquée auparavant (47).

94. 3e *catégorie.* — **Appareils à vision simultanée.**

On devra vérifier si l'image nette sur le verre dépoli du viseur l'est aussi sur la plaque sensible.

On mettra au point d'abord un objet situé à grande distance et on fera le cliché : on prendra ensuite dans les mêmes conditions la photographie d'une mire située à très courte distance (aussi près que le permet l'appareil). Dans les deux cas les clichés devront être absolument nets. S'il n'en était pas ainsi, c'est que le prisme ou le miroir, ou le verre dépoli supérieur ne sont pas correctement placés. Un seul de ces essais n'est pas suffisant et il faut les exécuter tous les deux.

95. Essais généraux. — Dans tous les appareils à main, il faudra contrôler les indications du viseur en comparant l'image formée par celui-ci et celle obtenue sur la plaque. On n'oubliera pas ce que nous avons dit précédemment (54), et on graduera si possible le verre dépoli du viseur pour les différentes distances.

96. Essai des magasins. — On en fera fonctionner le mécanisme un grand nombre de fois pour s'assurer de leur bonne marche.

D'une manière générale, il faut porter son attention sur les cadres destinés à renfermer les plaques et qui par leur construction quelquefois trop rudimentaire peuvent occasionner des arrêts. On devra rejeter également les systèmes trop compliqués ou délicats.

III. — ESSAI DES APPAREILS PORTATIFS SANS PIED.

97. Ces appareils devront être contrôlés comme les appareils ordinaires en ce qui concerne l'étanchéité à la lumière (89-90), et pour la graduation comme les appareils à main à foyer réglable (93).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans cette catégorie, la question du choix du châssis sera encore plus importante, puisque la plupart du temps on devra opérer sans voile. On donnera la préférence aux châssis à rideaux ou aux magasins.

Voile noir.

98. Le voile est destiné à permettre à l'opérateur de s'abriter de la lumière extérieure pour effectuer l'examen de l'image sur le verre dépoli et la mise au point. Il doit être imperméable à la lumière et de dimensions suffisantes pour recouvrir l'opérateur (environ $1^m,50$ de côté). Il est fait généralement en étoffe de coton,

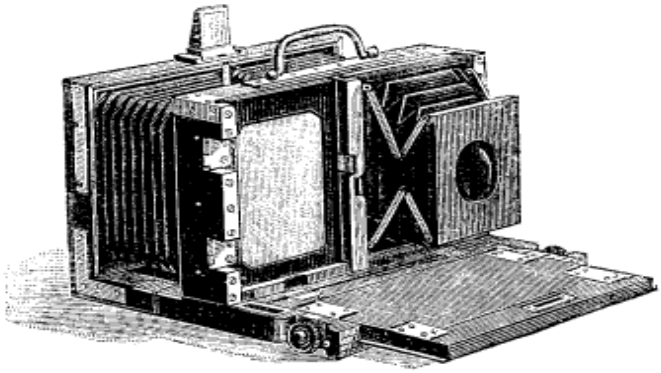


Fig. 86. — Dispositif de M. Monti pour éviter l'emploi du voile noir, installé sur une chambre à double corps.

en lustrine, en velours, quelquefois même en étoffe caoutchoutée ; cette dernière est avantageuse à cause du peu de volume qu'elle occupe une fois repliée, et elle permet d'autre part d'abriter l'appareil en cas de pluie soudaine.

Dans les pays chauds, il est recommandé de doubler le voile, au moins du côté extérieur, d'une étoffe blanche. Grâce à cette précaution, on évite quelque peu l'élévation de température qui est inévitable avec le voile noir, est souvent pénible et quelquefois même dangereuse.

L'usage du voile noir est très incommode dès qu'il y a tant soit peu de vent ; pour le maintenir, on recommande de faire coudre aux angles, des plombs qui le maintiendront par leur poids ; on peut encore faire le devant à coulisses, et se servir d'un cordon pour attacher le voile sur l'avant de la chambre. Il est recommandé d'ailleurs de ne jamais laisser flotter l'arrière du voile car le vent s'engouffrant dedans peut produire le renversement de l'appareil : à cet effet on l'attache après les branches du pied.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On peut encore se servir d'un soufflet conique qui se monte sur le cadre du verre dépoli et dont l'extrémité est percée d'une ouverture par laquelle on peut faire facilement la mise en plaque et la mise au point. Il est nécessaire que ce dispositif soit très souple, afin qu'en le déplaçant on puisse examiner l'image dans les angles de la plaque (fig. 86).

Niveaux d'eau.

99. D'une manière générale toutes les chambres noires doivent être munies d'un ou plusieurs niveaux d'eau destinés à contrôler la mise en station.

On se sert de niveaux rectilignes ou de niveaux sphériques (fig. 87) qui sont encastrés soit dans la base de la chambre ou sur le cadre d'avant ou celui d'arrière. Le niveau sphérique nous paraît préférable, car il n'en faut qu'un par appareil, tandis qu'il est nécessaire de mettre deux niveaux ordinaires, dans deux directions perpendiculaires l'une à l'autre.

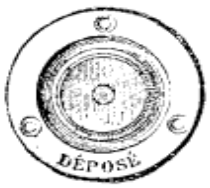


Fig. 87. — Niveau d'eau sphérique.

Nous devons en terminant constater que, dans la pratique, les indications données par la plupart des niveaux placés sur les chambres photographiques sont tout à fait approximatives à cause de leurs faibles dimensions et de leur construction rudimentaire. On contrôlera facilement la vérité de ce que nous avançons en vérifiant l'horizontalité de l'appareil au moyen d'un niveau de précision.

Dans ces conditions, il vaut mieux contrôler la mise en station au moyen du verre dépoli quadrillé comme nous l'avons indiqué précédemment (10).

Le niveau d'eau que l'on place sur les appareils à main ou portatifs sans pied nous paraît d'une utilité tout à fait discutable, car l'opérateur à fort à faire pour mettre son modèle en plaque et il nous semble difficile de suivre en même temps la position de la bulle d'air. Deux traits tracés à angle droit sur le verre dépoli du viseur seront incontestablement plus utiles.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE II

DE L'OBJECTIF

100. L'objectif est l'instrument destiné à produire sur le verre dépoli l'image des objets extérieurs, image qui sera imprimée en quelque sorte par la lumière sur la plaque sensible. Son importance est primordiale, car c'est de lui que dépendront la finesse et la vérité de l'épreuve photographique. Il se compose d'un ou plusieurs systèmes de lentilles assemblées dans un tube métallique, *la monture*. Le choix des verres, leurs courbures, leur nombre produisent des combinaisons qui, en pratique, donneront des résultats différents en ce qui concerne la finesse de l'image, sa taille, son éclairement, l'angle embrassé.

Il serait certes très intéressant d'étudier le côté théorique de la question et de voir comment, par le choix des matières et le calcul, on arrive à déterminer les éléments principaux d'un objectif, mais cette question est très ardue et a été traitée du reste par des auteurs plus compétents. Aussi renvoyons-nous aux travaux originaux de Van-Monchkoven, A. Martin, Fabre, Wallon, Soret. Ce qui intéresse davantage le praticien, c'est de savoir apprécier un objectif quelconque et de déterminer quels services il pourra lui rendre : d'autre part, profitant de l'expérience acquise, il lui sera très utile de connaître, dans chaque cas particulier, les divers types qui se prêteront le mieux au genre de travail qu'il veut entreprendre.

L'objectif idéal serait celui qui, avec la plus grande ouverture, donnerait l'image la plus fine, la plus étendue, cette finesse étant la même pour les différents plans du modèle et la rectitude des lignes étant conservée d'une façon absolue. Or jusqu'à présent ces diverses qualités n'ont pu être obtenues simultanément dans un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

même objectif. Si l'image est très lumineuse, la netteté est limitée dans la partie centrale (1) : si par l'interposition du diaphragme on augmente l'étendue de la surface nette, on diminue la somme de rayons admis. D'autre part, dans un système quelconque, la netteté absolue n'existe que pour un seul plan, et il faut encore faire usage du diaphragme pour l'étendre aux différents plans. En dernier lieu la rectitude de l'image, parfaite dans certaines combinaisons, laisse beaucoup à désirer avec d'autres.

De ce qui précède, on peut comprendre facilement pourquoi il a été créé des types si nombreux d'objectifs et comment ceux-ci peuvent présenter des qualités différentes dans la pratique. On voit également l'importance capitale du diaphragme.

Contrairement à ce qui existe dans la plupart des ouvrages photographiques nous éviterons de faire la description des divers types d'objectifs en donnant, comme on le fait généralement, le nombre et la forme des lentilles. Ces renseignements sont absolument insuffisants, à notre avis, car il faudrait indiquer d'une façon précise la nature des verres employés, leur épaisseur exacte, leurs rayons de courbures, leurs distances les uns des autres, en un mot donner tous les éléments nécessaires permettant, d'une part, de comprendre la raison des combinaisons employées et, de l'autre, de les reproduire exactement au besoin. Un tel travail intéressant plus spécialement l'opticien nous entrainerait trop loin et il nous suffit de renvoyer aux auteurs déjà cités. Ce qui est important surtout pour l'opérateur, nous le répétons, c'est de pouvoir apprécier son objectif et de savoir ceux qu'il doit employer de préférence dans tel ou tel cas déterminé.

101. Nous ne suivrons pas davantage les différents auteurs dans les essais de classifications qui ont été proposées. Ranger les objectifs d'après le nombre des systèmes de lentilles qui les composent ne donne aucune indication sur leur valeur propre, car par des combinaisons fort différentes on peut arriver néanmoins au même résultat pratique et d'autres fois des objectifs composés du même nombre de systèmes seront totalement dissemblables.

Une autre classification a été indiquée. Elle consiste à ranger les objectifs d'après l'angle embrassé. On obtient ainsi trois grandes classes :

1°	Objectifs à petit angle.....	De 20° à 50°
2°	— à demi grand angle.....	De 50° à 75°
3°	— à grand angle.....	De 75° à 110°

La mesure de l'angle embrassé est donnée par le tableau suivant,

(1) Nous verrons cependant qu'on arrive maintenant à fabriquer des objectifs à grande ouverture couvrant entièrement la plaque pour laquelle ils sont établis.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lorsque l'on connaît la distance focale principale de l'objectif et le plus grand côté de l'image rigoureusement nette avec un diaphragme donné ou mieux encore avec le plus petit.

Un objectif a 20 cent. de distance focale principale par exemple : le plus grand côté de l'image rigoureusement nette est 22 cent. or 22 cent., égale 20 c'est-à-dire f + 2 cent. ou $\frac{1}{10}$ de f. Nous cherchons dans le tableau $f + \frac{1}{10}$ de f et nous trouvons 57°37′ comme angle embrassé.

101.-A

DIMENSION nettement couverte.	ANGLE correspondant.	DIMENSION nettement couverte.	ANGLE correspondant.
$2f + \frac{2}{3}f$	106°.16′	$f + \frac{1}{9}f$	58°,6′
$2f + \frac{1}{2}f$	102°,43′	$f + \frac{1}{10}f$	57°,37′
$2f + \frac{1}{3}f$	98°,50′	f	53°,6′
$2f + \frac{1}{4}f$	96°.44′	$f - \frac{1}{10}f$	48°,27′
$2f$	90°	$f - \frac{1}{9}f$	47°,54′
$f + \frac{3}{4}f$	82°.22′	$f - \frac{1}{8}f$	47°,15′
$f + \frac{2}{3}f$	80°.36′	$f - \frac{1}{7}f$	46°.24′
$f + \frac{1}{2}f$	72°.44′	$f - \frac{1}{6}f$	46°.11′
$f + \frac{1}{3}f$	67°.31′	$f - \frac{1}{5}f$	48°.23′
$f + \frac{1}{4}f$	64°	$f - \frac{1}{4}f$	41°,7′
$f + \frac{1}{5}f$	61°.55′	$f - \frac{1}{3}f$	36°.52′
$f + \frac{1}{6}f$	60°.30′	$f - \frac{1}{2}f$	28°.4′
$f + \frac{1}{7}f$	59°.28′	$\frac{1}{3}f$	18°.36′
$f + \frac{1}{8}f$	58°.42′	$\frac{1}{4}f$	14°.50′

Néanmoins il faut remarquer que les nouveaux objectifs ne peuvent suivre cette classification car les séries les plus rapides (Anastigmats F/4), qui correspondent comme luminosité aux objectifs à portraits, possèdent l'ouverture d'un demi-grand angle c'est-à-dire souvent plus de 55°. De même les objectifs correspondant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

aux rectilignes les plus rapides dont l'angle est de 45° à 50° ont en général plus de 75° (Anastigmats série F/6, F/7,2 F/8). Nous croyons donc que la seule classification logique sera celle qui sera basée sur le rapport de l'ouverture à la distance focale principale (103).

Définition de l'objectif.

102. Un objectif est défini par la connaissance de son ouverture, de sa distance focale principale (ou foyer comme on dit généralement dans le langage courant) et de la surface nettement couverte. Le rapport de l'ouverture au foyer constitue la clarté de l'objectif et s'exprime ainsi $\frac{F}{d}$ ou f/d, F étant la distance focale principale et d le diamètre de l'ouverture ou du plus grand diaphragme. Contrairement à ce qui arrive souvent, cette ouverture maxima doit donner, au moins au centre de la plaque une image pratiquement nette.

Pour être complet, nous ajouterons que la clarté de l'objectif dépend également de la matière employée, des courbures et du diamètre des lentilles. Ordinairement on ne fait entrer dans le calcul de l'ouverture que le diamètre du plus grand diaphragme, sans tenir compte de celui des lentilles. Ce diamètre a pourtant une importance non négligeable principalement dans les rectilignes et les objectifs à portraits; c'est ainsi que deux objectifs, absolument comparables sous tous les autres rapports, peuvent avoir, au point de vue de la rapidité, une différence de 3 à 5 uniquement à cause du diamètre différent des lentilles. Le fait est d'ailleurs reconnu par beaucoup d'opticiens qui donnent aux lentilles du rectiligne extra-rapide 13 × 18 un diamètre de 35 à 41 mm. au lieu de 32 à 33 mm. diamètre fréquemment adopté. Le prix de ces objectifs est naturellement plus élevé, à cause des difficultés d'obtenir de grandes lentilles complètement exemptes des aberrations chromatiques et sphériques.

La surface couverte augmentant avec la diminution du diaphragme, les opticiens sérieux indiquent les surfaces couvertes avec 2 ou 3 diaphragmes. La première remarque que l'on fera c'est que la plupart des objectifs donnés pour couvrir un format déterminé ne le couvrent pas à toute ouverture et qu'il faut les diaphragmer plus ou moins pour arriver à ce résultat. Nous pourrions en citer et des meilleures marques qui, au premier abord,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

paraissent être très avantageux au point de vue de la clarté, mais qui ne donnent alors qu'une surface nettement couverte de dimensions dérisoires. Présentés comme pouvant travailler à $\frac{f}{6.5}$ ou $\frac{f}{7}$ il faut les diaphragmer à $\frac{f}{9}$ ou à $\frac{f}{12}$ pour avoir la netteté rigoureuse de la plaque sur laquelle ils doivent travailler. Nous n'insisterons pas davantage sur ce point particulier, c'est au lecteur à contrôler les affirmations des catalogues.

L'objectif le plus parfait est celui qui couvrira le format adopté avec le foyer le plus court et l'ouverture la plus grande. De ce côté les progrès de l'optique photographique ont été sensibles depuis quelques années. Autrefois il fallait diaphragmer à $\frac{f}{15}$ ou $\frac{f}{12}$ au moins pour avoir la plaque nettement couverte, aujourd'hui on trouve des objectifs travaillant parfaitement à $\frac{f}{10}$, $\frac{f}{9}$ et même moins. Les objectifs les plus remarquables, à notre avis, que nous ayons rencontrés sont ceux de M. Goërz. Avec un diaphragme de $f/6.5$ la plaque est admirablement couverte. Nous avons eu entre les mains une série de cinq objectifs de ce fabricant pour des formats différents depuis le 9×12 jusqu'au 24×30 et ils nous ont paru constituer un progrès indiscutable sur les appareils antérieurs. En France, notre collègue M. Berthiot nous a confié un objectif du même genre et nous nous plaisons à reconnaître qu'il donnait sensiblement les mêmes résultats que les précédents. La question des objectifs travaillant à grande ouverture entre nettement dans une phase nouvelle et leur valeur au point de vue de l'obtention des épreuves instantanées n'est pas à démontrer (1).

Ceci dit, l'opérateur aura à vérifier ou à mesurer premièrement la distance focale principale de l'objectif à essayer et l'ouverture des différents diaphragmes. Il faut dire, tout d'abord, que les chiffres indiquant la distance focale principale portée sur les catalogues sont rarement exacts, d'autre part l'ouverture des diaphragmes n'est pas faite par tous les opticiens suivant les mêmes règles. Pour cette raison il est indispensable de pouvoir effectuer soi-même ces mesures.

(1) Nous devons citer également le nouvel anastigmat de Zeiss travaillant à $\frac{f}{8}$, le planigraphe de M. Darlot et le dernier objectif de M. Lemardeley, que nous venons d'essayer et qui nous ont donné d'excellents résultats.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mesure de la distance focale principale d'un objectif.

103. Qu'entend-on d'abord par distance focale principale d'un objectif? C'est la distance invariable pour chaque objectif à laquelle va se former l'image des objets situés à l'infini. Le foyer principal est le point de concours de ces rayons. En pratique, on confond souvent, et à tort du reste, ces deux termes qui n'ont pas la même signification. C'est ainsi qu'on dit qu'un objectif a 10 de foyer par exemple : mais il est difficile de réagir contre des habitudes prises. La distance focale se compte à partir du point nodal d'émergence dont la position est d'ailleurs variable suivant la combinaison adoptée (1). Par suite, les procédés dans lesquels on mesure cette distance à partir des diaphragmes, du centre optique ou tout simplement de la lentille d'arrière sont dépourvus de l'exactitude nécessaire. Nous allons indiquer tout d'abord les méthodes facilement applicables sans instruments spéciaux.

1° **Méthode de M. Davanne.**

Cette méthode consiste à reproduire à taille égale, une circonférence tracée sur une feuille de papier et destinée à servir de mire. Pour faire cette opération, on tracera une circonférence de même dimension sur le verre dépoli et, par tâtonnements, on arrivera à superposer exactement l'image de la mire. Dans ces conditions, ainsi que la théorie l'indique, la distance qui sépare la mire du verre dépoli est égale à $4f$. Il suffira donc de mesurer cette distance et de la diviser par 4.

2° **Méthode de MM. Davanne et Martin.**

Cette deuxième méthode consiste à viser d'abord un point situé à l'infini ; la face antérieure du verre dépoli est alors exactement au foyer principal ; on marque alors, d'un trait sur la queue de la chambre, la position du cadre d'arrière. On vise alors la mire précédente de telle façon que l'on obtienne la superposition ; dans ce cas, la face dépolie du verre dépoli se trouvera exactement à la distance $2f$, on tracera un nouveau trait sur la queue de la chambre et la distance de ces deux traits donnera exactement la longueur f. Ces deux méthodes sont susceptibles de donner d'excellents résultats, à condition d'avoir un tirage de chambre suffisant, ce qui est rare dans les appareils d'amateurs : il faudra donc se servir d'une chambre à long tirage. M. Vallon recommande de compléter la mire de M. Davanne par l'adjonction d'une croix placée au centre. Le

(1) Voir à la page 99 les propriétés du point nodal d'émergence.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

centre de cette croix devra coïncider avec le centre du verre dépoli, et c'est sur elle que s'effectuera la mise au point; il est nécessaire, en effet, de diaphragmer le moins possible de façon à éviter toute indécision dans la détermination de la netteté la plus grande.

3° **Méthode de M. Gustave Le Bon.**

On prend comme mire un objet de grandeur connue, 1 mètre par exemple, et on se place à une distance telle qu'il soit réduit dans une proportion quelconque (de 4 à 10 fois). Pour connaître le foyer, il suffit de mesurer la distance horizontale qui sépare l'objet reproduit du centre optique de l'objectif (en pratique l'emplacement du diaphragme) et de diviser ce nombre par le chiffre exprimant

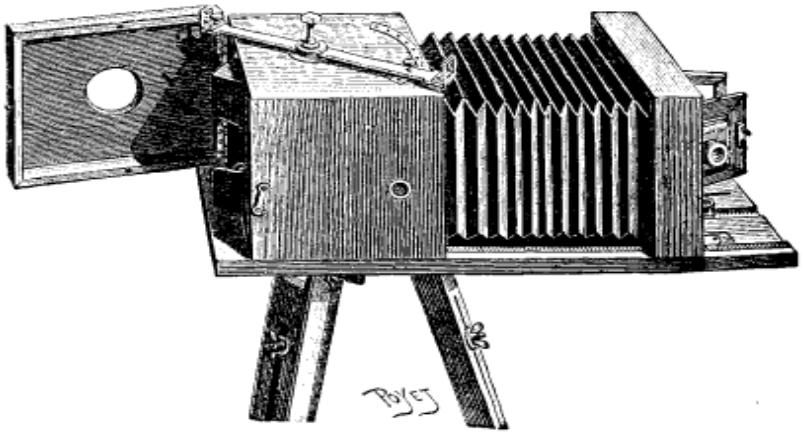


Fig. 88. — Tourniquet photographique de M. Moessard pour l'essai des objectifs.

la réduction plus 1 ; appellant f le foyer, D la distance de l'objet au centre optique, n le coefficient de réduction, on a $f = \frac{D}{n+1}$.

Cette méthode comporte évidemment une erreur systématique, puisque la mesure de la distance est prise d'après la position du diaphragme et non du point nodal, mais elle donne cependant en pratique des résultats suffisamment approchés et différents très peu de ceux obtenus par les méthodes de précision.

4° **Méthode de M. le colonel Moessard.**

Cette méthode qui donne des résultats de grande précision est basée sur la propriété toute spéciale du point nodal d'émergence. Cette propriété est la suivante : lorsque l'objectif tourne autour d'un axe passant par ce point, l'image d'objets assez éloignés formée sur un écran fixe, ne change ni de grandeur ni de position, elle est immobile. Si la rotation à lieu dans un tout autre plan l'image n'est plus fixe, et elle se déplace tantôt dans un sens tantôt dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'autre, suivant que l'axe de rotation est en avant ou en arrière du point nodal.

M. Moessard a imaginé un appareil fort ingénieux, le *tourniquet photographique* (fig. 88) qui permet très facilement de déterminer expérimentalement la position du point nodal d'émergence et par suite la distance qui sépare ce point du plan focal. Grâce à un dispositif très simple, on peut marquer sur la monture l'emplacement exact du plan passant par ce point. Cette opération devrait être faite pour tous les objectifs qui doivent porter également l'indication de la distance focale principale absolue, ainsi que l'a décidé le Congrès Photographique.

Grâce à l'appareil de M. Moessard qui fonctionne dans le laboratoire d'essais de la Société Française de Photographie, les opticiens peuvent très facilement faire graver sur leurs objectifs ces indications dont l'utilité est évidente.

Mesure de l'ouverture des diaphragmes.

104. D'après les décisions du Congrès de Photographie, le diaphragme normal est celui qui correspond à l'admission de la lumière par une ouverture égale au dixième de la distance focale principale. Il sera désigné par le n° 1, et les autres diaphragmes recevront pour numéro d'ordre, l'inverse du rapport de leur surface libre à la surface correspondante du diaphragme normal. Le Congrès recommande d'adopter pour ces divers diaphragmes des dimensions donnant des nombres simples, et il signale notamment la série géométrique 2, 4, 8, 16, etc., pour les diaphragmes plus petits que le diaphragme normal. Pour les ouvertures supérieures au diaphragme normal, on emploiera des séries de diaphragmes correspondant aux fractions $\frac{1}{2}\ \frac{1}{4}\ \frac{1}{8}$, etc.

La détermination pratique du diaphragme normal sera fournie par la condition suivante : le cône des rayons lumineux formant l'image d'un point très éloigné aura pour angle au sommet celui d'un triangle isocèle dont la base est le dixième de la hauteur. Cette détermination sera faite par l'opticien, et l'opérateur doit exiger des diaphragmes numérotés conformément aux décisions du Congrès. Nous verrons dans le chapitre V l'influence de l'ouverture du diaphragme sur la durée d'exposition (223).

105. Les diaphragmes sont ordinairement constitués par des lames métalliques noircies, percées d'ouvertures convenables. Ils se

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

placent dans une fente faite intentionnellement dans la monture: on les dénomme fréquemment diaphragmes vannes (fig. 89). Dans le but d'éviter leur perte on les réunit par la tête, comme l'a indiqué Hermagis.

D'autres fois, on emploie un disque percé d'ouvertures différentes, qui, placé excentriquement par rapport à la monture constitue le diaphragme tournant ou rotatif (fig. 90). Ce dispositif n'est guère employé qu'avec les objectifs grands angulaires ou encore assez souvent avec les objectifs simples.

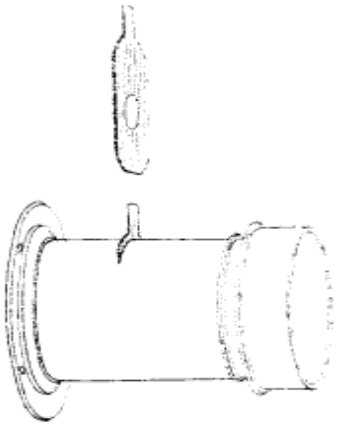


Fig. 89. — Objectif photographique avec diaphragmes vannes.

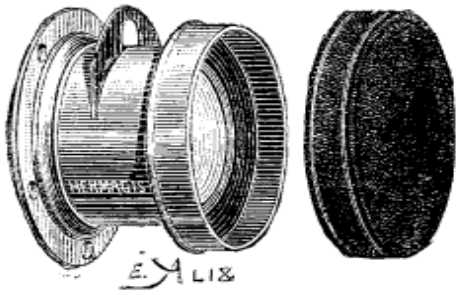
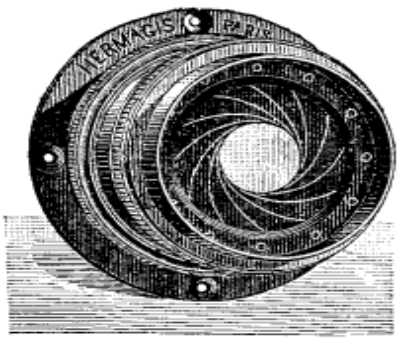


Fig. 90. — Objectif photographique avec diaphragmes tournants et bouchon.

106. Mais le système incontestablement le plus parfait est le diaphragme iris qui, primitivement employé par Niepce (1), n'est de nouveau usité en photographie que depuis quelques années.



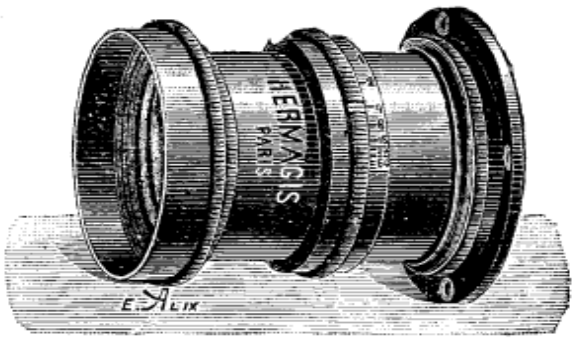


Fig. 91 et 92. — Objectif photographique avec diaphragme iris.
(Vue intérieure.) (Vue extérieure.)

Il est constitué par une série de lamelles métalliques, commandées par une bague extérieure, qui produisent dans l'axe une ouverture que l'on peut faire varier avec facilité (fig. 91 et 92).

(1) Le diaphragme iris paraît avoir été inventé par le père Kircher.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ce système qui devrait être adopté d'une manière générale, évite d'une façon absolue l'introduction de la lumière dans le corps de l'objectif, ce qui se produit fréquemment avec les diaphragmes vannes ou rotatifs. D'autre part, au point de vue pratique, il permet, en examinant l'image, de faire varier l'ouverture jusqu'au moment où la netteté et la profondeur de foyer cherchées sont obtenues.

Le diaphragme iris doit être gradué suivant les mêmes lois que nous avons indiquées précédemment ; cette graduation sera portée sur la bague mobile qui l'actionne et en amenant chaque division devant un index fixe, on obtiendra facilement l'ouverture voulue.

Essai pratique de l'objectif.

107. Connaissant la distance focale principale et l'ouverture d'un objectif donné, c'est-à-dire sa clarté, on pourra déjà le comparer facilement à d'autres, la rapidité étant d'autant plus grande que la distance focale principale sera plus courte et l'ouverture plus grande. L'objectif sera monté sur la chambre et on examinera une surface plane dont l'image devra occuper toute la plaque.

On prendra à cet effet une mire formée par des caractères d'imprimerie ou des traits fins et rapprochés. On remarquera alors la surface rigoureusement nette avec la plus grande ouverture. L'avantage sera à l'objectif qui, avec l'ouverture la plus grande et le foyer le plus court couvrira nettement la surface la plus grande. Si, comme on le constate fréquemment, la netteté est limitée à la partie centrale, il faudra diaphragmer jusqu'à ce que la netteté totale soit obtenue. On notera l'ouverture du diaphragme nécessaire pour arriver à ce résultat, et la supériorité, toutes choses étant égales d'ailleurs, sera à l'objectif qui permettra l'emploi du plus grand diaphragme. La connaissance du plus grand diaphragme, donnant la netteté générale, est de la plus grande utilité dans la pratique. Sauf certaines études toutes spéciales dans lesquelles la question de rapidité est primordiale, ce sera ce diaphragme qui dans l'usage servira en quelque sorte de diaphragme initial. On ne le diminuera que lorsque la présence de plans très distants les uns des autres exigera une profondeur de foyer plus grande.

108. Par profondeur de foyer, on entend la propriété des objectifs de donner avec une égale netteté l'image d'objets situés à des distances différentes, ou pour un même objet, de permettre de déplacer le plan focal (verre dépoli) d'une certaine quantité sans que son image cesse d'être nette. Elle est en général en raison inverse

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de l'ouverture ; par suite, plus on diaphragme plus elle augmente. Il est à remarquer cependant qu'à ouverture égale la profondeur de foyer peut être variable suivant la constitution de l'objectif. Par suite, toutes choses égales d'ailleurs, on devra donner la préférence à l'objectif qui aura le plus de profondeur de foyer.

On rencontrera quelquefois des objectifs ne donnant à toute ouverture qu'un cercle de netteté assez restreint par rapport à la plaque qu'ils devraient couvrir, mais qui, dans cette partie centrale, ont une profondeur de foyer remarquable. Nous avons constaté plusieurs fois ce fait. Ces objectifs défectueux d'ailleurs au point de vue de la netteté générale, peuvent néanmoins être très précieux à condition de se contenter de l'image centrale ; on pourra obtenir ainsi une petite image rigoureusement nette à tous les plans et avec un temps de pose très court, puisque l'objectif travaille à toute ouverture. Ils seront donc très avantageux pour l'instantanéité.

109. A côté de ces essais pratiques qui n'ont évidemment aucune précision scientifique mais qui, exécutés par un opérateur habile, peuvent le renseigner très suffisamment sur la valeur d'un objectif au point de vue de la clarté, de la netteté générale et de la profondeur de foyer, il est nécessaire d'en exécuter d'autres qui auront pour but de mettre en lumière certains défauts qui peuvent exister et qu'on ne saurait passer sous silence.

1° **Centrage.** — Les centres de courbure de toutes les surfaces qui composent l'objectif doivent être exactement sur l'axe principal. Pour ce contrôle, on se place en avant d'une bougie, et on regarde par réflexion dans l'objectif les images de cette bougie qui sont données par les différentes faces des lentilles. Si le centrage est bon il est toujours possible de les amener sur une même ligne droite. Dans le cas contraire, on ne peut obtenir ce résultat.

2° **Travail des surfaces.** — Cette étude, très délicate, ne peut être faite qu'à l'aide d'appareils spéciaux qui mettront en lumière les défauts produits par un mauvais travail ou un manque d'homogénéité des substances. Les rayures et bulles dans le verre n'ont pas l'importance qu'on croirait devoir leur attribuer *à priori*, et leur présence n'entraîne en général aucun inconvénient. Il est à remarquer d'ailleurs que les matières nouvelles employées actuellement par l'optique photographique ne peuvent être obtenues sans un nombre plus ou moins grand de bulles, ce qui ne les empêche pas de donner d'excellents résultats. Cependant si l'on constate sur la plaque en un endroit déterminé une anomalie quelconque et que, par la rotation de l'objectif dans sa rondelle, on produise le dépla-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cement de la tache, on aura la certitude que les lentilles ne sont pas irréprochables.

3° **Position des diaphragmes.** — Si ceux-ci sont correctement placés, le champ de visibilité ne doit pas varier quel que soit le diaphragme employé. Dans le cas contraire il diminue au fur et à mesure de la réduction du diaphragme.

4° **Achromatisme.** — Dans les objectifs photographiques, on effectue le calcul de façon à faire coïncider le foyer des rayons actiniques avec celui des rayons les plus lumineux, les rayons jaunes : dans certains objectifs même le calcul est fait pour trois rayons, violet, jaune et rouge. Lorsque ces conditions sont réalisées l'objectif est dit achromatique et l'image obtenue sur la plaque doit être aussi nette que celle perçue sur le verre dépoli. Pour le constater, on dispose, obliquement à l'axe de l'objectif, une surface plane portant des caractères d'imprimerie régulièrement espacés ; on met rigoureusement au point l'un de ceux-ci avec l'objectif non diaphragmé, puis on fait le cliché. Si l'achromatisme est réalisé, le maximum de netteté est précisément sur ce caractère.

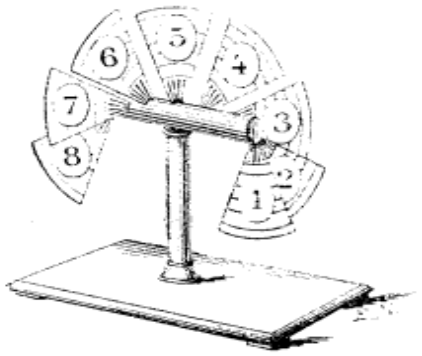


Fig. 93. — Focimètre pour l'essai du foyer chimique des objectifs.

On emploie, dans le même but, le focimètre qui se compose de secteurs implantés à des distances égales sur un axe de façon à donner par projection sur la plaque l'image d'un cercle complet. Chaque secteur possède un numéro et des mires formées par des traits parallèles ou des points très rapprochés. On met au point sur le secteur du milieu et l'on expose la plaque. Comme dans le cas précédent, l'image de ce secteur doit être la plus nette. Dans la pratique, on dit qu'un objectif, qui ne satisfait pas à cet essai, a un foyer chimique.

5° **Astigmatisme**. Ce défaut se manifeste lorsque l'objectif reçoit à toute ouverture des rayons trop obliques à l'axe. Pour se rendre compte de ce défaut, on examine un petit disque noir sur fond blanc dont l'image doit se faire au centre du verre dépoli. Cette image reste ronde même si l'on déplace le verre dépoli soit en avant soit en arrière, la netteté seule est modifiée. Mais si on fait pivoter la chambre de manière que l'image de ce disque se trouve reportée sur un des bords, il devient impossible de la mettre au point et elle prend une forme elliptique. Nous rappe-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lons que le diaphragme corrige ce défaut en supprimant l'admission des rayons trop obliques.

6° **Distorsion**. — Il suffit de photographier un réseau quadrillé placé normalement à l'objectif. En cas de distorsion, les lignes s'incurveront soit en dedans soit en dehors. Ce défaut existe dans tous les objectifs simples qui, par suite, ne peuvent être employés pour les travaux de précision.

7° **Tache centrale**. — Elle se constate parfaitement en tournant l'appareil vers le ciel et en examinant l'image sur le verre dépoli. Elle est fréquente dans les objectifs grands angulaires ; par contre, dans les nouveaux objectifs elle est évitée. On constate du reste que la place et l'ouverture du diaphagme en modifient la dimension et l'éclat.

En terminant cette partie consacrée aux essais que peut faire l'opérateur lui-même, nous croyons qu'avec un peu d'habitude, il arrivera très vite à juger de la valeur d'un objectif en travaillant dans des conditions déterminées et en examinant les négatifs.

Nous l'engageons d'ailleurs à s'adresser aux maisons sérieuses qui s'occupent de l'optique photographique et non pas à des intermédiaires quels qu'ils soient, qui se prétendent fabricants et qui n'ont qu'un souci, c'est de faire des affaires quand même.

Le commerce photographique à subi depuis quelques années des modifications profondes par suite de la concurrence, et c'est l'acheteur qui en est victime. Chaque industriel, quelle que soit sa profession d'origine, a la prétention de ne vendre que des produits portant son nom et soi-disant fabriqués par lui : s'il est constructeur de chambres il les munira d'objectifs de rebut ou fabriqués à bas prix et, les vendant aussi cher que des bons, il réalisera de beaux bénéfices. Il en sera de même pour les obturateurs, pour les plaques, etc. La réciproque est également vraie et un bon opticien vendra des chambres de qualité médiocre et ainsi de suite. L'acheteur ignorant et confiant sera forcément la victime de ces procédés et dans chaque partie les maisons sérieuses souffriront de cet état de choses. Il fera donc bien de s'adresser toujours aux spécialistes : ce sera pour lui le moyen le plus certain d'avoir des instruments irréprochables.

Ceci est particulièrement vrai pour les objectifs dont on ne peut être sûr qu'en les prenant chez le fabricant : nous pourrions citer des faits connus de beaucoup et qui prouvent qu'en achetant ailleurs que chez le fabricant des objectifs de marque on s'expose à acquérir une monture originale dans laquelle les lentilles ont été remplacées. Ces procédés tombent évidemment sous le coup de la loi mais il

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

faudrait pouvoir en faire la preuve de suite. Le mieux donc, d'une manière générale, est d'aller trouver le fabricant lui-même ou son dépositaire autorisé.

Si l'opérateur veut contrôler d'une manière très précise, la valeur d'un objectif il pourra s'adresser au Laboratoire d'essais qui vient d'être organisé par la Société Française de Photographie. Moyennant une somme modique, il sera complètement édifié sur les caractéristiques de son objectif. Les méthodes employées dans ce laboratoire sont celles de MM. Moessard et Houdaille.

Leur description nous entraînerait trop loin et nous renvoyons au *Bulletin de la Société Française de Photographie*, qui a consacré une annexe spéciale pour la publication des méthodes employées et des travaux exécutés dans ce laboratoire.

Choix de l'objectif d'après les dimensions de la surface à couvrir.

110. Le choix des objectifs dépend d'une part, de la dimension de la surface à couvrir et de l'autre, de la nature du travail à exécuter. Le foyer de l'objectif doit augmenter au fur et à mesure que le format de la plaque est plus grand.

Voici, comme indication, les différentes longueurs focales moyennes que l'on emploie dans la pratique :

FORMATS.	LONGUEURS FOCALES PRINCIPALES MOYENNES.			
	Grand angle.	Demi gr. angle.	Rectiligne.	Object. simple.
8 × 9	6	9	11	14
9 × 12	7	12	14	17
12 × 18-13 × 18	12	19	22 à 24	27 à 28
18 × 24	15	24	30 à 32	35 à 45
24 × 30	20	30	38 à 45	50
30 × 40	27	45	50 à 60	70

Pour un même format et pour une même distance du modèle, le foyer devra être d'autant plus long, que l'on désirera une reproduction à plus grande échelle.

Grâce à l'emploi d'objectifs de différents foyers, l'opérateur a le moyen, sans changer de place, d'obtenir des images du même sujet à des tailles fort diverses ; il peut en quelque sorte faire comme s'il se rapprochait ou s'éloignait de son modèle. Comme en pratique il ne sera pas toujours possible de se rapprocher ou de s'éloigner à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

volonté, que l'endroit convenable pour opérer est souvent indiqué d'une façon précise par des raisons de terrain, de perspective ou même par des considérations d'ordre artistique, il y aura avantage à posséder des objectifs de foyers différents.

Voyons maintenant, les différentes combinaisons que l'opérateur pourra adopter d'après les ressources dont il dispose.

1re Combinaison. — L'opérateur ne peut avoir qu'un seul objectif.

Dans ce cas, pas d'hésitation possible, il devra prendre un objectif symétrique dans lequel les deux systèmes de lentilles sont identiques. Dans cette classe se trouvent les objectifs dénommés symétriques, rectilignes, rectilinéaires, aplanétiques, hémisphériques, etc. Pour le foyer, il se référera au tableau précédent et choisira celui qui à distance focale principale plus courte, ouverture plus grande, couvrira le mieux la plaque et aura la plus grande profondeur de foyer. Ce type général d'objectif est en quelque sorte l'objectif universel pour le travail d'amateur. Il permet l'exécution des portraits, des groupes, des paysages, des instantanéités, des reproductions. Il a d'autre part, l'avantage de pouvoir se dédoubler en enlevant la lentille antérieure; dans ce cas, il constitue un objectif simple dont le foyer sera double de celui de l'objectif entier et par conséquent, du même endroit on pourra obtenir une image deux fois plus grande. Cette combinaison aura évidemment les défauts des objectifs simples car il faudra employer au moins le diaphragme $\frac{f}{12}$ pour obtenir la netteté générale, les lignes verticales seront légèrement déformées, mais en pratique, ces défauts ne seront pas très graves du moment qu'elle ne sera employée que pour les travaux de l'extérieur et non pas pour les travaux de précision.

2e Combinaison. — L'emploi de l'objectif symétrique ne sera plus possible lorsque l'on manquera de recul; dans ce cas, l'emploi d'un autre objectif à très court foyer est indispensable. — On prendra donc un objectif symétrique (le précédent) et un grand angulaire. Ce dernier objectif est nécessaire pour opérer à courte distance lorsqu'il est impossible de s'approcher suffisamment du modèle. Le tableau suivant indique les distances focales moyennes des objectifs grands angulaires employés pour couvrir les divers formats :

8 × 9	5 à 7
9 × 12	7 à 9
12 × 18-13 × 18	9 1/2 à 13
18 × 24	14 à 15 1/2
24 × 30	17 à 19
30 × 40	25 à 30

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans cette catégorie d'objectifs, l'avantage sera à celui qui, avec le foyer le plus court couvrira le mieux la surface voulue et à même angle embrassé, à celui dont l'ouverture sera la plus grande.

En général, ces objectifs ont un défaut qu'on ne saurait passer sous silence, c'est l'inégalité de répartition de la lumière qui décroît d'une manière très sensible du centre aux bords. — C'est ainsi que si l'intensité au centre est supposée égale à l'unité, elle décroîtra jusqu'aux bords comme l'indique le tableau suivant :

Angle embrassé.	Intensité aux bords.
10	0,985
20	0,941
30	0,871
40	0,789
50	0,675
65	0,562
70	0,450
80	0,344
90	0,250
100	0,171

En pratique, il est difficile de remédier à cet inconvénient qui n'est cependant pas très sensible lorsque la pose est suffisante. Il apparaît au contraire de la façon la plus nette en cas de sous exposition. Les nouveaux objectifs ont un champ bien plus régulièrement éclairé.

En général les objectifs de cette catégorie ne travaillent qu'avec des diaphragmes inférieurs à $\frac{f}{15}$ et encore le plus souvent faut-il descendre à $\frac{f}{40}$ et même plus. Bien que leur foyer soit relativement court les temps de pose sont très allongés à cause de l'étroitesse de l'ouverture donnant passage à la lumière.

L'opérateur muni de ces deux objectifs aura donc trois combinaisons à sa disposition.

En résumé, prenant comme exemple un appareil du format 13×18, nous aurons les deux combinaisons suivantes :

1re Combinaison.		2me Combinaison.	
1° Objectif symétrique.	25 de foyer.	1° Objectif symétrique.	25 de foyer.
2° Le même dédoublé..	50 —	2° Le même dédoublé.	50 —
		3° Objectif grand ang.	12 —

Ces deux combinaisons répondront le mieux à l'outillage ordinaire et strictement indispensable. Il sera complété, au besoin, par l'emploi d'un symétrique de long foyer, mais en pratique cette solution ne laissera pas que de compliquer le bagage à cause de la lon-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gueur de tirage nécessaire, longueur qui est rarement obtenue dans les appareils de voyage. Au cas où la chambre le permettra, un objectif de 30 à 40 cent. de foyer pourra être très utile en cas d'éloignement du modèle, car il ne faut oublier que l'objectif dédoublé constitue une combinaison simple qui doit être diaphragmée à $\frac{f}{12}$ ou $\frac{f}{15}$ au moins pour avoir une netteté suffisante, et ne saurait être employée pour les courtes expositions. Dans ce cas on prendra l'autre objectif de foyer beaucoup plus court, 17 à 18 cent.

En dernier lieu le télé-objectif destiné spécialement à donner de grandes images d'objets très éloignés pourra être avantageux dans certaines hypothèses car il est combiné de façon à ne pas nécessiter un tirage démesuré : nous en parlerons plus spécialement dans la deuxième partie de cet ouvrage.

Certains fabricants, se rendant parfaitement compte de la nécessité pour l'opérateur d'avoir à sa disposition des objectifs de foyer très différents pour répondre aux nombreux cas qui se présentent dans la pratique, ont calculé des jeux de lentilles diverses qui, par leurs combinaisons variées, peuvent remplacer plusieurs objectifs. Ce sont les trousses photographiques. Elles répondent parfaitement au but cherché, mais il est à remarquer que, d'une manière générale, presque toutes leurs combinaisons seront quelque peu inférieures aux objectifs correspondants, et qu'il faudra le plus souvent user de diaphragmes plus réduits que dans ceux-ci. Cette réserve faite et sauf les sujets spéciaux qui exigent le travail à grande ouverture, elles peuvent rendre de nombreux services dans la pratique sans cependant jamais avoir les qualités d'une série d'objectifs différents et convenablement choisis.

Choix de l'objectif d'après la nature des sujets à reproduire.

111. Portraits.—Il est nécessaire d'avoir des objectifs dont la clarté soit très grande, afin de réduire le temps de pose autant que possible.

Ils devront, par suite, être courts de foyer et travailler à grande ouverture. Dans ces conditions il ne faudra pas leur demander de couvrir beaucoup ni d'avoir une grande profondeur de foyer.

On emploie dans cet ordre d'idées les objectifs doubles de la forme Petzval. On admet en pratique, que la distance focale doit être le double de la dimension du plus grand côté de l'image : par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

conséquent, pour les formats suivants, voici les longueurs focales les plus convenables :

Carte de visite	12 à 13
Carte-album	16 à 18

Le coefficient de clarté de ces objectifs varie entre $\frac{f}{2.5}$ et $\frac{f}{4}$, mais il faut se contenter de la netteté dans la partie centrale. Les objectifs types de ce genre sont les Dallmeyer (série C et B), les extra-rapides de Voigtlander, Hermagsi, Berthiot, Français.

L'emploi de ces objectifs n'est pas à recommander pour les grands formats : il est en effet nécessaire de les diaphragmer et ils perdent leur rapidité ; d'autre part, lorsque les lentilles sont de grand diamètre elles donnent une perspective fausse en montrant ensemble sur le cliché des parties que nos yeux ne voient pas simultanément.

Au-dessus de la carte album, jusqu'au 24×30, on recommande l'Euryscope à portraits de Voigtlander (rapport de clarté $\frac{1}{4.5}$ environ) : on peut employer également les rectilinéaires rapides de Darlot, les aplanétiques de Dallmeyer, Hermagis, Berthiot, les aplanats ou antiplanats de Steinheil, les anastigmatiques de Zeiss, ou de Gœrz, de Lemardeley.

Il est à remarquer que les antiplanats ou les anastigmatiques $\frac{f}{3}$ ou $\frac{f}{4.5}$, sont beaucoup plus brillants que l'objectif à portrait tout en couvrant une surface beaucoup plus grande.

Au-dessus de 30×40 on prendra les aplanétiques ou les rectilinéaires rapides ; dans ce cas la distance focale principale devra être égale à la diagonale de la plaque à couvrir.

Le prix des objectifs destinés à obtenir des portraits de grandes dimensions étant très élevé et les difficultés d'exécution considérables, il est préférable dans la pratique de faire des négatifs de moyenne dimension et de les agrandir par une opération ultérieure (580).

Groupes. — Dans ce cas particulier, il est nécessaire d'avoir un objectif couvrant bien et ayant de la profondeur de foyer. Par suite, l'objectif double et autres similaires ne peuvent être employés et on se servira avec avantage des antiplanats et des objectifs symétriques, (aplanétiques, rectilinéaires, hemisphériques, etc,) ou encore des objectifs dissymétriques (Zeiss, Goerz, Berthiot, Lemardeley).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Paysages. — Il nous faut distinguer entre les paysages animés renfermant des personnages ou des animaux et les paysages inanimés. Dans le premier cas, il sera important de poser aussi peu que possible ; dans le second il n'en sera plus de même et l'on pourra employer des types d'objectifs relativement lents ou diaphragmés suffisamment.

Le rapide landscape de Dallmeyer et les divers objectifs symétriques ou les dissymétriques dont nous venons de parler serviront dans la première hypothèse ; dans la seconde on emploiera les divers types d'objectifs simples qui, convenablement diaphragmés, donnent des images de grande netteté et d'un brillant tout particulier.

En cas de recul insuffisant, on utilisera les objectifs à très court foyer tels que les rectilinéaires grand angle de Prazmowski, les périgraphiques de Berthiot, le nouvel objectif simple grand angulaire de Voitglander, l'anastigmat grand angulaire de Zeiss.

Monuments. — Il est de toute nécessité d'employer, dans ce cas spécial, les objectifs exempts de toute distorsion. Par suite, on donnera la préférence aux objectifs symétriques ou analogues.

Reproduction de cartes, de plans. — On emploiera les objectifs indiqués ci-dessus afin d'éviter toute déformation de l'image.

Les anastigmats $\frac{f}{12.5}$ ou $\frac{f}{18}$ donnent des résultats excellents car, à une rectitude absolue des lignes, ils joignent une égalité de lumière complète jusqu'aux extrêmes bords. En outre, les nouveaux verres employés permettent la correction des spectres secondaires et donnent un achromatisme supérieur qui permet de reproduire les détails les plus fins avec une netteté irréprochable.

Instantanéités. — Il faudra toujours employer les objectifs qui embrassent le plus grand angle avec le foyer le plus court et l'ouverture la plus grande. En ce qui concerne la profondeur de foyer il y aura avantage incontestable à employer des courts foyers. On se servira des symétriques, rectilinéaires rapides, antiplanats, triplets achromatiques, anastigmats de Zeiss, anastigmatiques de Goerz.

C'est à ces derniers types d'objectifs que nous donnons sans conteste la préférence en ce qui concerne la photographie instantanée : ce sont les seuls que nous ayons trouvé couvrant convenablement, avec grande ouverture, la plaque pour laquelle ils étaient indiqués. On peut employer encore l'orthostigmat de Steinheil, le planigraphe de Darlot.

Nous devons signaler également les objectifs de MM. Lemar-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

deley et Berthiot, qui se sont beaucoup occupés de la construction des objectifs pouvant travailler à large ouverture et qui nous ont soumis à l'essai des types d'objectifs des plus satisfaisants (1).

111 *bis*. Photographie sans objectif. — Nous serions incomplets si nous passions sous silence l'obtention de l'image photographique par le passage de la lumière à travers une ouverture étroite. On connaît l'expérience du physicien Porta qui, au XVI^e^ siècle perçant un petit trou dans la paroi d'une pièce obscure, recevait sur un écran l'image des objets extérieurs : c'est du reste cette expérience qui a été le point de départ de la photographie. Il suffira donc de remplacer l'objectif par une plaque métallique percée d'un petit trou pour faire de la photographie sans objectif. Les images obtenues dans ces conditions sont peu éclairées à cause de l'étroitesse de l'ouverture qui admet la lumière et manquent de netteté ; c'est du reste pour combattre ces deux inconvénients que l'on a substitué au simple trou des lentilles simples d'abord puis des lentilles composées. Néanmoins elles ont deux qualités, la première c'est d'être absolument exemptes de déformation, la seconde de donner sensiblement les mêmes résultats pour les divers plans, aucun d'eux n'étant absolument net, il est vrai, mais le même flou existant pour tous. C'est ce qui explique pourquoi dans certains cas ce mode d'opérer pourra être encore employé avec avantage, surtout à une époque où, à tort ou à raison, certaines personnes recherchent le manque de netteté qui contribuerait d'après elles à donner à la photographie le caractère artistique.

L'ouverture doit être de très petit diamètre et être exécutée avec des soins spéciaux ; on prend une lame de cuivre dans laquelle à l'aide d'une mèche à tranchant incliné on creuse un cône très

(1) M. Lemardeley dont la compétence est bien connue a eu l'obligeance de revoir cette partie de notre travail et nous lui adressons à ce sujet nos plus sincères remerciements.

Observation très importante. — Les nouveaux objectifs anastigmats, anastigmatiques ou analogues qui, grâce à l'emploi de matières spéciales jouissent de qualités remarquables, ont cependant des inconvénients qu'on ne saurait passer sous silence.

Leur centrage est très délicat et on devra autant que possible éviter de les démonter : un rien en effet peut les mettre hors d'usage ; aussi pour les employer sur des obturateurs centraux faut-il s'adresser à des constructeurs émérites.

C'est du reste le seul reproche que l'on puisse faire à cette catégorie d'objectifs. — On a prétendu que certains obturateurs existant depuis longtemps et ayant fait leurs preuves ne pouvaient être montés sur ces objectifs, c'est une erreur complète : ce que l'on doit exiger ce sont des objectifs suffisamment résistants pour pouvoir être utilisés dans les conditions ordinaires de la pratique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ouvert. On achève le trou en enfonçant une aiguille fine du diamètre voulu. Avec ce procédé on évite les bavures.

La dimension de l'ouverture a une importance toute particulière sur la quantité de lumière admise, sur le degré de netteté que l'on peut obtenir et enfin sur la distance à laquelle il faut placer la plaque sensible pour obtenir les meilleurs résultats.

M. Colson qui s'est particulièrement occupé de cette question a recherché le maximum de netteté obtenu en raison du diamètre d de l'ouverture et de la distance F du verre dépoli. Il a trouvé que $d^2 = 0{,}000{,}81$ F et en appelant D la distance de l'objet à l'ouverture il a établi la formule suivante :

$$F = \frac{d^2}{0{,}000{,}81 - \frac{d^2}{D}}.$$

Cette formule permet d'établir rigoureusement le diamètre de l'ouverture et de connaître respectivement pour des distances données la meilleure position de la plaque sensible pour obtenir le maximum de netteté possible en l'espèce.

La mise au point est en effet particulièrement difficile à faire à cause du manque d'éclairage de l'image et il sera bien plus commode de se servir d'une table calculée d'avance. Le tableau suivant établi par M. Colson donne les indications concernant les distances focales principales F, les limites entre lesquelles celles-ci varient pour une modification de diamètre de $\frac{1}{2}$ dixième de millimètre, les écarts δ qui en résultent et les minima D de distance à l'objet.

d	F	Limites de F	δ	D
0,2	50	30 à 80	30	130
0,3	110	80 à 150	40	450
0,4	200	150 à 250	50	1000
0,5	300	250 à 370	70	2000
0,6	440	370 à 520	80	3300
0,7	610	520 à 700	90	4920
0,8	800	700 à 900	100	6200
0,9	1000	900 à 1110	110	11240
1,0	1230	1110 à 1360	130	15110

Tous les nombres de ce tableau sont exprimés en millimètres.

En ce qui concerne la durée d'exposition on peut se guider sur la table suivante calculée par M. Miethe et qui donne le temps de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pose nécessaire en prenant comme unité la durée d'exposition d'un bon cliché obtenu avec un tirage de 10 cent. et une ouverture de 0,1 mm.

DIAMÈTRE DU TROU en millim.	1cc	2cc	3cc	5cc	10cc	20cc	30cc	40cc
0,6	0,0003	0,0012	0,0027	0,007	0,0277	0,12	0,27	0,48
0,5	0,0004	0,0016	0,0036	0,1	0,04	0,16	0,36	0,64
0,4	0,0006	0,0024	0,0054	0,016	0,063	0,24	0,54	0,96
0,3	0,001	0,0044	0,01	0,028	0,111	0,44	0,99	1,76
0,2	0,002	0,01	0,022	0,063	0,25	1	2,25	4
0,1	0,01	0,04	0,1	0,25	1	4	9	16
0,09	0,012	0,049	0,107	0,31	1,235	4,92	10,7	20
0,07	0,02	0,08	0,18	0,5	2	8	18	32
0,05	0,04	0,16	0,36	1	4	16	36	64
0,04	0,063	0,25	0,56	1,56	6,25	25	56	100
0,03	0,111	0,44	1	2,78	11,11	44	100	177,76
0,02	0,25	1	2,25	6,25	25	100	225	400
0,01	1	4	9	25	100	400	900	1600

MM. Dehors et Deslandres construisent un petit dispositif analogue à un diaphragme tournant qui permet à volonté d'utiliser des ouvertures de diamètres différents. Voici les dimensions de ces ouvertures :

Numéros.	Diamètres.	Distance minima de l'image.	Dimension couverte (grand côté).
1	0mm,3	11cm	20cm
2	0 ,4	20	40
3	0 ,5	30	60
4	0 ,6	44	88
5	0 ,7	60	120

Pour faciliter la mise au point, M. le comte d'Assche à eu l'idée de placer à côté de chaque ouverture une lentille simple de même foyer : l'appareil ainsi perfectionné est bien plus pratique (fig. 94).

Le même amateur a étudié également l'emploi, au lieu d'objectifs, de simples verres de bésicles qu'il recommande pour obtenir certains effets particulièrement appréciés par l'école du flouisme. L'image est vaporeuse, aucun contour n'est arrêté, par contre on évite ce rendu par trop grand de la photographie ordinaire qui reproduit les moindres détails. On choisit des monocles bi-convexes ou plan-convexes de foyer aussi long que le permet le tirage de la chambre. Avec ces derniers, le côté plan de la lentille est tourné vers l'intérieur. La mise au point et l'exposition se font

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

comme d'habitude ; le grand diamètre de ces verres et le petit nombre de surfaces qu'ils renferment permettent des expositions

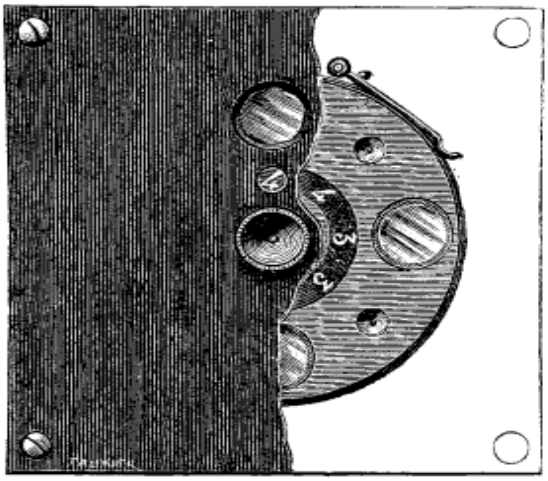


Fig. 94. — Appareil de M. le Comte d'Assche pour la photographie sans objectif.

très courtes. Par contre ces lentilles ont un foyer chimique et c'est une des raisons qui expliquent le manque de netteté des résultats obtenus. Il faudra en tenir compte au cas où l'on chercherait avec ces verres, suffisamment diaphragmés, à obtenir plus de netteté ; pour calculer la valeur de la correction à effectuer, on mesure, une fois la mise au point faite, la distance qui sépare la lentille de la plaque sensible et on multiplie cette distance par 0,02. Le chiffre trouvé indique de combien il faut rapprocher l'objectif pour obtenir le maximum de netteté.

MM. Dehors et Deslandres, ont établi sur les indications de M. d'Assche une trousse bésicles qui est très bien comprise et qui, avec des lentilles de 25, 30, 40, 50, 55 et 60 centimètres, permet de couvrir respectivement les formats 9/12, 13/18, 15/21, 18/24, 21/27 et 24/30.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE III

L'OBTURATEUR

Définitions et conseils pratiques.

112. L'obturateur est un appareil destiné à remplacer le bouchon pour l'ouverture et la fermeture de l'objectif. S'il permet de laisser l'objectif ouvert un temps quelconque, 1, 10. 20 secondes par exemple, ce sera un *obturateur à pose;* s'il fonctionne sans temps d'arrêt avec plus ou moins de rapidité, ce sera un *obturateur instantané :* enfin s'il permet de faire soit de la pose, soit de l'instantanéité, il sera dit *obturateur instantané et à pose* ou *mixte*.

Le type d'obturateur à pose est l'obturateur à volet. Il est d'une utilité incontestable pour le travail d'atelier, les portraits, les groupes. Il permet en effet à l'opérateur d'agir au moment voulu sans quitter des yeux son modèle et d'être maître absolu de la pose. Néanmoins la vitesse obtenue n'est pas suffisante pour aborder les grands instantanés, et il est nécessaire d'employer des instruments d'un fonctionnement plus rapide.

Dans cette catégorie, une classification quelconque serait bien difficile, car il en existe de nombreux modèles. Nous nous contenterons d'indiquer les qualités générales que l'on doit rencontrer dans un appareil de ce genre, et les considérations qui doivent guider le choix de l'amateur.

Tout d'abord l'obturateur étant devenu le complément indispensable du bagage photographique, il doit avoir par suite, comme celui-ci, certaines qualités de légèreté et de résistance qui en feront un instrument pratique et durable. Il faut éviter tout obturateur ou trop lourd ou trop volumineux. Quant à sa construction nous devons être très difficiles à ce sujet. L'emploi de l'obturateur est pour ainsi dire journalier maintenant; il doit permettre des études très diverses, il faut en un mot qu'il soit un instrument de travail sur lequel on puisse compter; ce qui ne veut pas dire

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'on ne puisse pas avoir des résultats avec des appareils moins bien faits, mais on opère avec moins de sûreté et l'on est à la merci d'une détérioration de l'instrument, détérioration inévitable dans un temps donné.

Nous donnerons à l'opérateur qui veut faire choix d'un obturateur les mêmes conseils que pour la chambre ou l'objectif. Rendez-vous compte des qualités que doit remplir l'instrument que vous désirez, puis cherchez-le dans une maison dont la réputation soit faite ; n'oubliez pas qu'il vaut mieux, si vos moyens vous le permettent, acheter de suite un instrument sérieux que de viser trop au bon marché. L'économie que vous croyez faire ainsi n'est qu'illusoire ; au bout de peu de temps vous reconnaîtrez votre erreur, et cette fois, corrigé, vous ferez ce que nous vous conseillons. Autant profiter de suite de l'avertissement que nous croyons devoir vous donner pour vous éviter les coûteuses expériences que nous avons faites à nos dépens, et bien d'autres avec nous.

Nous avions essayé à peu près tous les appareils existants, il y a quelques années, lorsque nous avons reconnu la nécessité de créer un type répondant aux données pratiques et théoriques qui régissent la question.

Tel obturateur ne pouvait fonctionner dès qu'il y avait un peu de vent ; tel autre en bois se gonflait par les temps humides et refusait tout service ; dans celui-ci le ressort cassait ou se rendait après une journée de travail ; dans celui-là il s'oxydait rapidement ; un dernier rebondissait à l'arrivée et donnait des images doubles ; un autre ébranlait la chambre au départ et enlevait toute netteté.

Nous voudrions éviter à nos lecteurs ces déboires qu'il est difficile de prévoir lorsque l'on voit un instrument chez le fabricant et leur dire les conditions que doit remplir un bon obturateur. Nous avons déjà parlé de la légèreté, du peu de volume, de la solidité ; ce n'est pas tout. De même qu'en photographie posée on fait varier le temps de pose suivant mille raisons diverses : lumière, éclairage, saison, nature de l'objet à reproduire, etc., etc. ; de même en photographie instantanée il faut cette grande diversité de poses pour des raisons également prépondérantes. Personne n'ignore que, d'une manière générale, il vaut mieux toujours un léger excès de pose, une surexposition qu'une sous-exposition. Dans le premier cas nous pouvons en effet modérer et régler à volonté par un développement approprié la venue de l'image mais dans le second, c'est-à-dire lorsque la lumière n'a pas agi suffi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

samment, nous sommes à peu près désarmés. En photographie instantanée nous nous trouvons pris entre deux nécessités contradictoires, à savoir : obligation d'une part de réduire suffisamment le temps de pose pour avoir net l'objet que nous observons, de l'autre de surexposer légèrement afin d'être sûr du résultat. Avec les préparations actuelles il est impossible d'opérer toujours avec un minimum de temps de pose, ce qui serait d'ailleurs bien plus commode, parce que l'existence de notre cliché se trouverait fréquemment compromise : il est donc de toute nécessité de faire varier le temps de pose de manière à ne diminuer l'exposition que juste de la quantité qui est nécessaire pour avoir l'objet net. L'obturateur devra donc avoir plusieurs vitesses pour pouvoir se prêter aux différentes hypothèses qui se présenteront dans la pratique.

Dans quelles limites seront comprises ces vitesses? De même que l'on rencontre des mobiles animés de toutes les vitesses possibles, faut-il en conclure que l'obturateur devra présenter un nombre de vitesses aussi étendu ? Nous ne le croyons pas. L'appareil dont nous nous servons a sept vitesses, c'est déjà trop : pratiquement trois ou quatre seraient très suffisantes.

Divers appareils intitulés chronométriques ont été indiqués pour obtenir le fractionnement de la seconde, l'unité adoptée étant le centième de seconde. Ces appareils, du reste très ingénieux, ont le défaut d'être compliqués et coûteux. Mais ce ne serait encore rien si cette extrême division des temps de pose pouvait avoir quelque utilité : en effet, pratiquement, quelle différence y a-t-il à employer $\frac{1}{25}$, $\frac{1}{26}$ ou $\frac{1}{27}$ de seconde? Pourquoi l'une plutôt que l'autre ? Ce qu'il faut, ce sont des vitesses nettement différenciées.

Puisque nous sommes conduit incidemment à parler des obturateurs portant une graduation quelconque, nous devons déclarer que cette seule indication nous fait mettre l'appareil en suspicion.

En effet, les chiffres indiqués ne peuvent exprimer en aucune manière le temps de pose, et par temps de pose nous entendons le temps pendant lequel la lumière pourra agir sur la préparation, parce que la valeur de ce temps, pour un même instrument, est constamment variable, comme nous le démontrerons par la suite. De plus, en supposant même que les divisions soient exactes, quelle utilité peut-il y avoir, sauf au point de vue spéculatif, à connaître le temps réel pendant lequel la lumière a agi ? Lorsque nous avons fait une belle épreuve instantanée, que nous importe pratiquement que l'im-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pression ait été faite en $\frac{1}{80}$, $\frac{1}{81}$ ou $\frac{1}{83}$ de seconde ? Ce qui est autrement utile, c'est d'avoir un appareil qui nous permette d'obtenir toujours à volonté, quelle qu'elle soit, la vitesse qui nous a donné un bon résultat dans un cas déterminé et lorsque nous jugerons nécessaire de l'employer à nouveau.

L'obturateur nous donnera donc des vitesses différentes, distinguées les unes des autres par un simple numérotage. — Rien ne sera plus simple que de reproduire, dans ces conditions, telle ou telle vitesse que l'expérience nous a indiquée convenable.

L'obturateur devra présenter une grande simplicité de manœuvre, car la photographie instantanée est presque toujours une opération hâtive. Dans ces conditions l'instrument le meilleur sera celui qui, par la facilité de fonctionnement, sera le premier armé.

Une dernière qualité doit être signalée, c'est la possibilité de faire varier la vitesse au moment même d'opérer, sans démasquer l'objectif ni être obligé de fermer le châssis. Nous avons vu précédemment qu'il y a un intérêt majeur à ne jamais employer de vitesses trop grandes quand la vitesse de l'objet ne l'exige pas. — Suivant donc les variations de vitesses du modèle, il faudra modifier celles de notre obturateur : or, ces variations se produisant quelquefois au moment même d'opérer, la glace étant démasquée, les modifications devront pouvoir se faire simplement et rapidement.

Nous aurons fini pour la partie pratique en disant que le bois doit être évité dans un obturateur pour la partie mobile de l'instrument, à cause des variations qu'il peut subir sous les influences hygrométriques ; que le caoutchouc qui est souvent employé comme ressort ne nous paraît pas avoir toutes les qualités désirables de durée et de régularité.

Divers emplacements de l'obturateur.

113. Nous arrivons à la partie théorique dans laquelle nous allons indiquer les emplacements préférables dans chaque genre d'obturateur et les ouvertures les meilleures.

Tous les obturateurs quels qu'ils soient rentrent dans deux grandes classes caractérisées par le mode d'ouverture soit latérale soit centrale.

Le type de l'obturateur latéral est la guillotine. Elle peut se placer soit en arrière de l'objectif, soit au centre entre les deux lentilles, jamais en avant (fig. 95), car dans ce cas le ciel reçoit le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

maximum d'éclairage et c'est l'inverse qui devrait avoir lieu. Les inégalités d'éclairage dans la guillotine sont dues à l'accélération de vitesse que prend la lamelle obturatrice en tombant en chute libre. Dès que l'on fait usage de ressorts quelconques donnant une certaine vitesse, le phénomène ne se produit plus d'une manière sensible. — L'ouverture doit être rectangulaire ; quant à son diamètre il variera suivant le diamètre des objectifs et la vitesse que l'on veut obtenir. Un des meilleurs modèles de guillotine est celui proposé par M. Mauduit, dans lequel on peut non seulement changer la grandeur de l'ouverture mais aussi le temps de pose, en modifiant la hauteur de chute de la lame. Au point de vue pratique l'inconvénient de la guillotine est d'avoir des dimensions un peu exagérées,

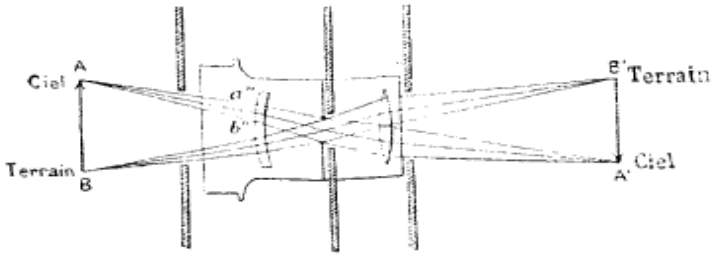


Fig. 95. — Marche des rayons dans un objectif rectilinéaire (Divers emplacements de l'obturateur).

aussi cet obturateur est-il rarement employé surtout pour les grands objectifs.

L'obturateur circulaire rentre dans la classe des obturateurs latéraux, il peut être placé en arrière ou au centre à volonté, et même devant l'objectif ; comme il n'est pas actionné par la pesanteur, mais bien par des ressorts, il ne présente pas les mêmes inconvénients que la guillotine tombant en chute libre. — L'ouverture devra affecter la forme d'un secteur (1).

L'obturateur à deux volets croisés représente la classe des obturateurs centraux. Il ne peut être placé qu'à l'intérieur de l'objectif, car en avant ou en arrière il donne un éclairement inégal de la surface sensible. Il ne faut pas oublier cette remarque très importante. Il est même bizarre que certains constructeurs n'aient pas tenu compte de ce fait qui a été maintes fois signalé (2). La forme de l'ouverture devra être rectangulaire.

(1) Voir A. Londe, *La Photographie instantanée. Théorie et pratique*. Paris, Gauthier-Villars, 1886.

(2) Cependant si l'obturateur a du rendement, cette critique tombe car la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans la classe des obturateurs centraux le nombre des lamelles est quelquefois augmenté jusqu'à obtenir une ouverture circulaire basée sur le même mécanisme que le diaphragme iris (106). Ce dispositif entraîne une complication évidente, les frottements se trouvent multipliés et par suite les grandes vitesses plus difficiles à obtenir. Enfin la somme de lumière admise à chaque instant est plus faible qu'avec deux volets rectilignes. Nous ne croyons donc pas qu'elle constitue un progrès sur l'ouverture antérieurement employée.

Lorsque l'obturateur est placé devant ou derrière l'objectif, on admet en pratique que l'ouverture ne doit jamais être inférieure au diamètre de la lentille immédiatement voisine, afin de ne supprimer aucun des rayons qui concourent à la formation de l'image. S'il est placé au centre, l'ouverture ne devra jamais être inférieure au plus grand diaphragme.

Au point de vue théorique, il y aurait avantage à employer des dimensions d'ouvertures supérieures, afin de diminuer les périodes d'ouverture et de fermeture par rapport à la pose totale et d'augmenter la période pendant laquelle l'objectif travaille à toute ouverture. Mais on est vite arrêté dans cette voie dans la pratique, par suite de l'augmentation des dimensions de l'appareil qui en résulte forcément et de la difficulté que l'on rencontre à faire passer devant l'objectif une ouverture de grandes dimensions en un temps suffisamment court.

En résumé, dans les obturateurs portatifs, les dimensions de la lamelle obturatrice sont rarement supérieures au diamètre des lentilles ou du diaphragme, suivant l'emplacement adopté.

Si l'on nous demande maintenant les avantages théoriques ou pratiques de tel ou tel emplacement, nous répondrons : dans la classe des obturateurs centraux pas d'hésitation, il n'y a qu'un emplacement convenable à moins que l'appareil n'ait un grand rendement, c'est le centre optique ou son voisinage immédiat ; dans la classe des obturateurs latéraux on peut les mettre indifféremment soit dans l'objectif soit en arrière. Si l'obturateur est derrière l'objectif, il est plus volumineux mais il permet les substitutions d'objectifs avec la plus grande facilité ; s'il est au centre il est plus réduit, acquiert par suite une plus grande vitesse, seulement les substitutions d'objectifs, quoique n'étant pas impossibles, sont moins aisées. A chacun de choisir la solution la mieux en rapport avec ce qu'il veut faire.

durée de pose à pleine ouverture l'emporte de beaucoup sur les périodes d'ouverture et de fermeture.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Obturateurs mixtes.

114. Actuellement on demande aux obturateurs instantanés de faire faire aussi la pose à volonté, car on en est revenu de l'engouement des premières années. On s'est heurté à de nombreuses difficultés dans le développement de ces clichés si peu posés, on a eu bien des insuccès, on s'est rappelé que si l'instantanéité a de nombreux charmes, si elle est nécessaire dans certains cas, elle n'est pas tout ; que son domaine est limité et qu'en dehors d'elle il y a bien des sujets intéressants et n'offrant pas la même difficulté. La réaction s'est faite mais le pli était pris, l'habitude de l'obturateur acquise, on ne s'est plus souvenu que l'antique et vulgaire bouchon remplissait parfaitement le but. Il suffisait en effet de laisser son objectif démasqué en mettant l'obturateur à la mise au point. Mais c'eût été trop simple. Les malheureux inventeurs ont donc dû se torturer l'esprit pour transformer les appareils instantanés et les rendre mixtes. Le problème est difficile et il bon d'en connaître les données : il fallait, sans rien enlever autant que possible aux qualités de la combinaison pour instantané, en ajouter une nouvelle pour la pose, et ceci sans augmenter sensiblement le volume et le poids.

Un des systèmes les plus préconisés est celui d'un frein qui ralentit la vitesse de l'obturateur et lui permet de poser jusqu'à quelques secondes. Cette combinaison, très séduisante au premier abord, est mauvaise à plusieurs points de vue. On est d'abord limité à un nombre déterminé de secondes ; s'il faut ensuite se servir du bouchon au delà d'une certaine limite, ce n'est pas la peine de compliquer un appareil. D'autre part le frein s'use rapidement et par suite il est à peu près impossible de retrouver le même fonctionnement ; il nécessite ensuite que le ressort soit toujours tendu à fond, ce qui nuit singulièrement à sa durée ; enfin, quelle que soit la durée d'exposition, l'appareil fonctionne tout le temps,ce qui peut occasionner des vibrations de l'ensemble. De plus, l'ouverture et la fermeture ne se font qu'avec une grande lenteur, la pleine pose ne durant qu'un instant. Il ne doit pas être ainsi. L'obturateur doit démasquer rapidement, poser le temps voulu et fermer brusquement, faire en un mot ce que fait la main et ne pas passer tout son temps à ouvrir et à fermer. Dans cet ordre d'idées on a proposé la solution suivante, qui est infiniment préférable. L'obturateur s'ouvre rapidement lorsque l'on appuie sur la poire, démasque l'objectif et se referme lorsque l'on cesse la pression. On dit

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

alors que l'appareil fonctionne en un coup de poire. Ce système est bon à condition que le dispositif pneumatique soit absolument étanche. S'il n'en est pas ainsi l'air s'échappe et la pression n'étant pas suffisante, l'obturateur se refermera avant le moment fixé par l'opérateur. Ce procédé est d'ailleurs absolument fastidieux lorsque l'on veut faire des poses un peu longues, car on ne doit pas cesser de comprimer la poire pendant tout le temps qu'il veut poser.

Un autre système consiste à ouvrir l'appareil au moyen d'une première pression de la main sur la poire, et à le refermer par une

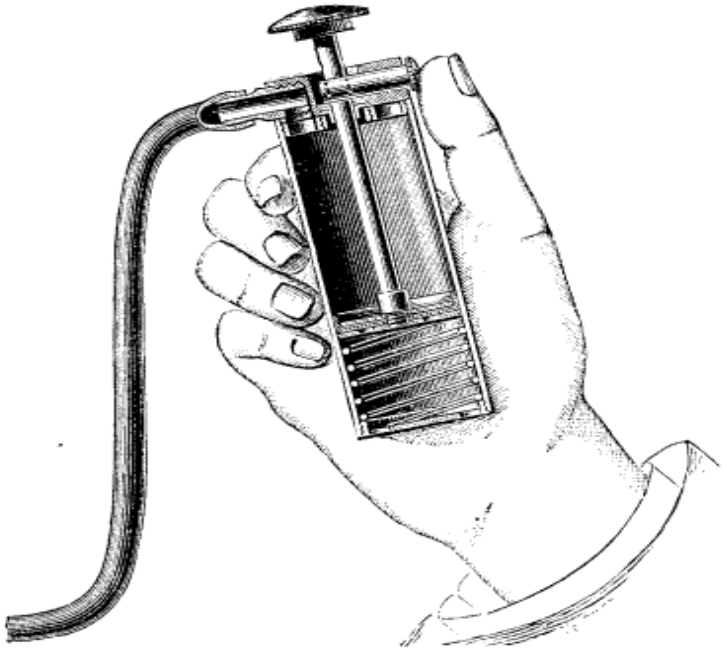


Fig. 96. — Propulseur pneumatique de M. Monti, destiné à remplacer la poire en caoutchouc.

seconde pression. — L'obturateur fonctionne alors en deux coups de poire (1). Cette fonction est beaucoup plus sûre que la précédente et elle nous paraît plus rationnelle.

Quelque soit le système adopté, un appareil de ce genre demandera à être fait avec les plus grands soins, pour éviter le choc qui peut se produire lorsque l'on arrête le volet en pleine course et au moment où l'objectif est démasqué. Ceci est du reste une affaire de mécanique qu'un constructeur habile peut résoudre facilement.

(1) La poire pneumatique est sujette à s'altérer, ce qui est un inconvénient sérieux en voyage. Aussi peut-on se servir avec avantage du propulseur de M. Monti (fig. 96) qui se compose d'un piston mû par un ressort. Ce dispositif remplace parfaitement la poire.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On a même été plus exigeant, et l'on a demandé des obturateurs donnant automatiquement un nombre de secondes déterminé à l'avance. Cette idée fixe chez certaines personnes de vouloir transformer la photographie en une opération purement mécanique est singulière. On ne veut même plus se donner la peine de compter les secondes. Autant un dispositif mécanique est nécessaire pour obtenir des vitesses que notre main est impuissante à donner, autant ce dispositif nous paraît inutile et même dangereux dans d'autres cas. Pour ne citer qu'un exemple probant, nous allons faire un portrait et, nous servant d'un appareil chronométrique, nous le réglons pour donner une pose de six secondes par exemple, temps que nous apprécions être nécessaire pour obtenir une bonne épreuve. La pose commence ; au bout de quatre secondes notre modèle remue. Que faire ? Rien ! Attendre que notre obturateur ait fini de fonctionner et regretter de n'avoir pu fermer l'appareil au bout de quatre secondes, car il est probable qu'en poussant le développement nous aurions pu avoir un résultat satisfaisant tandis qu'après ce qui s'est passé il est inutile de développer. Inversement, nous avons à photographier un bébé et nous méfiant de la sagesse de notre jeune modèle, nous réglons notre appareil pour une seconde, sachant bien que si nous pouvions, nous en poserions peut-être trois ou quatre. Notre appareil fonctionne et nous sommes tous étonnés de voir que notre bébé n'a pas bougé et que nous aurions parfaitement pu poser plus longtemps. Cet exemple banal montre que l'automatisme des temps de pose, pour n'être pas utile, peut offrir en pratique de sérieux inconvénients. Il faut toujours être maître de son temps de pose, l'augmenter et le diminuer suivant les circonstances, de même qu'en photographie instantanée il faut pouvoir varier la vitesse, s'il est nécessaire, au moment précis d'opérer.

Qualités pratiques de l'obturateur.

113. A la suite des explications que nous venons de donner, le lecteur aura bien saisi les diverses qualités pratiques qu'il doit exiger d'un bon obturateur. Ces qualités peuvent se résumer ainsi :

1° Légèreté et volume réduit ;
2° Solidité et simplicité du mécanisme ;
3° Multiplicité des vitesses ;
4° Variation facile des vitesses, l'obturateur étant armé ;
5° Simplicité de fonctionnement.

D'autre part l'emplacement et la forme de l'ouverture devront

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

être conformes à ce que nous avons dit pour les différents types d'obturateurs.

Dans ces conditions, la supériorité sera pour l'instrument qui, pour la plus grande ouverture du volet, donnera la plus grande vitesse.

Obturateurs ne découvrant pas en armant.

116. Nous avons vu que dans les appareils à main, il était nécessaire d'employer des obturateurs ne démasquant pas en armant, les plaques renfermées dans le magasin se présentant sans aucun volet de protection : cette qualité est-elle nécessaire pour un obturateur destiné à être employé sur une chambre à pied? Nous ne le croyons pas. En effet, dans cette hypothèse, la marche logique des opérations consiste à ouvrir l'obturateur pour effectuer la mise au point, à l'armer et à le déclencher, de même pour toutes les opérations successives. Il n'y a qu'une exception, c'est lorsque du même point on veut faire successivement une série d'instanéités ; dans ce cas, il est inutile de passer par la mise au point. Mais, comme d'autre part, il faut entre chaque opération changer de châssis, nous ne voyons pas quel serait l'avantage d'un obturateur ne démasquant pas, puisqu'avec l'obturateur ordinaire, il suffira de l'armer avant d'ouvrir le châssis. Si nous insistons sur ce point, c'est que fréquemment le mécanisme destiné à masquer l'ouverture de l'obturateur pendant qu'on l'arme, constitue une complication et par suite peut compromettre le fonctionnement de l'appareil en altérant sa simplicité. Si cependant par des dispositions spéciales, cette fonction peut être obtenue sans compliquer le mécanisme, elle sera avantageuse dans quelques cas tous spéciaux mais n'est nullement nécessaire, nous le répétons. Il n'en est pas de même, comme nous l'avons dit, en ce qui concerne les appareils à main et les appareils portatifs sans pied. Ceux-ci en effet peuvent être munis de châssis à rouleaux ou de magasins et alors l'obturateur ne démasquant pas est d'une nécessité absolue.

117. Description systématique de principaux types d'obturateurs.

Nous allons maintenant décrire quelques obturateurs qui peuvent représenter des types nettement définis, dont la plupart des autres ne constitueront que des modifications de détails et non de principe.

118. Obturateurs à volet. — Le plus ancien et le plus connu est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

celui de Guerry qui est constitué par un volet en velours manœuvré à distance au moyen de la pression de l'air (fig. 97). Il est monté sur

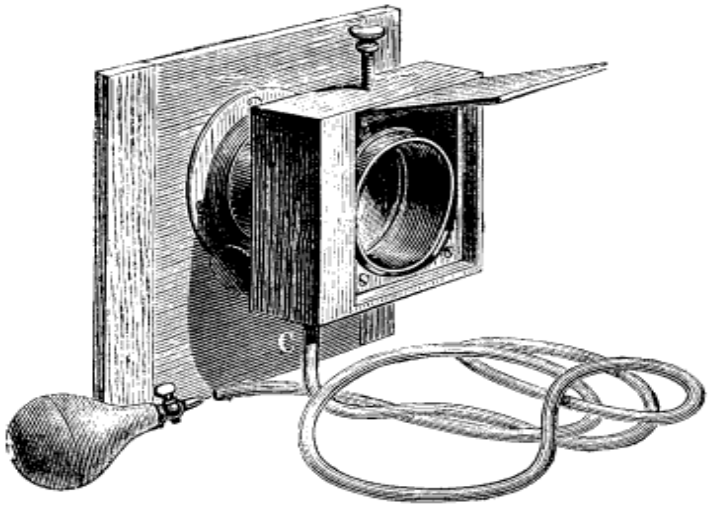


Fig. 97. — Obturateur Guerry à un volet.

un cadre qui s'adapte sur le parasoleil de l'objectif. Pour la photographie d'atelier, on recommande de le placer derrière l'objectif, afin de ne pas attirer l'attention du modèle (Voir fig. 14). Comme

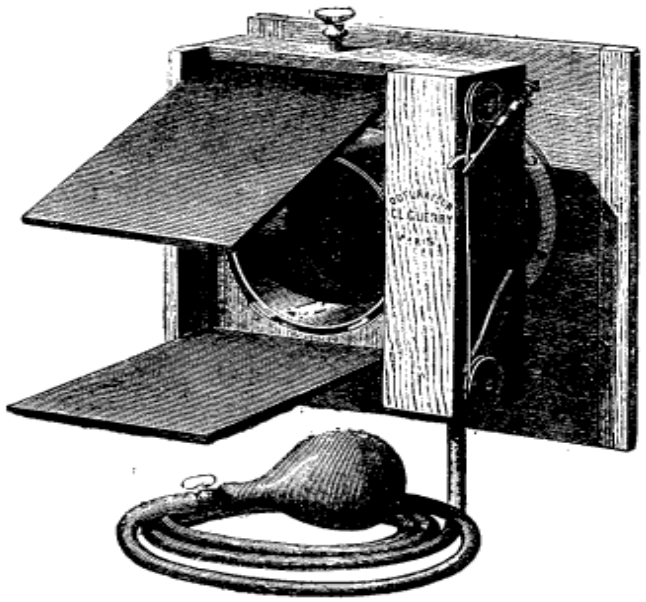


Fig. 98. — Obturateur Guerry à double volet.

vitesse il ne permet pas de descendre en dessous du quart de seconde ce qui est absolument insuffisant dans bien des cas.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'auteur, mettant à profit une indication de M. Audra, a combiné un modèle à deux volets reliés par une cordelette latérale qui constitue un progrès sur le précédent, néanmoins la vitesse ne dépasse guère le 1/20 de seconde, ce qui est encore trop peu dans bien des cas (fig. 98).

Par suite de son mode de fonctionnement ce type d'obturateur donnera des poses inégales aux diverses portions de la plaque lorsqu'on ne fera que l'ouvrir et le fermer. En nous reportant à la (fig. 94) et en supposant un obturateur Guerry placé devant l'objectif, les rayons correspondant au terrain passeront les premiers, et ceux provenant du ciel ne seront démasqués que lorsque le volet sera en haut de sa course. Ils seront du reste immédiatement masqués lors de la marche inverse du volet, les rayons provenant du terrain étant les derniers admis. Dans la pratique cette inégalité d'exposition présentera des

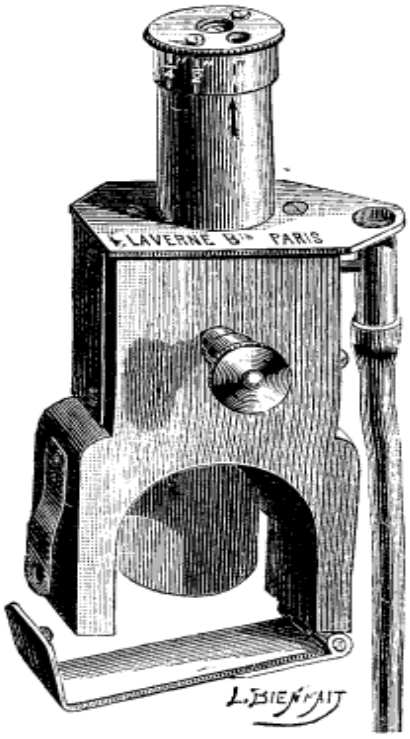


Fig. 99. — Obturateur à pompe de M. Laverne (volet vertical).

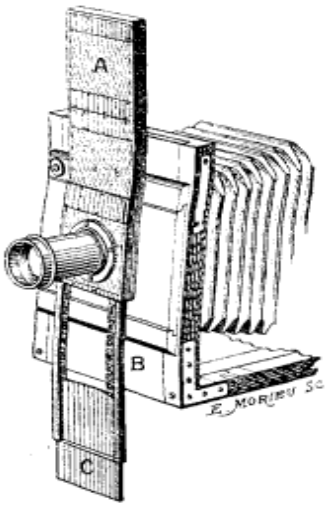


Fig. 100. — Obturateur à guillotine. A, boîte de la guillotine. B, guillotine. C, planchette coulissante permettant de faire varier l'ouverture. (M. Monti, constructeur.)

avantages réels dans certains cas, les diverses parties d'un paysage n'étant pas d'un actinisme égal, c'est ainsi que pour obtenir des nuages dans un cliché il est indispensable de donner au ciel une exposition beaucoup plus courte ; l'obturateur à volet, dans ce cas particulier, sera très précieux. Si l'on veut éviter les inégalités d'éclairage il faut l'ouvrir rapidement, le maintenir dans cette posi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tion pendant le temps jugé nécessaire et le refermer brusquement.

119. Obturateurs à vanne. — Si le volet, au lieu d'effectuer son mouvement sur un axe horizontal, glisse dans deux coulisses verticales et revient masquer l'objectif, nous aurons l'obturateur à vanne. Un des mieux compris est celui de M. Laverne qui est muni d'un frein à air très bien imaginé. Il se place à cheval sur l'objectif (fig. 99), dans une fente spéciale.

120. Obturateurs latéraux. — Ceux-ci comprennent la guillotine et le secteur qui n'est en quelque sorte qu'une guillotine tournante.

Guillotine. — Elle se compose d'une lamelle en bois ou en métal percée d'une ouverture égale au moins au diamètre de l'objectif et qui est actionnée soit par la pesanteur soit par des ressorts (fig. 100). Ce type n'est plus guère employé aujourd'hui à cause de ses dimensions qui doivent être supérieures à trois fois au moins le diamètre de l'objectif.

Secteur. — Un des plus connus et des plus anciens est celui qui a été construit par M. Dessoudeix sur nos indications.

Un disque spécial, percé d'une ouverture en forme de secteur, est actionné par un fort ressort qui produit son passage suffisamment rapide au moment voulu. Le ressort se commande extérieurement au moyen d'une manette qui se meut sur une demi-couronne portant une série d'encoches numérotées et correspondant aux différentes vitesses. Pour armer l'obturateur, il suffit de pousser la manette supérieure vers la droite. Cet obturateur est mixte en ce sens qu'il permet les poses instantanées et les poses de durée quelconque au moyen de deux coups de poire. Un modèle se place derrière l'objectif et permet faiblement les substitutions d'objectifs (fig. 101). Un plus récent se monte au centre optique entre les lentilles. Il est moins volumineux et permet d'atteindre des vitesses plus considérables (fig. 102).

Mais ces obturateurs sont assez répandus pour que nous jugions inutile de les décrire davantage.

121. Obturateurs centraux. — Un des plus connus et des meilleurs est le Thury et Amey qui est composé de deux guillotines marchant en sens inverse et se rencontrant de façon à démasquer l'objectif par le centre. Elles sont commandées par un barillet central muni d'un fort ressort. Les différentes vitesses sont obtenues au moyen d'un frein (fig. 103).

Ce modèle a été imité de bien des façons. Au lieu de deux guillotines, on peut employer deux disques ou deux secteurs allant en sens inverse, de façon à donner le même résultat.

C'est ainsi qu'on construit le nouvel obturateur « Le Saturne »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dû à MM. Bazin et Leroy. Cet appareil est un des meilleurs que

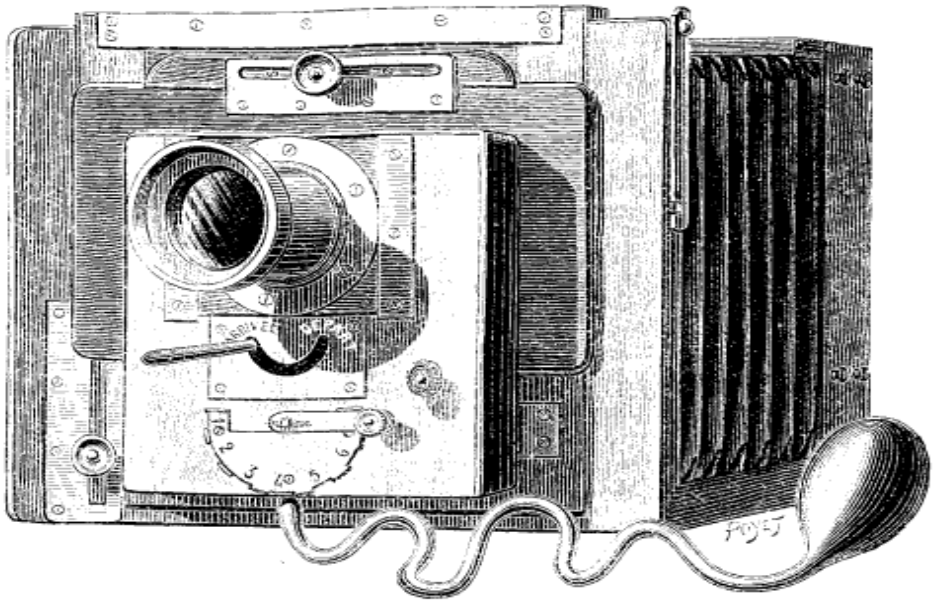


Fig. 101. — Obturateur latéral à secteur, système A. Londe et Ch. Dessoudeix, fonctionnant derrière l'objectif (MM. Bazin et L. Leroy constructeurs).

nous ayons essayés. Il est d'un volume des plus réduits, ce qui est une considération non négligeable surtout lorsqu'il s'agit de le monter sur une chambre à main. Il est de forme circulaire et pour une ouverture de 31 mm. il n'a guère que 7 cent. de diamètre. Il ne démasque pas en armant, est simple de manœuvre et permet les différentes vitesses. Enfin il est mixte, donne l'instantané et la pose, celle-ci étant obtenue à volonté en un ou deux coups de poire (fig. 104).

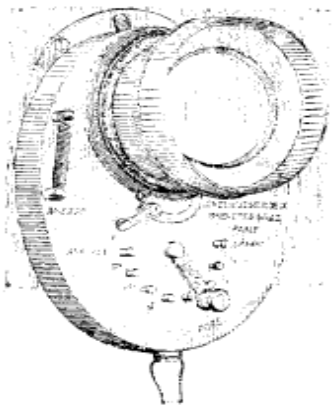


Fig. 102. — Obturateur latéral en métal système A. Londe et Ch. Dessoudeix fonctionnant au centre optique (MM. Bazin et L. Leroy constructeurs).

Au point de vue théorique, cet obturateur a été conçu pour se rapprocher autant que possible de l'obturateur idéal, et donner une période de pleine pose notable par rapport aux périodes d'ouverture et de fermeture. Il se compose de deux volets s'ouvrant en sens inverse et qui sont rendus solidaires l'un de l'autre. L'un d'eux porte une came spéciale B qui sera actionnée par l'anneau moteur A, lequel est commandé par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

deux forts ressorts disposés sur sa circonférence. Cet anneau se manœuvre de l'intérieur au moyen de la manette G. Grâce à une série de goupilles F disposées sur l'anneau et d'une ancre E qui est soulevée au moment voulu par un dispositif pneumatique, on obtient les diverses fonctions, instantané à divers degrés, pose en un coup de poire ou en deux. A cet effet, l'ancre est mobile sur son axe et suivant qu'elle occupe telle ou telle position, elle enclenche avec telles ou telles goupilles qui sont de hauteurs différentes intentionnellement. Au moment du départ la tige à ressort C vient rencontrer la came B, la déplace et produit l'ouverture rapide des deux volets ; ceux-ci restent ouverts tant que la tige C n'a pas dépassé l'extrémité du plateau de la came. A ce moment une tige intérieure fixée sur l'anneau vient attraper brusquement la pièce D et produit la fermeture rapide des deux volets. Ainsi se trouve réalisées l'ouverture rapide, la pose à pleine ouverture pendant une temps très notable et enfin la fermeture rapide.

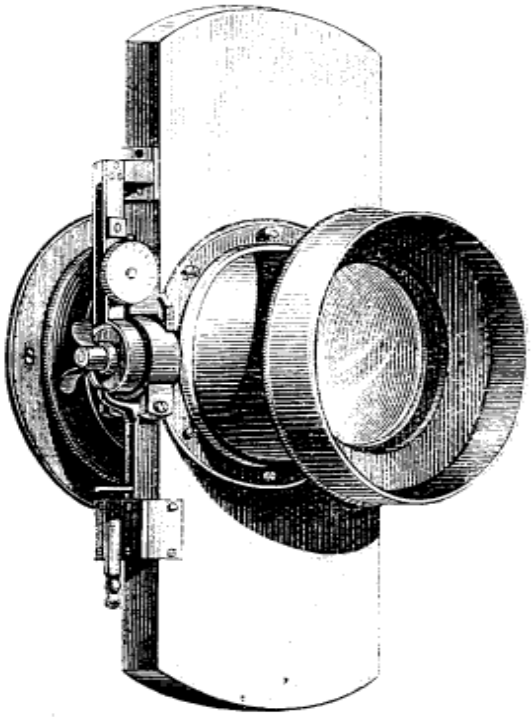


Fig. 103. — Obturateur central double guillotine (Thury et Amey constructeurs.

Nous donnons plus loin le tracé du fonctionnement de cet obturateur (Voir fig. 117) qui est particulièrement intéressant à étudier, car le rendement est obtenu concurremment avec de grandes vitesses mécaniques de fonctionnement, vitesses que l'on rencontre rarement dans les appareils du commerce. C'est ainsi que le modèle de 31 millimètres d'ouverture donne avec ressort supplémentaire $\frac{1}{175}$ de seconde environ et celui de 20 millim., $\frac{1}{250}$. Grâce au rendement et malgré la brièveté de l'exposition, le développement s'effectue avec la plus grande facilité. — L'appareil de MM. Bazin et Leroy, qui est le premier obturateur à grand rendement et à grande vitesse qui ait été construit, remplit, comme on le voit, toutes les conditions indiquées précédemment et nous sommes persuadés qu'il aura un réel succès.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MESURE DE LA VITESSE DES OBTURATEURS.

122. Nous arrivons à l'étude d'une question capitale dans la matière, c'est celle de la mesure de la vitesse de fonctionnement de l'obturateur qui est intéressante à connaître pour savoir les sujets que l'on pourra aborder avec chaque degré de réglage de cet instrument et comparer divers appareils entre eux. Elle est des plus

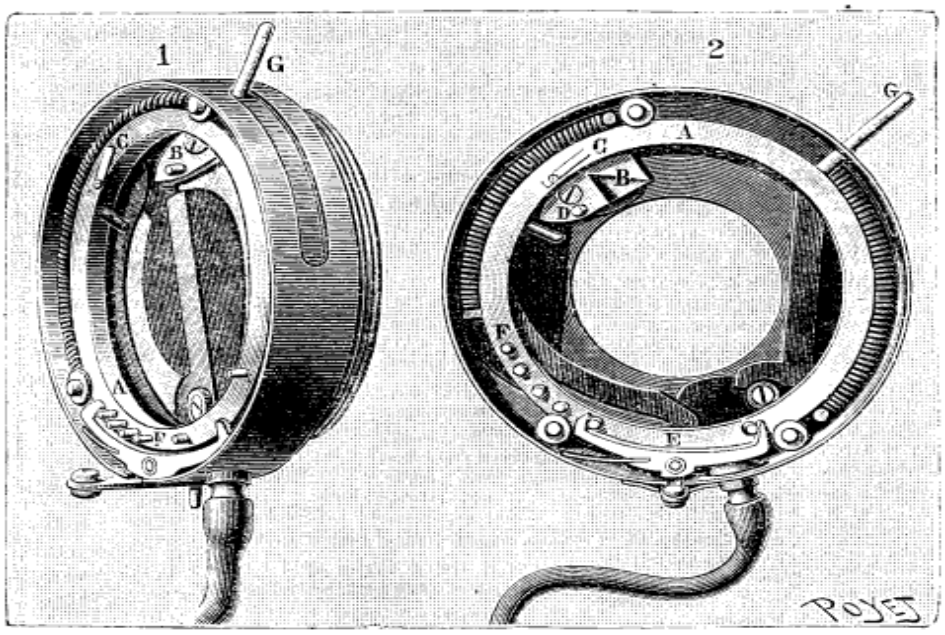


Fig. 104. — Obturateur (le Saturne), de MM. Ch. Bazin et L. Leroy. — A. Anneau moteur. — B. Came. — C. Tige à ressort. — D. Doigt d'arrêt de la came. — E. Ancre. — F. Diverses tiges d'enclenchement. — G. Manette commandant l'anneau moteur.

complexes, et va nous obliger à d'assez longs développements, mais étant donnée son importance, nous espérons que le lecteur voudra bien nous suivre (1).

Diverses méthodes ont été indiquées pour mesurer le temps de pose ; on peut les diviser en trois classes, les méthodes graphiques, les méthodes optiques et les méthodes mixtes, c'est-à-dire celles qui sont une fusion des deux.

(1). Nous avons cru devoir reproduire in-extenso toute cette partie qui constituait un des chapitres de la première édition de cet ouvrage et qui comprend nos recherches originales sur le fonctionnement des obturateurs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Méthodes graphiques.

123. Par les premières, on enregistre le fonctionnement mécanique de l'obturateur; par les autres, on mesure le temps pendant lequel la lumière agit utilement sur la surface sensible. Si on place, par exemple, une bande de papier enfumé sur la lamelle mobile de l'obturateur, que l'on fasse vibrer un diapason dont le style touche légèrement la surface du papier, on obtiendra, lorsque l'appareil fonctionnera, une sinusoïde comprenant un certain nombre de vibrations. En comptant le nombre de vibrations comprises entre le moment où l'objectif est démasqué et celui où il est recouvert, comme d'autre part on connaît le nombre de vibrations du diapason par seconde, il est aisé, par un simple calcul, de déduire le temps qui s'est écoulé entre l'ouverture et la fermeture. C'est là un enregistrement mécanique, un exemple de méthode graphique (1).

Cette méthode serait la plus simple si la lumière pénétrant dans un objectif agissait sur la surface sensible dès qu'une portion de la lentille est démasquée; mais il n'en est pas ainsi, comme nous le prouverons tout à l'heure, et la valeur des méthodes graphiques se trouve infirmée par ce fait que les bases adoptées pour compter le temps de pose, à savoir, l'ouverture et la fermeture de la lentille, sont des bases purement hypothétiques.

Méthodes optiques.

124. Dans les méthodes optiques on ne s'occupe que de mesurer le temps pendant lequel la lumière agit utilement sur la surface sensible; photographiquement parlant, c'est la seule chose qui soit utile à connaître: c'est pour cette raison que ces méthodes nous paraissent *à priori* bien préférables aux méthodes graphiques.

M. Vidal a indiqué une méthode de la deuxième catégorie. Elle consiste à photographier une aiguille animée d'un mouvement de rotation. Cette aiguille brillante se meut sur un cadran noir portant des divisions blanches, et fait un tour en une seconde (2). Pendant la pose, elle se déplace d'un certain nombre de divisions suivant la vitesse de l'obturateur. Au développement, on obtient l'image

(1) Voir *La Nature*, du 26 janvier 1884, p. 141.
(2) M. Vidal se contente d'actionner l'aiguille à la main; cette méthode ainsi simplifiée ne possède évidemment pas la précision nécessaire dans l'espèce.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

du cadran et une trace blanche qui correspond exactement au déplacement de l'aiguille. Si le cadran est divisé en 600 parties et si l'aiguille s'est déplacée de 10 divisions, on peut en conclure que la lumière a agi pendant 10/600, soit 1/60 de seconde. La seule condition, et elle est capitale, c'est que l'aiguille parcoure des espaces égaux en des temps égaux. Au point de vue pratique, c'est un inconvénient sérieux, car rien n'est plus difficile en mécanique que d'obtenir un mouvement de rotation d'une parfaite régularité. Les régulateurs les plus perfectionnés sont toujours susceptibles de présenter de légères variations.

Dans ces conditions et pour n'avoir pas à se préoccuper de la régularité absolue du moteur, nous avons proposé de contrôler la marche de l'aiguille par l'emploi du diapason (1). Nous pensons en effet que lorsqu'il s'agit de mesurer des centièmes et des millièmes de seconde, il faut écarter *à priori* toutes les causes d'erreur et n'employer que des méthodes ayant une véritable rigueur scientifique.

Une autre méthode, indiquée par M. Jubert et reprise par M. de la Baume Pluvinel, consiste à photographier une boule brillante tombant à l'air libre le long d'une échelle graduée. La boule laisse, suivant le temps d'obturation, une trace plus ou moins longue. Sachant l'origine et la fin de cette trace par rapport au point de départ et aux divisions de l'échelle, on peut en déduire, en appliquant la formule de la loi de la chute des corps, le temps pendant lequel la lumière a travaillé. Cette méthode, parfaite en théorie, est néanmoins assez délicate dans son application. On ne doit en effet déclencher l'obturateur que lorsque la boule a déjà acquis une certaine vitesse ; il faut faire une série de calculs dans lesquels intervient, par exemple, l'intensité de la pesanteur au lieu où l'on opère ; il est de plus assez difficile de déterminer, d'une manière certaine, l'origine et la fin de la trace, toutes raisons réunies qui font que cette méthode, quoique présentant un caractère très scientifique n'est peut-être pas très pratique. Elle a de plus avec la méthode du cadran un inconvénient commun, à savoir qu'elle exige une très belle lumière pour être employée ; on ne peut donc l'utiliser tous les jours.

Nous avons pensé que le diapason appliqué à cette méthode la simplifierait beaucoup en supprimant tous les calculs tout en lui conservant toute sa précision. Il faudrait alors remplacer la boule

(1) A. Londe, *La Photographie instantanée*. Paris, Gauthier-Villars, 1886.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par un point brillant fixé sur une grande planchette coulissante, laquelle porterait une lame enfumée destinée à l'inscription des vibrations. Nous décrirons du reste plus loin un appareil que nous avons fait construire dans cet ordre d'idées (Voir fig. 108).

Nous citerons en dernier lieu la méthode proposée par M. le capitaine Colson et qui a été indiquée également par le capitaine Houdaille. Elle consiste à photographier un pendule battant la seconde qui se meut devant des divisions obtenues par le calcul et correspondant chacune à l'unité de temps adoptée. Ainsi le chemin par-

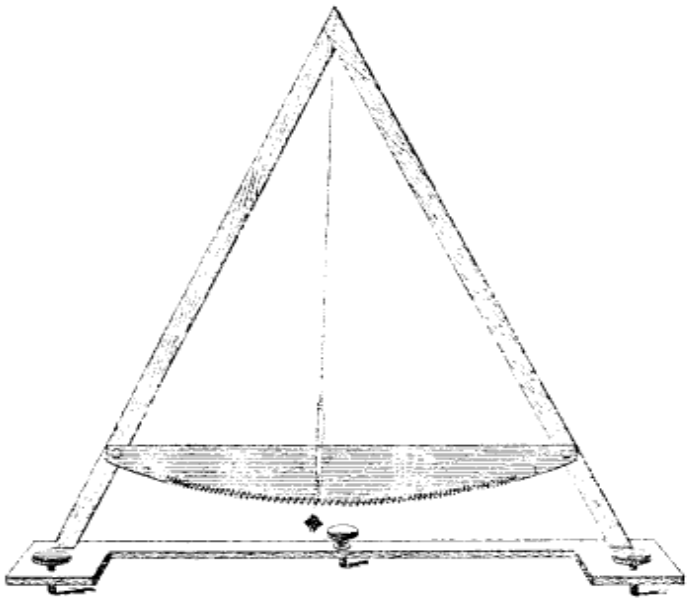


Fig. 105. — Pendule Colson pour mesurer la vitesse des obturateurs (M. Hermagis constructeur).

couru par le pendule étant divisé en 100 parties, chacune d'elle équivaudra à $\frac{1}{100}$ de seconde. On lira sur le négatif le nombre de divisions comprises dans la trace laissée par le pendule pendant la durée d'exposition et on en déduira le temps d'action de la lumière sur la préparation sensible (fig. 105).

Ces diverses méthodes ne peuvent être appliquées qu'avec un éclairage très intense, aussi faut-il opérer au soleil ou à défaut à la lumière du magnésium. La trace laissée par le mobile est estompée à ses deux bords extrêmes et il règnera toujours une certaine incertitude de lecture.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Méthodes mixtes.

123. Ces méthodes n'étant pas applicables par tous les temps, ce qui est une gêne sérieuse pour exécuter des travaux suivis, le diapason donnant seul la précision désirable, tout en réduisant les calculs à une simple numération de vibrations, nous nous sommes demandé s'il n'y aurait pas moyen d'inscrire sur la plaque photographique elle-même le temps d'action de la lumière. De cette manière et d'un seul coup on aurait sur le cliché l'enregistrement du temps d'action de la lumière mesuré en fractions de seconde. Dans ce but nous avons indiqué une méthode mixte qui est en quelque sorte une fusion, une réunion des autres méthodes, et proposé un appareil spécial dont voici sommairement la description : il ressemble à une chambre photographique à trois corps fonctionnant sur un grand chariot. Le corps d'avant porte un diapason électrique, celui du milieu l'obturateur à essayer et son objectif, le dernier un cadre enregistreur (fig. 106). Un foyer électrique est le complément de notre installation. Le diapason donne 1000 vibrations simples par seconde (1). Une de ses branches porte une petite plaque métallique percée d'une ouverture de très faible diamètre. Cette ouverture est recouverte de papier dioptrique. Lorsqu'elle sera vivement éclairée par le foyer électrique, elle fonctionnera elle-même comme source lumineuse. Elle éclairera l'objectif et ira former son image très brillante sur une glace dépolie placée sur le cadre enregistreur. Celui-ci se compose d'un double châssis, glissant au moyen de petits galets, le long de deux règles métalliques. Il peut recevoir soit un verre dépoli pour la mise au point, soit une plaque sensible au moment de l'expérience et même une lame de verre enfumé nécessaire pour certaines études. Ce cadre est suspendu par un crochet que l'on peut soulever au moyen d'un appareil pneumatique : lorsqu'il est abandonné à lui-même il tombe de toute sa hauteur.

Ceci dit, voyons le fonctionnement de l'appareil. Le point vivement éclairé vient faire son image sur le bas du verre dépoli, le cadre étant dans sa position la plus élevée.

Lorque l'on fait vibrer le diapason au moyen d'un courant électrique, le point se déplaçant latéralement avec la branche qui le supporte, nous aurons sur notre glace un trait lumineux ; si à ce

(1) Le diapason qui nous a servi dans nos diverses expériences a été construit, spécialement pour nous, par M. Pellin l'habile successeur de M. Duboscq.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

moment nous déclenchons le cadre enregistreur après avoir remplacé le verre dépoli par une glace sensible, nous obtiendrons une

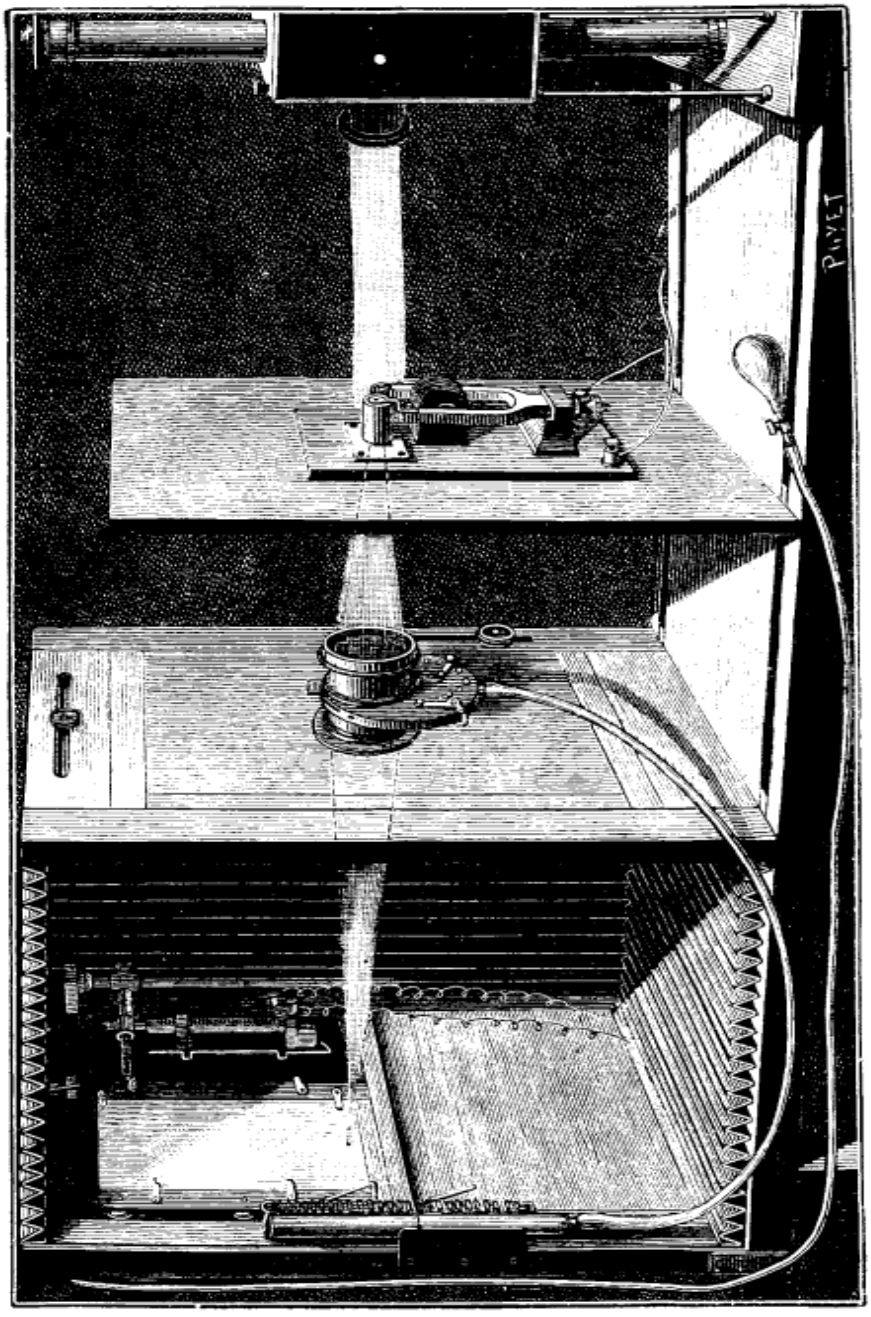


Fig. 106. — Appareil A. Londe pour étudier la vitesse et le fonctionnement des obturateurs.

trace affectant la forme d'une sinusoïde et occupant toute la hauteur de la plaque (tracé 1 de la fig. 107).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si alors, nous faisons une nouvelle expérience en faisant cette fois fonctionner l'obturateur, la lumière ne pouvant passer que pendant le temps de fonctionnement de celui-ci, nous aurons une trace qui sera l'expression même du temps pendant lequel la lumière aura pu agir. Il suffira de compter le nombre de vibrations inscrites pour savoir en millièmes de seconde la valeur exacte de ce temps (tracé 2 de la fig. 107).

La chute du cadre enregistreur doit être assez rapide : cela est absolument nécessaire afin que les vibrations soient assez espacées les unes des autres pour pouvoir être comptées. Il est aussi indispensable que l'obturateur ne soit déclenché que lorsque le cadre est en pleine chute. Pour obtenir ce résultat nous nous servons de deux tubes fermés rentrant l'un dans l'autre et formant piston. La partie fixe du tube inférieur, adaptée au corps d'arrière, est munie à sa base d'un ajustage sur lequel on place le tuyau en caoutchouc de l'appareil pneumatique actionnant l'obturateur. Le tube supérieur, un peu plus petit de diamètre, est sollicité à rentrer dans l'autre par deux forts ressorts latéraux mais il peut être maintenu en haut de sa course par un cliquet, installé de telle manière que le cadre ne peut passer sans le faire basculer. Le tube mobile est alors entraîné par les ressorts, il comprime violemment l'air intérieur et déclenche par suite l'obturateur précisément au moment où le cadre a acquis une vitesse suffisante pour que les vibrations soient bien espacées.

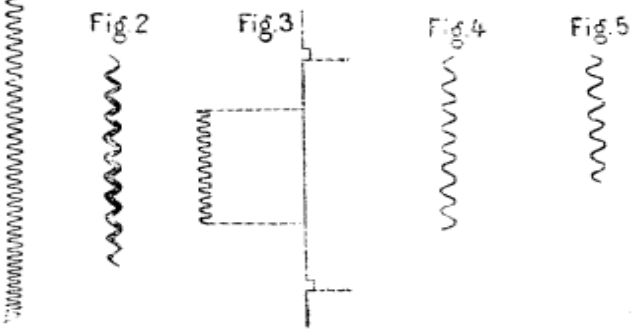


Fig. 107.

Pour essayer un obturateur, on le place muni d'un objectif sur la planchette *ad hoc*, on éclaire le petit écran, on fait vibrer le diapason. Après mise au point, on remplace le verre dépoli par une plaque sensible, on arme l'obturateur, le double piston. Il n'y a plus alors qu'à déclencher le cadre mobile. Celui-ci tombe, fait partir l'obturateur ; on aperçoit un éclair sur la plaque et l'expérience est faite. Au développement, on obtient la sinusoïde en noir se détachant sur fond blanc. Si l'on trouve 10 vibrations, le diapason en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

donnant 1000 par seconde, la pose a été de 10/1000, soit 1/100.

Cette méthode nous sert depuis plusieurs années et nous a permis d'étudier d'une manière complète le fonctionnement de divers obturateurs, ainsi que le mode d'action de la lumière sur les préparations sensibles pendant une pose instantanée (1).

Étude de la durée d'action de la lumière.

126. La première question qu'elle nous a permis de résoudre est la suivante : Lorsqu'un obturateur quel qu'il soit démasque une lentille, est-il vrai de dire que la lumière agit dès le début ? La chose est intéressante, car s'il en est ainsi les méthodes graphiques dans lesquelles on compte le temps à partir du moment où la lentille est démasquée jusqu'à celui où elle est recouverte sont parfaitement valables ; autrement, elles sont sujettes à critique. En examinant un des tracés obtenus par notre méthode (tracé 2 de la fig. 107), nous constatons tout d'abord que l'impression laissée par la lumière apparaît très faible au début, pour augmenter ensuite d'intensité, atteindre un maximum puis décroître et disparaître en mourant.

L'endroit où la trace commence à être visible indique évidemment l'instant précis où la lumière avait acquis l'intensité suffisante pour agir. Elle pénètre en effet dans l'objectif d'une manière progressive et croissante, proportionnelle exactement à la surface de lentille démasquée par le volet de l'obturateur pendant son fonctionnement ; elle disparaît de même. L'intervalle qui sépare l'instant auquel la lumière agit de celui où elle a cessé d'impressionner la surface sensible, nous est donné par notre appareil avec la plus grande précision, c'est ce qui constitue l'enregistrement optique. Si, comme on l'admet par hypothèse dans les méthodes graphiques, la lumière agit dès qu'elle peut pénétrer dans l'appareil jusqu'au moment où elle disparaît, l'enregistrement optique devra avoir la même valeur que l'enregistrement graphique. S'il n'en est pas ainsi, c'est qu'il existe une période dans laquelle sur les préparations que nous employons, la lumière n'agit pas faute d'intensité.

Pour donner une preuve indéniable de cette affirmation, nous opérons ainsi. Nous plaçons sur notre cadre enregistreur et à côté de la plaque une lame de verre recouverte de noir de fumée. Nous fixons au moyen d'une tige articulée un chronographe électrique qui

(1) Notre appareil s'emploie dans le laboratoire noir, la source de lumière étant enfermée dans une lanterne complètement close.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vient appuyer son style sur notre lame de verre. Lorsque celle-ci se déplacera, entraînée par l'appareil enregistreur, l'extrémité du style tracera une ligne droite en enlevant le noir de fumée sur son parcours ; si à un moment quelconque nous envoyons un courant électrique dans notre chronographe, le style attiré par l'électro-aimant se déplacera latéralement et laissera un signal qui nous servira à noter l'instant précis d'un phénomène que nous voulons observer. Dans notre expérience, le chronographe sera utilisé pour noter l'instant précis où la lumière pénètre dans l'appareil et celui où elle disparaît. A cet effet, nous faisons fonctionner notre obturateur de manière à démasquer lentement la lentille jusqu'au moment où le point est visible sur le verre dépoli. Nous plaçons alors un contact électrique réglé de telle façon que notre chronographe fonctionne au moment précis où la lumière pénètre dans l'appareil. De même nous installons un autre contact qui indiquera l'instant de la disparition du point lumineux. De cette manière nous obtiendrons sur notre lame de verre enfumé deux signaux marquant l'admission et la disparition de la lumière. C'est l'enregistrement graphique, comme il a été dit tout à l'heure (1).

Si la lumière agit dès qu'elle apparaît jusqu'au moment de sa disparition, la trace optique devra avoir précisément la même longueur que l'intervalle existant entre les deux signaux. La simple inspection du résultat obtenu montre qu'il n'en est pas ainsi (tracé 3 de la fig. 107) : il s'est écoulé un certain temps très appréciable entre le moment où la lumière a pénétré et celui où elle a agi, de même qu'elle a cessé d'impressionner avant sa disparition. Ce retard d'impression est la preuve manifeste qu'avec les préparations actuellement employées, la lumière ne peut agir que lorsqu'elle a acquis une intensité suffisante, et démasqué par conséquent l'objectif d'une certaine quantité. La conclusion de ce qui précède est que les bases adoptées par les méthodes graphiques sont arbitraires.

Influence de l'intensité de la lumière sur le temps de pose.

127. Au point de vue théorique, nous pouvons dès à présent poser en principe que la lumière, lorsqu'on fait une épreuve instan-

(1) La première observation que l'on fait est qu'il faut démasquer la lentille d'une certaine quantité, faible, il est vrai, mais très appréciable avant que la lumière ne pénètre. — Voilà déjà une cause d'erreur signalée dans les méthodes qui comptent le temps à partir du moment où la lentille est démasquée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tanée, doit avoir une intensité donnée, *intensité initiale*, si on nous passe l'expression, pour agir sur la préparation sensible employée. Tant que la lumière n'aura pas acquis l'intensité initiale, c'est-à-dire tant que l'objectif n'aura pas été démasqué de la quantité nécessaire, il n'y aura pas impression et par conséquent pas formation d'image. L'examen des traces ne laisse aucun doute à ce sujet. Nous allons même plus loin et nous pensons que pour un fonctionnement d'obturateur identique, si la lumière est plus intense, le point initial sera atteint plus tôt et le nombre de vibrations inscrit plus grand. Si la lumière est plus faible, ce sera l'inverse. En effet si, l'objectif étant démasqué d'une quantité donnée, une source lumineuse égale à 1000 par exemple a atteint l'intensité initiale voulue, une source 100 fois plus faible ne donnera le même résultat que si l'objectif est démasqué d'une nouvelle quantité, ce qui permettra, par l'admission d'une somme plus grande de rayons, d'atteindre l'intensité nécessaire pour agir.

En résumé, de tout ce qui vient d'être dit, on peut formuler la loi suivante : *Pour un fonctionnement constant d'un obturateur photographique, le temps d'action de la lumière sur la préparation sensible variera suivant l'intensité même de cette lumière*. En un mot *la durée d'action de la lumière sera proportionnelle à son intensité*.

Rien n'est plus facile que de vérifier expérimentalement cette loi. Nous enregistrons la vitesse d'un obturateur quelconque avec notre foyer électrique comme source lumineuse, nous obtenons 17/1000. Nous refaisons un autre enregistrement, mais en interposant un écran transparent de façon à diminuer notre intensité lumineuse, nous ne trouvons plus que 13 1000 (4 et 5 de la fig. 107). Le temps d'action de la lumière sur la préparation se trouve donc diminué en même temps que l'intensité. C'est la preuve évidente de l'exactitude de la loi qui vient d'être formulée. Les conséquences d'un pareil résultat sont importantes, car elles montrent, dans les méthodes optiques d'enregistrement des obturateurs une cause d'erreur qu'il était difficile de soupçonner *à priori*. En effet, si l'intensité de la source lumineuse entraine des variations correspondantes du temps de pose, quelle confiance devra-t-on accorder aux méthodes qui exigent la lumière du jour pour être employées, telles que celles du cadran ou de la boule ? Par la raison que nous venons d'indiquer, elles ne peuvent que donner des chiffres non comparables entre eux, puisque l'intensité de la lumière varie constamment suivant l'heure, le climat, le temps, etc., etc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous avons voulu nous rendre compte de la valeur de cette erreur et voir si elle avait réellement quelque importance pratique. A cet effet nous avons fait construire un appareil à chute portant une série de points que nous photographions dans leur course. La planchette coulissante qui porte ces points reçoit une plaque de cuivre nickelée et recouverte de noir de fumée. Un diapason de 1000 vibrations placé en haut de notre appareil inscrit ses vibrations sur la plaque noircie. Cette méthode est une modification de celle de la boule, mais elle est d'une exécution plus facile puisque la vitesse de chute est toujours enregistrée à chaque expérience : elle n'exige de plus aucun calcul, il suffit de compter le nombre de vibrations correspondant à la trace laissée par la boule et on obtient le résultat en millièmes de seconde.

Pour mettre en évidence les différences d'enregistrement obtenues par les méthodes optiques suivant l'intensité lumineuse, nous fixons sur notre planchette mobile trois points inégalement brillants réfléchissant par suite des quantités inégales de lumière. Nous plaçons notre chambre photographique munie d'un obturateur devant notre appareil et nous opérons au moment où la planchette de l'appareil à chute est en pleine course (fig. 108). Nous développons. Nos points étant entraînés d'un même mouvement se sont déplacés de la même quantité exactement, mais si à cause de leurs différences d'intensité ils n'ont pas impressionné la plaque au même instant, nous devons obtenir des traces de longueurs inégales et correspondant à des nombres également différents de millièmes de seconde.

Nous avons fait reproduire le cliché de cette expérience qui ne laisse pas le moindre doute : l'un des points a agi pendant 24/1000, le deuxième pendant 22/1000, le troisième pendant 21/1000 seulement (fig. 108).

L'expérience que nous venons de citer montre avec évidence l'influence de l'intensité lumineuse sur le chiffre trouvé. Si aujourd'hui, avec un beau soleil, nous trouvons un chiffre, demain peut-être même quelques instants après si le soleil est moins brillant, nous en trouverons un autre. Les méthodes optiques indiquées précédemment, la lumière du jour étant l'élément nécessaire, ne nous paraissent donc pas avoir les qualités de précision nécessaires pour être à l'abri d'une critique impartiale.

Il semblerait résulter des considérations qui précèdent que la question de la mesure du temps de pose d'un obturateur est une question insoluble ! Nous croyons en effet qu'il en est ainsi : per-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sonne, à notre avis, ne peut donner actuellement la valeur absolue du temps d'action de la lumière obtenue au moyen d'un obturateur quelconque, en faisant une épreuve instantanée. Nous allons le prouver. Il est bon, à notre idée, que le lecteur connaisse les données du problème, les obstacles ou même les impossibilités qu'il

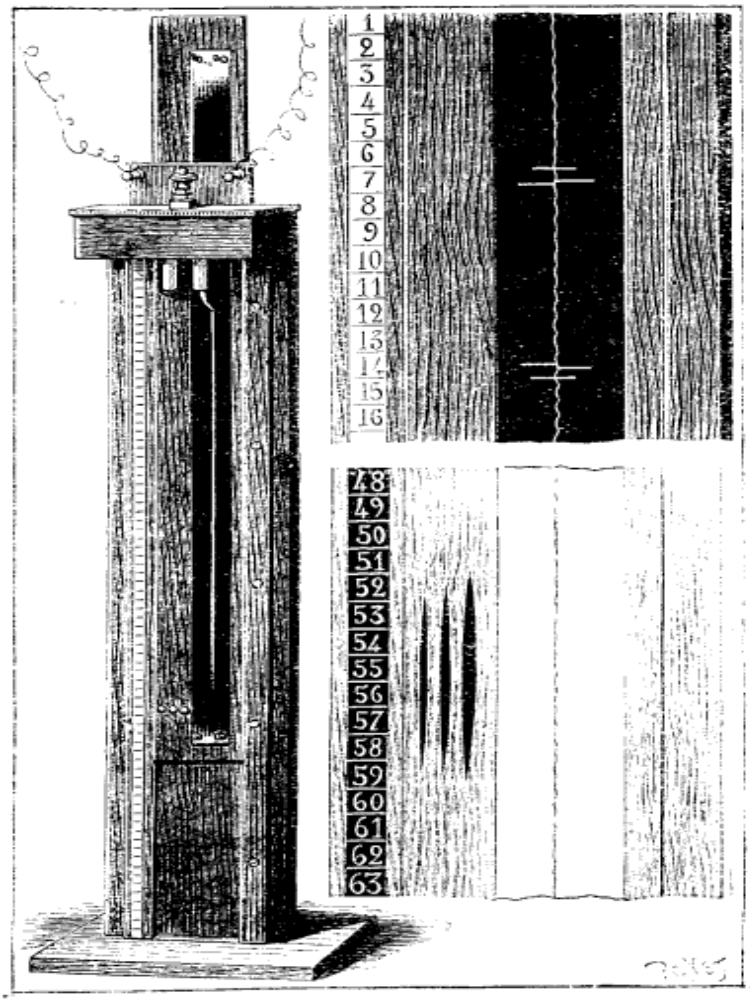


Fig. 108. — Appareil de M. A. Londe pour l'étude des variations de la vitesse des obturateurs suivant l'actinisme du modèle.

présente. La photographie est un peu sortie du domaine de l'empirisme, et, dans certaines parties au moins, on doit lui appliquer les méthodes réellement scientifiques.

La méthode que nous avons proposée et que nous considérons comme mixte parce qu'elle emprunte le diapason aux méthodes graphiques, et analyse l'action de la lumière sur les préparations

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

comme les méthodes optiques, évite les écueils des autres méthodes parce que nous nous servons d'une source de lumière qui, si elle n'est pas absolument la perfection, réalise cependant une régularité pratique très suffisante. Nous ne la donnons pas du reste comme irréprochable, attendu que toute sa valeur ne sera atteinte que si l'on fait usage d'une source de lumière constante. Mais nous touchons ici à la question de l'étalon de lumière, question qui, comme on le sait, est loin d'être résolue.

Qu'il nous suffise de dire qu'une méthode d'enregistrement photographique, pour être parfaite, doit comporter l'usage d'une lumière parfaitement étalonnée. Quant au chiffre trouvé, ce ne sera pas le chiffre absolu, mais bien un chiffre relatif. Notre loi de tout à l'heure s'applique toujours. Plus la source adoptée sera intense, plus le chiffre trouvé sera fort, pour un même fonctionnement d'obturateur. Les chiffres indiqués par notre méthode avec la lumière électrique sont donc trop forts, parce que la lumière qui est utilisée, lors de la reproduction d'une épreuve instantanée, est beaucoup plus faible que l'image très brillante fournie par notre point. Il y aurait donc une correction à faire, correction dont l'expression serait la fraction $\frac{a}{b}$, a représentant l'intensité de notre source lumineuse, et b celle de la lumière qui agit sur notre plaque, lorsque nous faisons une épreuve instantanée. Si, dans cette fraction, a peut être considéré comme connu et suffisamment constant, b est et sera toujours variable. Pour avoir le chiffre vrai, absolu, il faudrait, à chaque épreuve, connaître la valeur de b et faire la correction nécessaire. Autant reconnaître notre impuissance et l'avouer sincèrement au lieu de tromper le public par des chiffres absolument de fantaisie.

De la graduation de l'obturateur.

128. On pourrait d'ailleurs se demander si la connaissance de la valeur absolue du temps de pose d'un obturateur est de quelque utilité. Nous ne le croyons pas. En présence d'un résultat obtenu avec un appareil quel qu'il soit, que nous importe de savoir si la lumière a agi 1/100 ou 1/50 de seconde!

Ce qui est plus important certainement, c'est de pouvoir comparer la vitesse de divers obturateurs, afin de faire un choix judicieux entre eux suivant le genre de travail que l'on veut entreprendre. Ce classement, cette comparaison de divers instruments est autre-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment nécessaire à connaître ; or avec notre méthode rien n'est plus facile que de l'obtenir.

En effet, du moment que toutes les mesures auront été faites, à intensité égale de source lumineuse, les chiffres trouvés seront absolument comparables.

On saura d'une manière très précise, en millièmes de seconde, les différences de vitesse. Les écarts entre deux appareils trouvés par la méthode, avec une intensité donnée, subsisteront toujours lors même que l'on prendrait une lumière différente. Le temps d'action de la lumière variera certainement, le chiffre trouvé également mais la différence de vitesse sera toujours la même entre les deux instruments. C'est-à-dire que tel appareil, plus rapide qu'un autre de 1/1000 par exemple, sera toujours plus rapide de cette même quantité, lorsque l'on opérera dans les mêmes conditions de lumière pour l'un et pour l'autre. Ces explications étant données on pourra indiquer les graduations d'obturateurs, mais en ayant soin de faire connaître l'intensité de la source lumineuse employée ; ces chiffres seuls devront être admis comme ayant un réel caractère de précision.

Examen des vitesses réalisées dans les appareils du commerce.

129. Nous avons étudié, par notre méthode, les vitesses de nombreux obturateurs en adoptant, pour source lumineuse, la lumière électrique fournie par un régulateur Duboscq actionné par une dynamo de Gramme. Ce qui nous a frappé, dans les chiffres trouvés, c'est qu'ils sont beaucoup au-dessous de ceux qui étaient indiqués.

Il est très peu d'obturateurs qui donnent 1/100 de seconde. Le plus rapide que nous ayons trouvé, construit du reste spécialement pour notre usage par M. Dessoudeix, donnait 1/250. A cette vitesse, les préparations sensibles paraissent être déjà à leur limite de sensibilité lorsque l'on veut obtenir des instantanéités en format 13/18 ou 15/21. On ne peut d'ailleurs utiliser cette vitesse qu'avec une lumière magnifique et des objets bien éclairés.

Il est évident, d'après ce que nous avons vu, que ces chiffres sont trop forts et qu'en réalité le temps de pose a été certainement beaucoup moindre : l'appareil gradué 1/100 n'a posé peut-être que 1/150 ou même moins lorsque nous avons fait telle ou telle épreuve, mais rien ne nous autorise à donner un chiffre plutôt qu'un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

autre. Dans ces conditions, on ne peut indiquer d'autre chiffre que celui donné par la méthode.

Pour nous résumer, nous retiendrons que toute méthode de mesure des obturateurs n'a de valeur scientifique que si elle est basée sur l'emploi d'une lumière constante ; qu'on n'obtient jamais un chiffre absolu, mais bien un chiffre de comparaison ; que tous les chiffres donnés jusqu'à présent n'ont pas un caractère de précision suffisant et qu'ils doivent être contrôlés par une méthode rationnelle.

Pour ne citer que quelques exemples, nous allons donner les chiffres indiqués par les fabricants et, en regard, ceux trouvés par notre méthode.

Tableau comparatif des vitesses d'obturateurs.

Chiffres du fabricant.			Chiffres donnés par la méthode de M. Londe.		
$\frac{2}{1000}$	ou	$\frac{1}{500}$	$\frac{10}{1000}$	ou	$\frac{1}{100}$
$\frac{4}{1000}$	»	$\frac{1}{250}$	$\frac{10}{1000}$	»	$\frac{1}{100}$
$\frac{8}{1000}$	»	$\frac{1}{125}$	$\frac{14}{1000}$	»	$\frac{1}{70}$
$\frac{9}{1000}$	»	$\frac{1}{110}$	$\frac{14}{1000}$	»	$\frac{1}{70}$
$\frac{10}{1000}$	»	$\frac{1}{100}$	$\frac{40}{1000}$	»	$\frac{1}{25}$
$\frac{10}{1000}$	»	$\frac{1}{100}$	$\frac{25}{1000}$	»	$\frac{1}{40}$
$\frac{20}{1000}$	»	$\frac{1}{50}$	$\frac{25}{1000}$	»	$\frac{1}{40}$
$\frac{20}{1000}$	»	$\frac{1}{50}$	$\frac{25}{1000}$	»	$\frac{1}{35}$

Les types d'obturateurs que nous avons ainsi vérifiés étant les plus connus et les plus estimés nous n'avons pas cru devoir citer le nom des constructeurs. Le lecteur comprendra facilement le motif de ce silence. A lui de tirer la conclusion.

Étude des autres conditions susceptibles de modifier le temps de pose.

130. Nous croyons avoir démontré l'impossibilité de graduer un obturateur photographique par suite de la présence d'une variable constante, c'est l'intensité de la lumière ; mais ce n'est pas tout, et en entrant plus avant dans la question, nous pensons que la présence d'un diaphragme peut modifier également la pose : en effet, par suite de la suppression des rayons qu'il entraîne, le point

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

initial ne peut être atteint que plus tard et doit de ce fait occasionner une réduction de la pose. La sensibilité des préparations intervient aussi d'une manière certaine ; avec des plaques lentes un même obturateur donnera un temps de pose plus court qu'avec des plaques rapides et vice versa ; de même, suivant l'énergie du développement, on aura une plus ou moins grande rapidité.

Reportons-nous à un de nos tracés. Au moment où la trace devient visible en A, ceci prouve que la somme de rayons était suffisante pour agir sur la préparation employée et avec le développement que nous avons utilisé (fig. 109). Elle agit jusqu'en B. A'B' est l'expression de la durée du temps de pose. A est le point initial : supposons une plaque moins rapide, il faudra naturellement l'admission d'une plus grande somme de rayons, et par suite, le point initial sera reculé en C ; à la fin l'impression cessera également plus tôt en D. C'D' est plus petit que A'B', la pose est donc diminuée. Au contraire, avec un révélateur plus énergique que celui employé précédemment, nous révélerons la partie de la trace que celui-ci n'a pu faire apparaître. Le point initial sera atteint plus tôt ; donc, allongement de la pose.

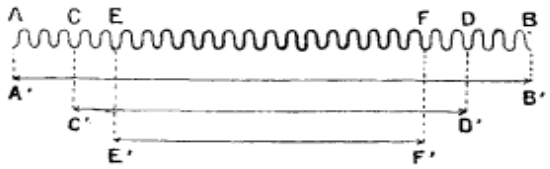


Fig. 109.

Nous voyons ainsi que la marche de l'obturateur étant supposée identique, le déplacement effectué par un objet en mouvement sera plus ou moins grand suivant diverses raisons dont l'une est d'ailleurs constamment une variable ; il paraît, par suite, impossible de pouvoir indiquer la vitesse d'un obturateur puisque celle-ci dépend : de la 1° plus ou moins grande rapidité de fonctionnement des organes qui le composent ; 2° du pouvoir lumineux de l'objectif ; 3° de l'intensité de la lumière ; 4° du diaphragme ; 5° de la rapidité de la préparation sensible ; 6° de l'énergie du révélateur. En supposant constantes toutes les inconnues du problème, il en est une dont la mobilité perpétuelle entraîne la variabilité de l'équation et par suite l'impossibilité de donner un chiffre certain. En fin de compte, la connaissance de la vitesse des obturateurs étant subordonnée à la mesure de l'intensité lumineuse au moment précis où l'on opère, il nous en faut conclure qu'on ne peut scientifiquement graduer un obturateur et dans ces conditions, arriver à avoir un instrument permettant d'obtenir les différentes vitesses indiquées par des tables ou des calculs quelconques.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'insuccès des obturateurs dits chronométriques ne nous a pas étonné, car à cause des raisons sus indiquées, les chiffres indiqués sont absolument relatifs.

On a cherché alors à mesurer purement et simplement la vitesse mécanique des obturateurs, espérant trouver là quelques renseignements utiles. Le succès n'a pas été plus grand ; en effet, comme nous l'avons vu, la vitesse mécanique de l'obturateur n'est qu'une des données de l'équation, par conséquent à elle seule elle ne peut servir à déterminer le temps de pose effectivement réalisé : nous allons le montrer.

Influence du diaphragme et de l'ouverture devant laquelle fonctionne l'obturateur.

131. Nous avons vu tout à l'heure que le diaphragme intervenait pour modifier la valeur du temps de pose en agissant sur l'appa-

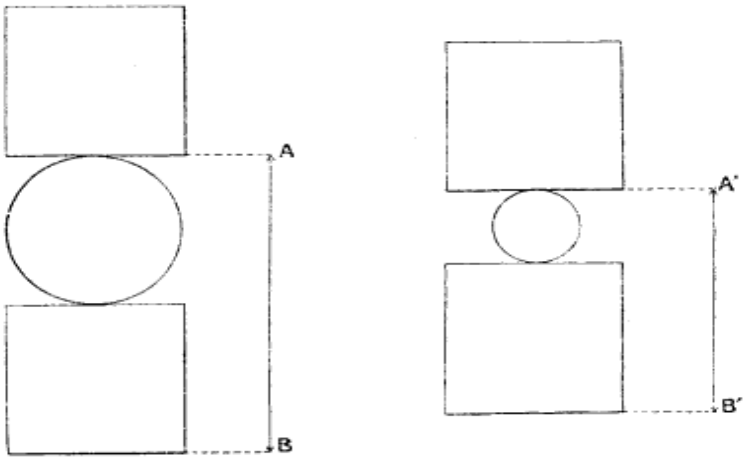


Fig. 110.

rition du point initial. Théoriquement, cet effet se produit mais n'a pas une importance très grande, car le diaphragme intervient en même temps d'une autre manière pour produire des variations beaucoup considérables et qui ne peuvent être négligées. C'est surtout dans l'obturateur latéral que ces variations se produisent.

Prenons comme exemple un obturateur à guillotine dont la lamelle a une ouverture égale au diamètre de l'objectif, nous voyons à la simple inspection de la figure que la valeur du temps de pose est figurée par une ligne ayant le double de diamètre de l'objectif de A à B. Si alors on interpose un diaphragme, le début

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de l'impression ne pourra commencer que lorsque la lamelle atteindra le bord du diaphragme en A', elle finira également plus tôt en B'. Plus le diaphragme sera petit, et plus la lamelle aura de chemin à parcourir, par suite plus les temps de pose diminueront.

On peut résumer ceci en disant que *le temps de pose est la fonction de l'ouverture devant laquelle passe la lamelle obturatrice.*

Ce retard d'impression est dû, comme on le voit, purement et simplement à une raison mécanique. Voici une expérience que nous avons faite pour contrôler cette affirmation. Nous enregistrons par notre méthode la vitesse d'un obturateur monté sur un objectif, mais en ayant soin de changer le diaphragme à chaque expérience.

Objectif non diaphragmé.....	$\frac{56}{1000}$
Diaphragme 49mil.....	$\frac{49}{1000}$
Id. 38mil.....	$\frac{40}{1000}$
Id. 27mil.....	$\frac{32}{1000}$

Même vitesse mécanique dans les quatre expériences.

Nous obtenons ce résultat significatif qui prouve que tout se passe comme nous l'avions annoncé, et que plus le diaphragme est petit, plus le temps de pose diminue, toutes les autres conditions étant d'ailleurs les mêmes.

Ce que nous venons de dire du diaphragme sera également vrai de l'objectif, si l'obturateur, au lieu de fonctionner derrière le diaphragme, comme tout à l'heure, fonctionne derrière l'objectif. Pour un même obturateur, *le temps de pose sera fonction du diamètre de l'objectif.* La graduation de l'obturateur seul n'aura donc aucune valeur puisque, suivant le diamètre de l'objectif employé, les chiffres pourront changer dans des limites considérables.

On peut même se demander si, dans le cas de l'obturateur fonctionnant derrière l'objectif, l'influence du diaphragme se fera encore sentir, ce serait encore une nouvelle modification dans le chiffre trouvé. La théorie va encore nous répondre oui ; jetons un coup d'œil sur les figures suivantes qui représentent la marche des rayons dans le cas d'un objectif simple, il en est de même dans le cas des objectifs composés; lorsque l'objectif n'est muni d'aucun diaphragme, le faisceau lumineux émané d'un point a un diamètre donné dépendant de la plus grande ouverture de l'objectif ; le temps de pose sera donc fonction du diamètre de ce faisceau : si au

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

contraire le diaphragme est interposé (fig. 111 et 111 bis), le faisceau provenant du même point se trouve rétréci et le temps de pose,

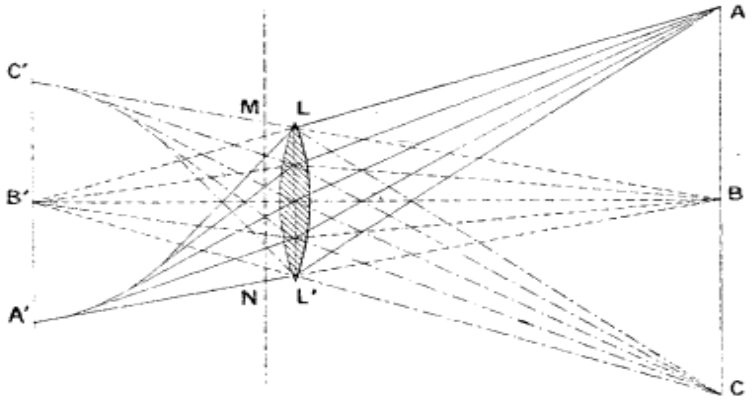


Fig. 111.

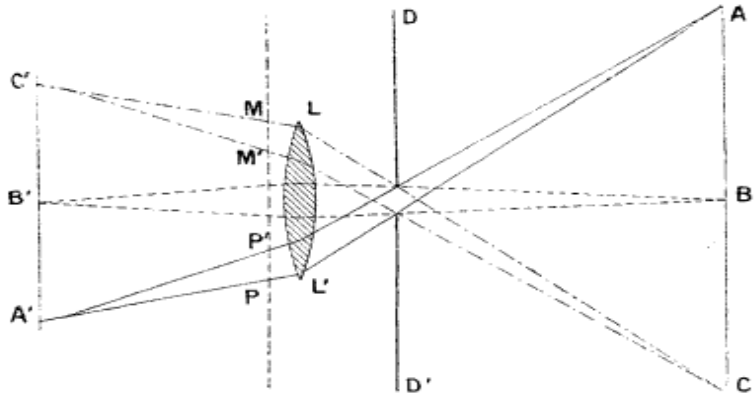


Fig. 111 bis.

fonction de ce faisceau plus rétréci, sera donc plus court. Ce qui est vrai pour un des points de l'image le sera pour tous les autres. La pose sera donc diminuée individuellement pour chacun des points et, par suite, un objet en mouvement pourra être plus net, moins déplacé dans le deuxième cas que dans le premier.

La méthode nous a confirmé pleinement dans cette manière de voir. Prenons le point C par exemple. Lorsqu'il n'y a pas de diaphragme (fig. 111) il envoie un faisceau LL′ et forme son image en C′. Le temps de pose du point C sera fonction de l'ouverture de l'obturateur et du diamètre du faisceau LL, car nous fonctionnons derrière la lentille. Au contraire, s'il y a un diaphragme en DD′ (fig. 111 *bis*), l'image du point ne donnera plus qu'un faisceau rétréci MM′. Le temps de pose du point C′, image de C, sera fonc-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tion toujours de l'ouverture de l'obturateur, mais d'un faisceau MM′ qui représente une ouverture plus petite que MN.

Ce que nous avons dit de la guillotine prise comme exemple s'applique donc à tous les obturateurs latéraux: qu'ils soient au centre ou derrière la lentille, les variations du diaphragme entraîneront des variations correspondantes dans la durée du temps de pose.

En est-il de même dans les obturateurs centraux? Non, et en voici les raisons : admettons pour fixer nos idées qu'il faille un millimètre d'ouverture des lamelles pour que le point initial soit atteint (1). L'exposition commencera, les lamelles démasqueront l'objectif et se refermeront immédiatement ; s'il y a un diaphragme, l'exposition commencera au même moment lorsque les lamelles seront écartées d'un millimètre, elles arriveront jusqu'au diaphragme qu'elles démasqueront, elles continueront alors leur marche par derrière et fermeront de même. La durée d'exposition n'a pas changé, seule la lumière a diminué. Dans le premier cas, l'admission de la lumière suit une marche croissante qu'on peut représenter par le diagramme suivant (fig. 112) ; dans le deuxième cas, arrivé au diaphragme, le maximum est atteint, il se forme un plateau qui dure tant que les lamelles fonctionnent derrière le diaphragme (fig. 112).

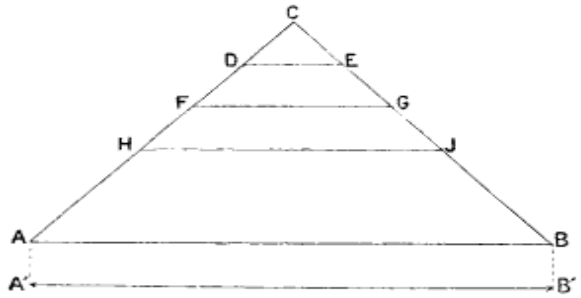


Fig. 112.

Ainsi, sans diaphragme, en A le point initial sera atteint et la lumière commencera à agir, elle augmentera d'intensité jusqu'en C qui représente le maximum de lumière de la pleine ouverture, puis elle diminuera jusqu'en B, où toute action cessera. La ligne A′B′ est l'expression de la durée de la pose. Si l'on met un diaphragme quelconque, le point initial ne variera pas ; l'obturateur s'ouvrant par le centre, dès qu'il y aura une ouverture d'un millimètre la lumière agira quel que soit le diaphragme employé. Puis elle augmentera jusqu'en D, c'est-à-dire au moment où le diaphragme est atteint, les volets fonctionnant alors derrière le diaphragme qu'ils laissent complètement démasqué ; c'est la raison

(1) En pratique il est évident qu'il faut une couverture bien plus considérable pour qu'il y ait commencement d'impression.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

du plateau DE. En E, l'ouverture devient plus petite que celle du diaphragme, la lumière diminue jusqu'en B où elle cesse d'agir. On voit que A'B' sera encore l'expression de la durée de la pose comme dans le premier cas. Elle n'a pas varié ; seule, l'intensité de la lumière a été modifiée. Si le diaphragme diminuait encore, on pourrait avoir AFGB ou encore AHJB, mais A'B' restera constant. Donc, dans les obturateurs centraux, la présence d'un diaphragme ne modifie pas la durée de la pose, tandis que c'est l'inverse dans les obturateurs latéraux, comme on le voit dans la figure 113 ; sans diaphragme la lumière pénètre en A point initial, atteint son maximum en C, puis décroît jusqu'en B. S'il y a un diaphragme, comme nous l'avons démontré précédemment, il y a retard pour arriver en A, puisqu'il faut que le volet marche depuis son point de départ jusqu'au bord du diaphragme. Plus celui-ci sera petit, plus le temps sera long avant que le point initial ne soit atteint. En mettant un diaphragme, la lumière pénétrera en D, démasquera complètement en F le diaphragme. Le plateau correspondant à la pleine ouverture commencera jusqu'en G. La lumière diminuera alors jusqu'en E. Dans le premier cas, l'expression de la durée du temps de pose sera A'B', dans le deuxième D'E'. Avec un diaphragme plus petit, on aura KHIL et K'L'. Nous pensons, par ces deux figures, avoir montré clairement les différences de fonctionnement entre les obturateurs centraux et les obturateurs latéraux.

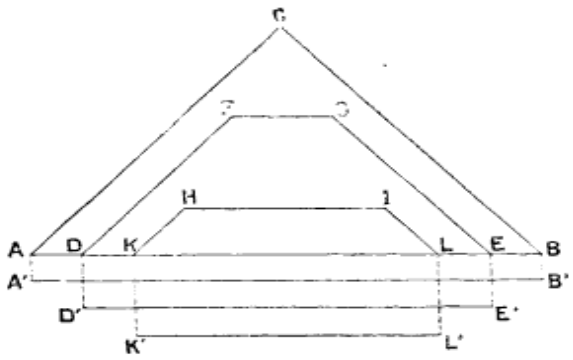


Fig. 113.

Cet exposé, outre l'intérêt particulier qu'il présente, montre les erreurs grossières que l'on pourrait faire en se contentant de mesurer la vitesse mécanique de deux obturateurs appartenant à chacune des classes dont nous venons de parler. Supposant *à priori* la vitesse mécanique de l'obturateur central supérieure à celle de l'obturateur latéral, ces résultats peuvent se trouver complètement renversés lorsque l'on opérera dans les conditions de la pratique, c'est-à-dire avec diaphragme.

On voit également que, dans l'un et l'autre cas, le rapport des plateaux, c'est-à-dire de la pleine ouverture et de la ligne qui représente la pose totale, augmente ; par suite on se rapproche de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plus en plus de l'obturateur idéal, dans lequel le plateau devrait être égal à la durée de la pose. Plus la sensibilité des plaques augmentera et plus on pourra aller loin dans cette voie.

En dernier lieu, nous tirerons de l'étude que nous venons de

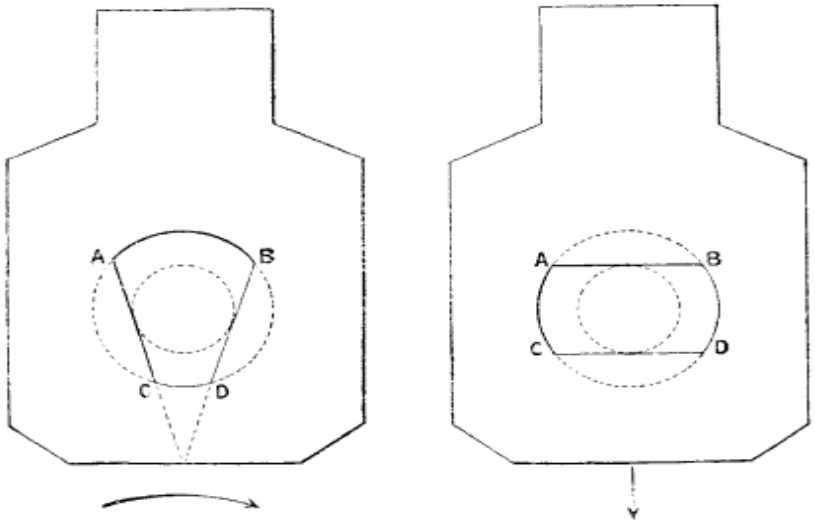


Fig. 114.

Forme de l'ouverture du diaphragme modifié dans l'obturateur à secteur. Forme de l'ouverture du diaphragme modifié dans l'obturateur à guillotine.

présenter une application qui, en pratique, nous a donné les meilleurs résultats.

Elle consiste, sachant que le temps de pose est fonction du diaphragme, à diminuer le diamètre de celui-ci dans le sens du mouvement de l'obturateur sans le diminuer dans l'autre. Mais il est bien entendu que nous prenons, comme point de départ, le plus grand diaphragme avec lequel l'image est parfaite, c'est ce diaphragme que nous réduisons dans le sens du mouvement. Nous sommes arrivés par ce procédé à d'excellents résultats, car pour une vitesse donnée il admet une somme de lumière beaucoup plus considérable que le diaphragme circulaire correspondant (fig. 114).

Ainsi le plus grand diaphragme étant reconnu comme donnant une bonne image, au lieu d'adopter le diaphragme moitié plus petit, nous prenons le diaphragme représenté par ABCD.

La qualité des images n'est nullement affectée à condition bien entendu de prendre comme base le diaphragme donnant la meilleure image.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans les obturateurs circulaires le diaphragme se fera donc en forme de secteur. Dans la guillotine on réduira l'ouverture dans le sens de la marche comme en ABCD. Nous nous sommes trouvés fort bien de cette manière d'opérer, car elle permet de diminuer la pose, lorsque la vitesse mécanique ne peut plus être dépassée au moyen des ressorts, sous peine de compromettre l'appareil; la finesse, la profondeur de foyer se trouvent augmentées puisque l'on diaphragme; enfin l'appareil fonctionne à pleine ouverture pendant la plus grande partie de la course.

Personne n'ignore que le fait de découvrir un objectif progressivement entraîne la formation d'aberrations, qui se traduisent par des déplacements de l'image, déplacements qui sont dus à ce que l'on démasque successivement des rayons provenant des diverses parties de la lentille, rayons qui ne forment pas leurs images au même foyer.

L'obturateur le plus parfait serait celui où l'objectif pourrait travailler à pleine ouverture pendant toute la durée de la pose. Ce résultat est impossible en pratique, il faut toujours passer de la fermeture à l'ouverture et réciproquement; mais ce qui sera important, ce sera de réduire le plus possible la valeur de ces deux périodes par rapport à celle de pleine ouverture.

Donc plus l'ouverture de la lamelle sera grande par rapport à l'ouverture à démasquer et plus nous nous rapprocherons de la perfection. C'est précisément ce qui arrive lorsque l'on fait usage du diaphragme; par suite, tous les rapports, vitesse, finesse, profondeur de foyer, qualité de l'image, la présence du diaphragme est utile. Aussi, à notre avis, en l'état actuel des choses, il doit toujours être employé en photographie instantanée, sauf dans les cas exceptionnels ou, par suite du manque de lumière et de la nécessité de poser très peu on sera dans l'obligation de le laisser de côté.

La rapidité des préparations sensibles augmentera certainement et permettra de plus en plus de suivre la méthode que nous préconisons. Le lecteur nous excusera d'avoir tant insisté sur cette partie purement théorique, nous croyons néanmoins qu'il en tirera d'utiles enseignements, tant par la connaissance des moyens qu'il devra mettre en œuvre que par la notion des documents qu'il pourra obtenir.

Ainsi le lecteur doit, nous l'espérons, être convaincu de la nécessité d'avoir un obturateur présentant des vitesses différentes qu'il graduera par l'expérience : il connaîtra le rôle du diaphragme et il se rendra compte de ce qu'il peut faire à des distances déterminées et pour des objets animés de vitesses différentes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Analyse du fonctionnement des obturateurs par la méthode du Congrès.

132. Depuis que ce qui précède a été écrit, les divers Congrès Photographiques ont eu à s'occuper de cette question si importante et ont cherché à donner une méthode précise permettant de comparer la valeur des divers obturateurs et d'analyser leurs caractéristiques.

Il n'a pas été possible, ainsi que nous l'avions avancé et prouvé, de déterminer le temps de pose donné par un obturateur dans les conditions de la pratique. Aussi le Congrès a-t-il décidé d'écarter toutes les méthodes basées sur la production d'une image photographique quelconque, et d'étudier uniquement les obturateurs en eux-mêmes, abstraction faite des appareils sur lesquels ils pourront être ultérieurement placés et des conditions variables dans lesquelles ils seront utilisés.

Dans ces conditions, la question devient purement mécanique et géométrique, et il suffira de déterminer pour chaque obturateur la *durée d'action totale*, c'est-à-dire le temps pendant lequel l'obturateur permet l'admission de la lumière dans l'appareil ; d'autre part, comme par suite des périodes d'ouverture et de fermeture, la lumière est admise d'une manière variable au début et à la fin de la pose, que ces périodes peuvent être plus ou moins réduites par rapport à la durée d'action totale, il sera nécessaire de connaître également le coefficient d'utilisation ou le *rendement* de l'obturateur. Ce rendement est déterminé en comparant la durée d'action totale trouvée et qui se compose de périodes d'ouverture et de fermeture plus ou moins prolongées, d'une période de pleine ouverture plus ou moins courte, à la durée d'action totale d'un obturateur idéal dans lequel les périodes d'ouverture et de fermeture seraient nulles et qui donnerait passage à la même somme de lumière. Le rendement est donc le rapport de la durée d'action réduite équivalente de l'obturateur idéal à la durée d'action totale mesurée. Le nombre trouvé caractérisera la valeur de l'obturateur examiné, et celui-ci sera considéré comme se rapprochant d'autant plus de la perfection que son rendement s'approchera davantage de l'unité.

Le Congrès a émis le vœu que les constructeurs fassent connaître à l'avenir ces deux caractéristiques et ceci pour la plus grande ouverture du diaphragme et pour les degrés extrêmes de réglage, s'il s'agit d'obturateurs susceptibles de donner diverses vitesses.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La durée d'action totale devra être déterminée en fractions de seconde, le centième par exemple.

Ces déterminations sont assez délicates à exécuter et il est néces-

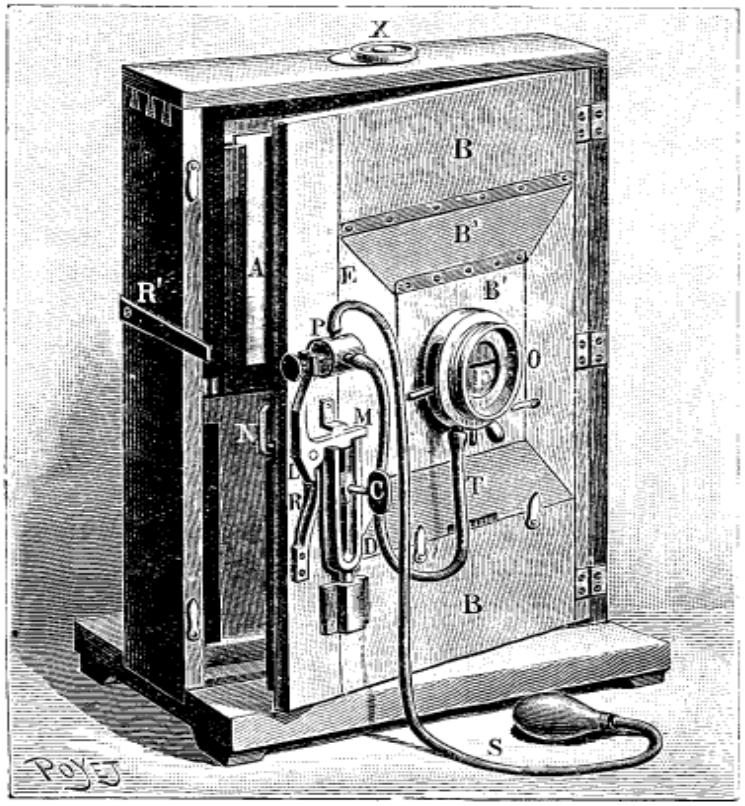


Fig. 115. — Appareil du général Sebert pour l'étude du fonctionnement des obturateurs photographiques. — A. Plaque sensible. — B. Paroi antérieure. — B'B' Planchettes mobiles. — C. Clef du diapason. — D. Diapason. — E. Ouverture latérale du piston. — F. Fente fixe. — L. Levier de commande. — M. Extrémité du levier de commande maintenant écartées les branches du diapason. — N. Extrémité du levier maintenant la plaque avant l'opération. O. Obturateur en expérience. — P. Piston. — R. Ressort antagoniste du levier. — R'. Ressort antagoniste du piston. — S. Poire pneumatique commandant le piston. — T. Tube de déclenchement de l'obturateur. — X. Réglage du frein modérant la vitesse de la plaque.

saire de posséder des appareils d'enregistrement et de mesure qui ne sont pas à la portée de tous. Aussi ne pouvons-nous qu'approuver la Société Française de Photographie qui, à grands frais, a organisé un Laboratoire d'essais dans lequel les obturateurs peuvent être étudiés conformément aux décisions du Congrès.

133. L'appareil employé dans ce laboratoire pour la mesure de la vitesse des obturateurs est dû à M. le général Sebert. Une fente

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

étroite horizontale est placée sur la partie antérieure de l'appareil, et immédiatement devant se trouve un logement pour recevoir différentes planchettes portant les obturateurs à essayer, ces obturateurs se trouvant le plus près possible de la fente et disposés de façon que le sens de leur ouverture soit perpendiculaire à celle-ci. A l'intérieur est une plaque sensible montée sur un cadre qui peut se déplacer avec grande vitesse derrière la fente. La vitesse de ce cadre est enregistrée à chaque expérience au moyen d'un diapason vibrant muni d'une petite plaque percée d'une étroite ouverture par laquelle la lumière est admise et vient tracer la sinusoïde sur la couche sensible. Des organes spéciaux, très ingénieux, commandés par une poire pneumatique, permettent de déclencher la plaque sensible, de

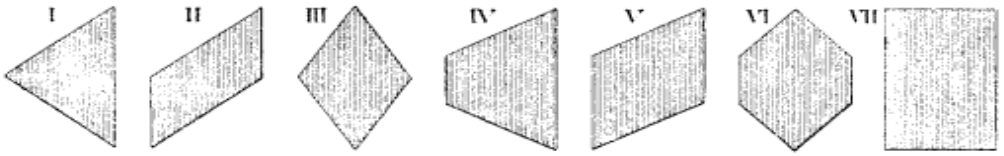


Fig. 116.

mettre en mouvement le diapason et de faire partir l'obturateur (fig. 115).

On obtient alors sur la plaque une trace variable suivant le mode d'ouverture des volets et une sinusoïde donnant la loi du mouvement de la plaque sensible. Avec ces données, il est facile de connaître le temps d'admission totale de la lumière et les périodes respectives d'ouverture, de pleine pose et de fermeture. L'obturateur idéal serait celui qui donnerait une trace rectangulaire, les temps d'ouverture et de fermeture n'existant pas, et l'appareil fonctionnant à toute ouverture pendant toute la durée de la pose. La rapidité sera d'autant plus grande que la hauteur de cette trace sera plus faible pour une même vitesse de translation de la plaque et que le nombre de vibrations correspondant à cette hauteur sera plus réduit.

D'après la forme de la trace, on peut très bien se rendre compte du mode de fonctionnement des lamelles. Voici quelques figures schématiques montrant les principales formes des traces obtenues avec divers types d'obturateurs (fig. 116). La trace 1 est donnée par un obturateur à volet (Laverne) : la trace 2 par un obturateur latéral (Londe et Dessoudeix) : la trace 3 par un obturateur central (Thury et Anney, Saturne) : les traces 4, 5 et 6 par les mêmes obturateurs donnant un certain rendement : la trace 7 représente la trace que dominait un obturateur idéal dans lequel les périodes d'ouverture et de fermeture seraient nulles.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous donnons d'autre part (fig. 117) le résultat d'un enregistrement fait avec l'appareil du général Sebert. A la simple inspection de cette figure on voit que l'obturateur examiné appartient à la classe des obturateurs à double volet ouvrant par le centre, qu'il est d'un fonctionnement très rapide et que néanmoins il travaille à toute ouverture pendant un temps très considérable par rapport à la durée d'action totale. Cet obturateur est le Saturne de MM. Bazin et Leroy marchant à la grande vitesse avec un ressort supplémentaire. Le diapason donnait 870 vibrations simples par seconde ; la partie de la sinusoïde correspondant à la durée de fonctionnement est de 5 vibrations, celle-ci est donc de $\frac{5}{870}$ soit $\frac{1}{174}$ de seconde. Ce résultat est d'autant plus remarquable que le diamètre de l'ouverture de l'obturateur est de 31 millimètres.

Le principe de cette méthode qui consiste à faire fonctionner l'obturateur devant une fente étroite disposée perpendiculairement au sens de l'ouverture est dû à M. de la Baume Pluvinel. Appliqué à l'appareil enregistreur qui nous a servi pour nos expériences, il permet d'obtenir les mêmes résultats qu'avec l'appareil du général Sebert.

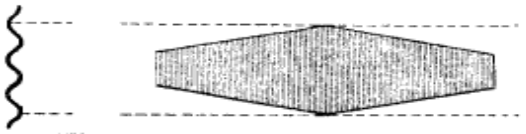


Fig. 117. — Tracé du Saturne.

Le calcul du rendement est assez compliqué. — Il faut en effet déterminer pour des instants successifs mesurés avec précision, l'aire exacte de l'orifice ouvert au passage de la lumière pendant le fonctionnement de l'obturateur considéré et construire des courbes représentatives de la loi de variation de ces ouvertures.

134. Pour nous résumer, nous devons constater que l'étude des obturateurs par la méthode du Congrès peut nous donner des renseignements très utiles sur le fonctionnement de l'obturateur, sur sa durée d'action totale et enfin, nous permettre facilement des comparaisons entre appareils différents. Quant à nous donner des indications sur le temps pendant lequel la lumière a agi, il n'y faut pas compter, tout ce que nous saurons, c'est que ce temps d'action totale est toujours supérieur au temps de pose réellement obtenu.

Certaines expériences pourraient ce pendant être faites pour déterminer avec une assez grande approximation l'écart qui existe entre la durée d'action totale et la durée d'exposition réelle. Nous avons fait cette étude en prenant comme objet à reproduire un point très lumineux obtenu par l'éclairage électrique (126) et nous

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avons constaté que l'écart n'était déjà pas négligeable, quoique ce point fut d'une intensité bien supérieure à celle que l'on rencontre dans la pratique. Dans les conditions ordinaires il sera possible d'avoir certains renseignements très utiles en photographiant en même temps que le sujet en expérience un mobile dont on connaît exactement la vitesse de déplacement. Une aiguille blanche, se déplaçant sur un cadran d'un mouvement régulier, permettra de dire avec exactitude dans l'expérience présente, le temps pendant lequel la lumière a réellement agi ; comme on connaît d'autre part, au moyen de l'appareil Sebert, la durée d'action totale, le rapport des deux durées donnera, au point de vue pratique, des indications précises sur la vitesse de déplacement du modèle que l'on pourra reproduire avec une netteté suffisante, avec tel ou tel obturateur ou telle ou telle graduation d'un même appareil. Le chiffre trouvé, n'a évidemment de valeur absolue que si l'on se trouve dans les mêmes conditions d'éclairage, toutes les autres conditions, objectif, diaphragme, nature des plaques, du révélateur étant les mêmes et nous ajouterons valeur actinique du modèle. En effet, d'après les expériences que nous avons faites, il ressort que le temps d'action de la lumière est proportionnel aux intensités de l'objet reproduit ; un objet brillant agira plus tôt qu'un objet sombre et pour le premier la pose sera plus prolongée. On peut constater la vérité de ce que nous avançons en examinant par exemple des photographies de chevaux attelés : on constatera que l'image des points brillants du harnachement est toujours beaucoup moins nette que celle des parties qui n'ont pas émis de reflets ou des chevaux, s'ils sont de couleur foncée.

La photographie de l'aiguille brillante donnera donc réellement la durée d'action de la lumière pour les parties les plus éclairées du modèle et non pas pour l'ensemble dont la tonalité générale est plus faible. En conséquence les chiffres trouvés présenteront une légère augmentation. En renouvelant ces expériences un certain nombre de fois, par les temps divers que l'on considère comme propices, on arrivera certainement à trouver un rapport moyen qui représentera, avec une appréciation suffisante, l'écart qui existe dans la pratique entre la durée d'action totale et la durée d'action réelle de la lumière.

135. Cet écart sera d'autant plus grand que le rendement sera plus faible, ce qui indique entre parenthèses, à notre avis, que les caractéristiques exigées par le Congrès ne sont absolument pas suffisantes au point de vue pratique, pour savoir ce que l'on peut ob-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tenir d'un obturateur déterminé (135). On a posé en principe et nous sommes également de cet avis, que l'obturateur idéal serait celui dans lequel les périodes d'ouverture et de fermeture seraient nulles. Cela est indiscutable puisque la lumière agira pendant tout le temps avec le maximum d'intensité, mais on n'a pas examiné suffisamment les conséquences du rendement en ce qui concerne la vitesse d'obturation que l'on peut obtenir.

L'obturateur doit être un appareil portatif et l'on sait que dans ces conditions il est très difficile de réduire la pose au-dessous d'une certaine limite. On admet généralement que cette limite est le $\frac{1}{100}$ de seconde pour des obturateurs recevant des objectifs de 3 à 4 cent., de diamètre. Et encore cette durée d'action totale n'est obtenue que parce que l'ouverture est égale au diamètre de l'objectif ou du plus grand diaphragme. — Le rendement est fort médiocre. Néanmoins, dans la pratique et dans de bonnes conditions de lumière, ces appareils donnent encore d'excellents résultats. Qu'arriverait-il si la durée d'action totale restant la même, le rendement était augmenté, c'est-à-dire si les temps d'ouverture et de fermeture étaient diminués par rapport à cette durée d'action totale ? La somme de lumière admise sera plus considérable dans cette hypothèse et d'autant plus que le rendement sera plus élevé, d'où intensité de plus en plus grande des images. Ce résultat ne serait pas à dédaigner, car en photographie instantanée le danger est souvent, avec les expositions très courtes, de ne pas obtenir une vigueur suffisante. Mais à côté, en nous basant sur les explications précédemment données, nous reconnaîtrons que la durée réelle d'exposition augmentera d'autant plus que le rendement sera plus élevé.

Nous attirons particulièrement l'attention du lecteur sur ce point : pour une durée d'action totale reconnue égale pour divers obturateurs, la durée réelle d'exposition sera d'autant plus allongée que le rendement sera plus élevé. Nous pourrons donc poser en principe, que *à vitesse égale de fonctionnement, l'augmentation de rendement entraînera toujours une diminution de la vitesse.*

Les résultats de cette observation sont qu'en pratique, au point de vue de la vitesse, le rendement ne constituera pas un avantage. Il est des limites dans la vitesse mécanique des obturateurs portatifs, limites que l'on ne peut dépasser ; par suite l'augmentation de rendement obtenue par un procédé quelconque, entraînera fatalement l'augmentation de durée de pose totale, ou si celle-ci n'est pas aug-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mentée, une augmentation de la durée réelle d'exposition. Comme on constate actuellement que la vitesse des obturateurs placés dans le voisinage de l'objectif est insuffisante dans bien des cas et que l'on n'a pas trouvé de moyens pratiques pour la diminuer davantage, le rendement ira juste à l'encontre de ce que l'on cherche. A quoi sert donc d'obtenir un gain en fait d'énergie de l'image si l'on perd en netteté ?

Nous croyons d'ailleurs, que si un rendement très élevé pouvait être obtenu sans diminuer la vitesse, ce serait un avantage très précieux, surtout en ce qui concerne les poses très courtes, car c'est le seul cas dans lequel l'intensité laisse à désirer.

Réaliser de forts rendements pour des vitesses moindres comme on l'a proposé, ne saurait constituer un progrès bien appréciable, puisque la plupart des obturateurs actuellement employés et qui n'ont qu'un rendement assez médiocre donnent cependant tout ce que l'on peut désirer dans la pratique. Le rendement élevé ne présentera en somme d'avantages que si l'on parvient, par des dispositions mécaniques, à réduire encore les durées d'action totale des obturateurs pour les plus grandes vitesses. C'est que M. Bazin et Leroy ont parfaitement compris et réalisé dans le « Saturne » dont il a été question plus haut.

Il faut, en terminant, avouer que l'analyse pratique du fonctionnement de l'obturateur ayant été écartée en principe par le Congrès, on ne peut se prononcer d'une façon précise sur les phénomènes qui se passent pendant la durée d'une pose instantanée. On fait entrer en ligne de compte les périodes d'ouverture et de fermeture pendant lesquelles la lumière ne saurait agir au moins pour la plus grande partie : cette observation, nous paraît absolument contraire à la vérité et nous sommes convaincus que des expériences précises confirmeront le bien fondé de cette affirmation. Nous avons d'ailleurs traité cette question précédemment.

Obturateurs de plaque.

136. Étant donné que les obturateurs actuellement employés ne peuvent dépasser pratiquement une certaine vitesse qui est insuffisante dans bien des cas, surtout lorsqu'il s'agit de faire des photographies instantanées à grande échelle on a proposé de modifier l'emplacement de l'obturateur et de le faire fonctionner devant la plaque. Ce système, indiqué, il y a bien des années déjà par Humbert de Molard a été repris dernièrement. — Il consiste à faire passer le plus près possible de la plaque un rideau percé d'une fente plus ou moins large. — Cet obturateur a un rendement excellent puisque la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lumière n'est pas admise d'une façon progressive comme dans tous les autres obturateurs. Il peut, d'autre part, réaliser des durées d'exposition très courtes. Celles-ci ne dépendent en effet que de la vitesse de translation du rideau et du diamètre de la fente qui admet la lumière ; ainsi avec une vitesse de translation correspondant à 5 mètres par seconde et une fente de 1 cent., on obtient $\frac{1}{500}$ de seconde, avec une fente de 5 millimètres $\frac{1}{1000}$ de seconde.

Plusieurs dispositifs dérivés de l'appareil Humbert de Molard, au moins quant au principe, ont été indiqués. Nous allons les examiner successivement.

1° Obturateur de plaque de M. de Ponton d'Amécourt.

Un rideau en toile souple et imperméable à la lumière est fixé par ses deux extrémités sur deux cylindres A et B. — Le rideau porte en son milieu une fente F de la largeur de l'appareil et variable à volonté (fig. 118). Le cylindre B est muni d'un ressort analogue à ceux des stores de voitures, ressort qui l'entraînera violemment lorsque l'on appuiera sur le déclenchement D commandé par une poire pneumatique. Pour armer l'appareil, il suffit d'enrouler le rideau sur le cylindre A, ce qui se fait très simplement en tirant la cordelette E, enroulée au préalable sur l'axe de ce cylindre. Pour limiter la course du rideau, l'extrémité de la cordelette est munie d'une petite pièce formant arrêt. Lors du déclenchement, le rideau passera rapidement du cylindre A sur le cylindre B en démasquant successivement les différentes parties de la plaque.

La vitesse obtenue dépendra de celle du rideau et de la largeur de la fente, comme nous l'avons déjà dit. Ce type d'obturateur permettra donc des durées d'exposition beaucoup plus courtes qu'avec les obturateurs ordinaires et avec cet avantage que l'utilisation des rayons lumineux se fait dans d'excellentes conditions.

Cet obturateur semblerait donc *à priori* devoir remplacer tous les autres. Il n'en est rien cependant car il possède un défaut des plus graves. Sans parler de son volume, de la difficulté de l'adapter sur les chambres sans perdre une partie plus ou moins grande de la plaque (1), le plus sérieux reproche que l'on puisse faire à ce type d'obturateur est de démasquer la plaque successivement, ce qui

(1) Cet inconvénient a été évité dans les modèles que nous allons décrire.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

peut amener des déformations du modèle en mouvement : on comprend en effet facilement que ses différentes parties étant photo-

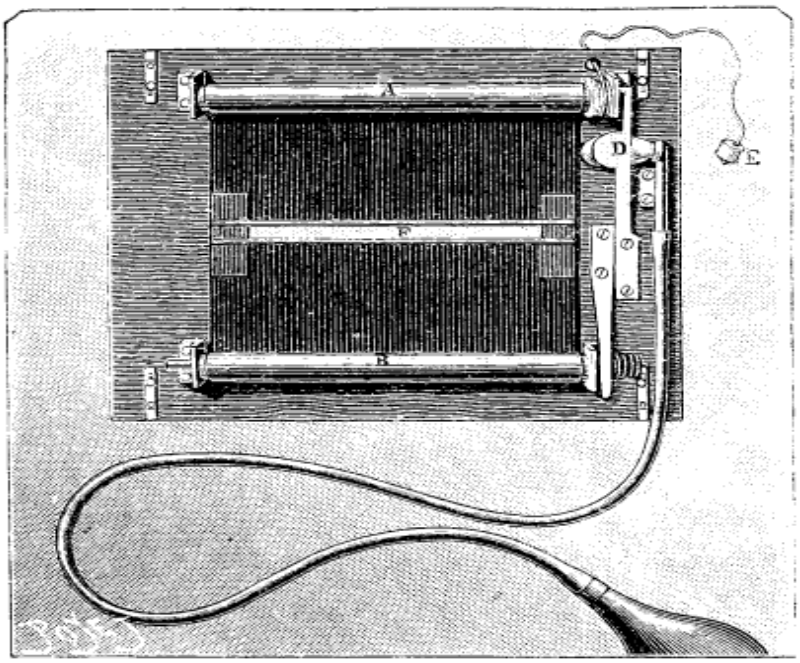


Fig. 118. —Obturateur de plaque de M. de Ponton d'Amecourt.

graphiées les unes après les autres le rapport de leurs positions relatives ne sera pas conservé. Ces déformations seront d'autant plus sensibles que le mouvement du rideau sera plus lent ou la vitesse du modèle plus rapide. Elles se produiront également d'autant plus que les dimensions de l'image obtenue seront plus grandes. Pour les éviter, on recommande de ne pas exagérer l'échelle de reproduction et d'augmenter le plus possible la vitesse du rideau. Si l'on pouvait arriver à faire passer la fente sur toute la plaque dans un temps total qui n'excéderait pas le temps de pose ordinairement réalisé avec les obturateurs ordinaires, la critique que nous venons de faire cesserait d'avoir ses raisons d'être, mais nous ne croyons pas que ce résultat puisse être atteint d'une façon pratique surtout sur un appareil portatif; en effet, à l'heure actuelle, il est difficile de faire parcourir plus de 3 à 4 cent. en 1/100 de seconde au volet d'un obturateur qui est d'une légèreté très grande, en faire parcourir 13 dans le même temps à un rideau quelconque, si l'on opère sur plaque 13/18, nous paraît irréalisable. Jusqu'à nouvel ordre donc, le passage du rideau se fera avec une certaine lenteur qui laisse subsister les défauts que nous venons de signaler.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En dernier lieu, au point de vue pratique, nous signalerons la difficulté de la mise au point avec un obturateur à rideau. Si un appareil de ce genre peut être pratique pour une série d'études que l'on fait successivement en un endroit déterminé, la mise au point étant effectuée une fois pour toutes, il n'en sera plus de même dans les conditions ordinaires de la pratique, lorsqu'il faut mettre au point à chaque cliché. Pour éviter cet inconvénient, on a imaginé des solutions ingénieuses, nous citerons celle indiquée par M. Thornton Pickard et celle que M. Moëssard a adoptée.

2° Obturateur de plaque Thornton Pickard.

Un cadre supplémentaire renfermant l'obturateur à rideau et un logement pour le verre dépoli et le châssis négatif est placé à l'arrière d'une chambre quelconque. Le rideau est monté comme précédemment sur deux cylindres dont l'un est commandé par un ressort que l'on bande de l'extérieur. Il a une grande longueur et à une de ses extrémités est évidé de toute la dimension de la plaque. Ce dispositif permet la mise au point comme dans un appareil ordinaire et l'emploi de la chambre pour les vues posées (fig. 119).

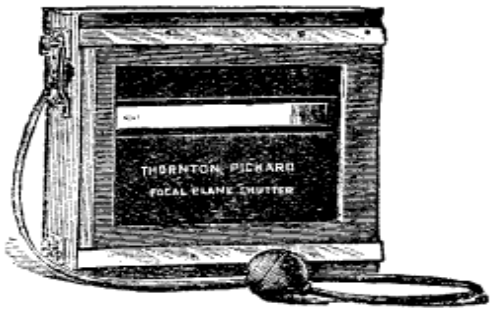


Fig. 119. — Obturateur de plaque Thornton Pickard.

Si l'on déclenche alors le rideau, une partie pleine vient se substituer à la partie évidée et la plaque que l'on introduit à ce moment se trouve masquée. Alors, à un nouveau déclenchement, la fente passe devant la plaque et l'exposition est faite. La largeur de la fente est variable à volonté ainsi que la tension du ressort.

3° Obturateur de plaque Moëssard.

M. Moëssard dans le même but de ne rien changer aux conditions ordinaires d'emploi de la chambre a adopté une autre disposition qui résoud parfaitement le problème mais nécessite seulement un système particulier de chambre.

Un rideau plein est monté sur un cylindre muni d'un fort ressort et placé à la partie inférieure de la chambre ; il est terminé par une bande métallique que l'on peut accrocher à la partie inférieure du volet du châssis. Une fois celui-ci en place, au moyen d'une pièce de tirage qui est logée dans son épaisseur, on lève le volet du châssis et on ouvre une fente située à sa partie inférieure, fente

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui sera plus ou moins large à volonté. Le rideau se trouve donc constitué par une partie rigide, le volet du châssis qui doit coulisser dans des glissières métalliques et une partie souple qui est le rideau d'étoffe dont nous avons parlé. La fente se trouve dans le volet lui-même. Un doigt d'arrêt spécial permet de déclencher le volet qui est brusquement entraîné par le rideau qui revient s'enrouler sur le cylindre. On ferme alors la fente et on retire le châssis (fig. 120). Ce système a donné d'excellents résultats entre les mains de M. Moëssard mais c'est un matériel spécial à acquérir.

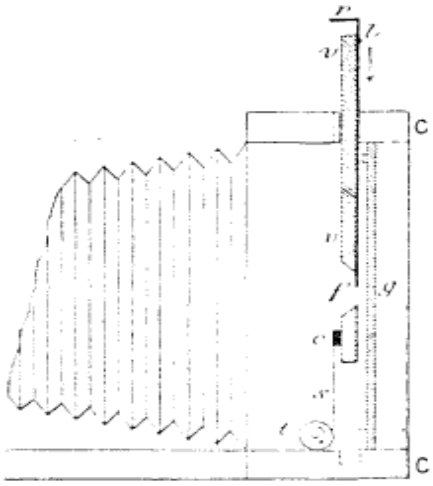


Fig. 120. — Obturateur de plaque Moëssard. — C. Châssis. — G. plaque sensible. — VV. Volet du châssis. — F. fente variable. — R. L. lame métallique permettant de régler les dimensions de la fente et de fermer l'obturateur avant et après l'exposition. — S. Rideau. — T. Rouleau du rideau. — C. Accrochage du rideau au volet du châssis.

Les mêmes critiques subsistent, car la vitesse de fonctionnement, à cause de la masse à entraîner, n'atteint guère que 1 10 de seconde pour la course totale. En terminant, nous ferons remarquer que l'appareil de M. Moëssard et celui de Thornton-Pickard permettent l'utilisation complète de la plaque, ce qui n'a pas lieu dans le dispositif de M. de Ponton d'Amécourt.

Obturateurs à lamelles multiples.

157. Pour être complet il nous reste à parler d'un dernier type d'obturateur complètement différent des précédents et qui vient d'être récemment indiqué. Il se compose d'une série de lamelles parallèles montées sur des axes verticaux et qui se meuvent simultanément derrière l'objectif exactement comme certains modèles de persiennes, d'où le nom d'obturateur à persienne sous lequel on désigne ce nouvel appareil (fig. 120 bis). Étant donné le faible déplacement de ces lamelles qui n'ont qu'à effectuer une demi rotation, on conçoit que la vitesse de fonctionnement puisse être assez considérable. A côté de cet avantage indiscutable il convient de signaler les défauts techniques de ce mode d'ouverture, ils proviennent principalement de la suppression de lumière qui est la conséquence de la présence des lamelles au repos et principalement pendant leur fonctionnement. L'image ne possède son maximum d'éclat qu'au moment ou les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lamelles sont parallèles à l'axe optique. D'autre part si les rayons centraux passent sans difficulté, il n'en sera plus de même pour les rayons marginaux qui sont plus ou moins arrêtés et même supprimés

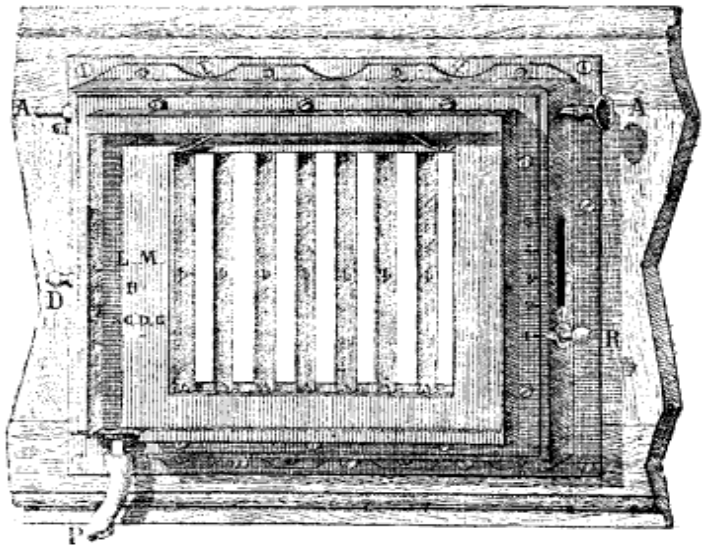


Fig. 120 bis. — Obturateur à persienne de M. L. Mairesse.

complètement suivant l'angle de l'objectif. En dernier lieu il y a à craindre des réflexions de lumière sur les faces des lamelles. Telles sont les réserves que nous croyons devoir faire à propos de ce nouveau type d'obturateur que nous n'avons pu essayer suffisamment pour en connaître la valeur pratique.

137 bis. **Considérations diverses.** — Nous avons vu qu'il était impossible de déterminer par avance la durée d'action réelle de la lumière sur la plaque sensible, que ce n'est qu'avec des dispositifs spéciaux et des expériences répétées que l'on pourra la connaître dans tel ou tel cas particulier. On sera donc obligé de s'en tenir à la connaissance de la durée d'action totale de l'obturateur pour ses divers degrés de réglage. On saura que la durée réelle d'exposition ne dépassera jamais les chiffres trouvés mais de combien leur est-elle inférieure, on l'ignore absolument. Et pourtant dans certains types d'obturateurs et particulièrement l'obturateur latéral, les différences sont loin d'être négligeables. Ajoutons à cela que si l'on ne connaît pas le temps que l'on a posé, on ne sait pas davantage celui que l'on devrait poser. On a bien publié des tables très intéressantes, et nous en donnerons d'ailleurs une plus loin, qui indiquent les vitesses de déplacement des divers mobiles que l'on peut rencon-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

trer, mais les chiffres donnés ne sont que relatifs et il faut tenir compte de la distance du modèle à l'appareil, du sens de sa marche : l'appréciation de la durée d'exposition qu'il faudrait réaliser sera d'autant plus difficile, que le sujet intéressant se présente le plus souvent d'une façon inopinée.

Il s'en suit que la photographie instantanée sera toujours pleine *d'aléas* et qu'il paraît difficile de donner des règles précises. Il faut procéder par la méthode expérimentale et se rendre bien compte des divers sujets que l'on peut aborder avec telle ou telle vitesse de l'obturateur employé. Lorsque l'on se trouvera dans des conditions identiques on sera assuré du succès.

Cette méthode est la seule que nous puissions conseiller ; il faudra d'autre part se conformer aux principes suivants :

Plus la vitesse d'un modèle est considérable, plus il faut s'éloigner pour une même vitesse d'obturateur. Plus un objet se rapproche et plus on doit augmenter la vitesse. Ne pas oublier que, dans ce cas, la taille de l'objet augmente et s'il faut d'une part aller plus vite parce que le déplacement devient plus grand sur le verre dépoli, d'autre part il faudra poser plus, pour avoir une image suffisamment intense : on devra donc tenir un juste milieu entre ces deux nécessités contradictoires.

Éviter en général les premiers plans à moins qu'ils ne soient très fortement éclairés. Régler le diaphragme d'après la lumière, l'étendue du sujet et la vitesse à obtenir.

Dans les cas où l'on dispose d'un modèle que l'on dirige à sa guise, il faudra apprécier l'endroit où le sujet devra passer, marquer cette place au moyen de repères et, lorsqu'il arrivera, appuyer sur la détente ; on peut avec avantage faire usage des viseurs qui permettent de suivre l'objet et d'agir lorsqu'il est à l'endroit voulu.

Cette méthode basée sur l'expérience antérieure est évidemment empirique : c'est cependant la seule qui, dans des mains tant soit peu exercées, donnera des résultats très complets.

Mais nous sommes convaincus que, pour quiconque veut faire des instantanés irréprochables, rien ne vaut la chambre à double corps, car s'il est vrai que le viseur est très précieux, indispensable même, il ne nous éclaire nullement sur la netteté de l'objet qui peut ne plus être satisfaisante, s'il vient à passer dans une place autre que celle que l'on prévoyait. C'est là, il faut bien le reconnaître, la difficulté toute spéciale de la photographie instantanée, on est très souvent surpris, toujours pressé, quelquefois même assez nerveux, car il faut, avec une grande habileté, mettre au point à peu près, enlever le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

verre dépoli, placer le châssis, l'ouvrir et armer l'obturateur. Le temps matériel nécessaire pour ces diverses opérations est la cause de bien des insuccès. L'appareil le plus parfait, pour éviter ces insuccès, sera la chambre à double corps telle que celle que nous avons fait construire pour les études médicales.

Cet appareil comprend deux chambres juxtaposées, l'une servant à viser et à mettre au point, l'autre contenant la plaque démasquée, prête à être impressionnée et l'obturateur armé. Les deux objectifs sont, bien entendu, de même foyer. L'obturateur et les objectifs seront toujours sur la chambre, ce qui est déjà un premier gain de temps. Il n'y a qu'à ouvrir celle-ci et la fixer sur le pied ; on suit l'objet, on le maintient au point et on déclenche au moment voulu. Cet instrument est certainement plus embarrassant qu'une chambre ordinaire, mais ce désavantage est amplement compensé par la facilité et la sécurité du travail. Sont du domaine de la photographie instantanée toutes les vues où il y a un mouvement quelconque : les sujets ou paysages animés, les vues d'eau et de mer, les animaux et, dans une certaine mesure, les portraits. Doivent être également rangées dans cette catégorie les vues d'objets immobiles mais prises d'un véhicule quelconque, voiture, bateau, train, ballon, etc.

Parcourons rapidement ces diverses applications et voyons si nous n'avons pas quelques observations à faire, quelques conseils à donner.

En principe nous sommes d'avis qu'il ne faut faire des clichés instantanés que lorsque cela est nécessaire : le résultat est en effet certain dans un cas, il peut être douteux dans l'autre ; mais la contre-partie est également vraie, dès qu'il y a mouvement, il ne faut pas hésiter à se servir de l'obturateur.

Dans les vues animées, rues, places publiques, marchés, réunions de foule quelconque, on devra user d'une petite vitesse, à moins qu'il n'y ait des voitures ou des premiers plans très rapprochés, auquel cas il faudra naturellement l'augmenter en conséquence.

En ce qui concerne les paysages, il ne faudra faire usage de l'obturateur que lorsqu'il y aura du vent et avec des sujets d'ailleurs très bien éclairés. Ce sera quelquefois le seul moyen de garder un souvenir d'un endroit où l'on passe ; mais si l'on peut, il vaut toujours mieux poser.

Pour les vues d'eau, l'instantané est de rigueur, au bord de la mer surtout, où l'on a une lumière magnifique et des parties comme l'eau et le ciel qui sont très photogéniques. Dans cette

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

hypothèse, on pourra diaphragmer sans crainte. En ce qui concerne les études d'animaux, les modèles ne manqueront pas, on les prendra soit au repos, soit en mouvement ; dans le premier cas, si l'on doute de leur immobilité, la petite vitesse est toute indiquée ; dans le deuxième cas, elle dépendra de l'allure. Il est bon, dans ce genre de photographie, de n'opérer qu'avec un beau soleil et de ne pas négliger la position des fonds. Eviter avec soin les masses de verdure trop rapprochées ou trop sombres, choisir toujours la place qui fera valoir le modèle et lui permettra de bien se détacher.

L'obturateur pourra être en dernier lieu employé avec succès pour les portraits d'enfants et de grandes personnes, il permettra en effet de les saisir sans les prévenir et le résultat ne pourra manquer de gagner en naturel et en sincérité. Une petite vitesse est suffisante.

Une dernière application très intéressante, c'est l'obtention de vues prises, pour ainsi dire au vol, d'une voiture, d'un train ou d'un bateau : outre que cette manière d'opérer donne des documents inédits, elle permet d'occuper agréablement les heures souvent fort longues du trajet. Dans un voyage que nous avons fait en Amérique, nous n'avons cessé d'opérer ainsi sur le Saint-Laurent, en pleine mer, et nous n'avons eu qu'à nous féliciter d'avoir suivi cette voie, ce qui nous a permis de rapporter des clichés absolument inédits. Dans ce cas tout spécial de l'instantanéité, il sera bon de n'employer que de grandes vitesses, car le plus grand écueil provient des vibrations du sol sur lequel on repose. L'ébranlement du pont d'un bateau à vapeur, la trépidation d'un wagon, le cahotement d'une voiture se traduiraient par un manque de netteté de l'image, si l'on ne prenait une vitesse assez considérable pour n'avoir pas à tenir compte de ces mouvements.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE IV

LES PRÉPARATIONS SENSIBLES

138. La photographie a marché depuis quelques années à pas de géant et nous sommes arrivés actuellement à une période qui, dans l'histoire de notre science, sera appelée la période du gélatino-bromure d'argent. En effet, ce procédé, d'une sensibilité si exquise, à été le point de départ de toutes les merveilleuses applications que nous décrirons dans la deuxième partie de cet ouvrage ; c'est lui qui a contribué à diffuser la photographie dans toutes les classes de la société et qui a augmenté d'une façon prodigieuse le nombre des amateurs lesquels, dans l'évolution photographique, ont pris une part si grande à côté des photographes et des savants.

Aussi certains de nos lecteurs seront peut-être étonnés de nous voir traiter tout d'abord, plusieurs procédés qu'ils n'ont jamais pratiqués, qu'ils croyaient abandonnés et définitivement consacrés comme souvenirs historiques.

Il est évident, en effet, que pour l'amateur le gélatino-bromure d'argent est le seul procédé pratique, que pour le savant l'exquise sensibilité de ce produit est primordiale et enfin que, pour l'exécution des portraits, ce procédé est bien supérieur au collodion humide qui régnait autrefois en maître dans les ateliers du photographe.

Mais à côté de ces applications dans lesquelles le gélatino-bromure d'argent a détroné en quelque sorte l'ancien collodion, il en est d'autres et non des moins importantes dans lesquelles le nouveau procédé ne saurait lutter avec les anciens.

En effet la couche sensible qui constituera le négatif doit avoir, en dehors de la sensibilité, d'autres qualités également importantes, nous voulons parler de la pureté, de la finesse et enfin, si nous osons nous exprimer ainsi, de la maniabilité.

Dans les travaux de reproduction il faut une netteté parfaite de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la ligne, puis on doit pouvoir détacher la couche de son support, l'inverser, l'assembler avec d'autres de même nature, de façon à réaliser des usages industriels économiques. Le gélatino-bromure d'argent ne possédant pas ces qualités à un degré suffisamment prononcé, ceci expliquera pourquoi, dans les applications industrielles, ce procédé n'a pas produit une révolution analogue à celle dont nous avons parlé à propos des applications qui exigent avant tout de courtes durées d'exposition.

Enfin, et c'est là un point que l'on ne peut négliger dans l'espèce, le prix de revient des plaques au gélatino-bromure d'argent est bien supérieur à celui des préparations que l'on peut effectuer par les procédés antérieurs. C'est pour ces raisons variées que nous décrirons le mode opératoire de ces divers procédés qui, indispensables dans l'industrie photographique, peuvent néanmoins rendre encore aux amateurs comme aux savants des services importants dans certaines applications particulières.

Sans insister sur le côté théorique nous étudierons surtout le côté pratique de façon à permettre au lecteur de mettre en œuvre sans difficultés les procédés qui peuvent lui être utiles dans telle ou telle circonstance. Nous laisserons cependant de côté la description du Daguerréotype qui n'est plus employé et n'a maintenant, dans l'état où il a été pratiqué, qu'un intérêt purement historique (1).

139. Définition du négatif.

Puisque les divers procédés que nous devons décrire ont pour but l'obtention du négatif il faut d'abord définir celui-ci. Nous proposons la définition suivante: *Le négatif est un écran transparent sur lequel la lumière a produit un dessin dont les valeurs sont inverses de celles du modèle.* D'après cette définition nous pouvons nous rendre compte parfaitement des conditions que doit remplir la couche sensible.

140. Elle doit être constituée tout d'abord par une substance modifiable sous l'action de la lumière, puis être étendue d'une manière uniforme sur un support quelconque d'une transparence aussi parfaite que possible. Le nombre des substances sur lesquelles la lumière produit une action est très considérable, mais on n'utilise jusqu'à présent pour l'obtention de l'image négative que les sels haloïdes d'argent, chlorure, iodure et bromure. Ces divers sels

(1). Nous nous sommes inspiré dans ce chapitre des Conférences que nous avons faites au Conservatoire National des Arts et Métiers en 1893 et qui n'ont pas été publiées.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ne se comportent pas d'ailleurs de même ; d'après leur nature ou leurs proportions on obtient des variantes considérables qui se traduisent principalement par des modifications dans la sensibilité obtenue.

Certains de ces sels sont rapidement influencés par la lumière et l'action de celle-ci est rendue visible par un changement de coloration. C'est ainsi que le chlorure d'argent, qui est blanc, devient violet sous l'action de la lumière. Dans les mêmes conditions l'iodure et le bromure d'argent sont moins sensibles et il faut une durée d'exposition notablement plus longue pour obtenir un changement de teinte appréciable.

141. Par contre on a reconnu qu'une exposition beaucoup plus courte permettait d'obtenir une image sur ces divers sels mais à condition de faire agir sur eux certains produits réducteurs. Dans ce cas, cette image qui n'est pas visible et qui n'apparaît que sous l'action du réducteur et par une opération qui s'appelle le développement est dite *image latente*.

La plupart des procédés que nous allons décrire sont basés sur l'obtention de cette image latente, quelques rares procédés utilisant seuls l'image *visible ou par noircissement direct* comme on dit fréquemment.

Voilà déjà une division que l'on peut faire dans les procédés photographiques, d'une part ceux qui donnent une image visible et de l'autre ceux qui donnent une image latente. Mais ce n'est pas tout pour arriver à obtenir une image quelconque, il est nécessaire d'étendre le sel sensible, quel qu'il soit, sur un support transparent. A cet effet le sel d'argent devra être incorporé dans un véhicule convenable, qui permettra de l'emprisonner à l'état de couche régulière et de le faire adhérer au support choisi. On pourra donc encore diviser les procédés photographiques d'après la nature du support ou celle du véhicule.

CLASSIFICATION GÉNÉRALE.

142. Nous croyons, pour notre part, que la division logique consistera à classer les procédés par le mode d'obtention du sel d'argent sensible à la lumière, les modifications introduites par la nature du sel d'argent, du support ou du véhicule n'étant que partielles et ne changeant en rien le principe du procédé. A l'heure actuelle, deux méthodes générales sont employées.

143. La première consiste à incorporer dans un véhicule quel-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

conque des chlorures, iodures ou bromures alcalins, puis, une fois ce véhicule étendu sur le support, à plonger le tout dans une solution d'azotate d'argent. Par double décompostion, les chlorures, iodures et bromures se transforment en chlorures, iodures ou bromures d'argent qui constitueront la couche sensible.

Cette méthode pourrait s'appeler *méthode par trempage*.

144. La deuxième consiste à former de toutes pièces les sels d'argent dans le véhicule choisi, puis après élimination des azotates alcalins produits pendant l'opération et qui pourraient avoir une action nuisible, à verser le produit obtenu et qu'on nomme *émulsion* sur le support adopté. Ce deuxième procédé est la *méthode par émulsionnage*.

Dans la première catégorie, nous rangerons les procédés du collodion humide, de l'albumine et du collodion sec : dans la seconde, les émulsions au collodion et à la gélatine.

Dans cette classification, nous ne voyons pas figurer le procédé de Daguerre, et ceci intentionnellement car ce procédé, on le sait, ne donnait pas d'image négative : il n'était donc pas susceptible de se prêter aux applications industrielles qui exigent l'emploi du négatif. Les procédés sur papier, si employés au début de la photographie, tels que le papier ciré ne figurent pas non plus car la nature du support qui est essentiellement grenu ne permet pas d'obtenir la pureté et la transparence indispensables dans les applications industrielles : d'ailleurs leur sensibilité n'est pas à comparer avec celle des procédés nouveaux.

I

OBTENTION DES COUCHES SENSIBLES PAR TREMPAGE. PROCÉDÉ AU COLLODION HUMIDE.

145. Ce procédé est basé sur l'emploi du collodion comme véhicule, du verre comme support et d'un mélange d'iodure et de bromure d'argent comme produit sensible à la lumière.

146. Préparation du collodion.

Le collodion est un liquide sirupeux, formé d'une dissolution de pyroxyle dans l'éther et l'alcool. Étendu sur une feuille de verre, il laisse, après évaporation, une pellicule très mince et très transparente. Il remplit donc parfaitement les conditions essentielles d'un bon véhicule, adhérence au verre et transparence.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le pyroxyle résulte de l'action de l'acide nitrique concentré sur la cellulose, matière qui constitue les cellules allongées des fibres végétales ; le coton, la moelle de sureau sont de la cellulose presque pure ; les fibres de lin, de chanvre, en renferment de grandes quantités et les produits fabriqués avec ces substances, le linge, le papier pur se composent presque exclusivement de cellulose. En faisant agir sur ces substances de l'acide azotique monohydraté ou un mélange d'acides azotique et sulfurique, on obtient, suivant la matière employée, des produits nitrés auxquels on a donné les noms de pyroxyle, pyroxyline, nitro-cellulose, coton-poudre, fulmi-coton, papyroxyle, etc. On comprend facilement que l'emploi de ces divers produits peut amener des variantes considérables dans la nature du collodion.

Dans la pratique photographique, on emploie généralement le coton ordinaire pour la fabrication du coton-poudre, terme le plus ordinairement employé pour désigner le produit obtenu.

147. Coton-poudre à basse température. — On prend du coton ordinaire à longues fibres. On le débarrasse des matières grasses ou résineuses qu'il peut contenir par l'ébullition dans une solution de soude à 2 %. On lave avec soin et on passe dans une eau légèrement acidulée (acide sulfurique à 1 %). Si le coton s'est coloré, on le blanchit dans l'eau de javelle étendue, on le lave, on l'exprime et on le fait sécher.

Au moment de la préparation on en pèse 10 grammes, on sépare bien les fibres, puis on met dans un vase en porcelaine contenant :

Acide sulfurique	160 cc.
Eau	10 cc.
Salpêtre sec	100 gr.

L'acide étant dans le vase, on ajoute peu à peu le salpêtre en agitant avec une spatule de verre. La solution forme un liquide sirupeux : à cause de l'élévation considérable de la température qui se produit, le tout est mis dans un second vase contenant de l'eau froide. Lorsque le mélange est redescendu à 60° (mesuré avec un thermomètre divisé sur tige), on plonge le coton d'un seul coup et on le brasse avec une spatule de verre. Au bout de dix minutes on décante l'acide, puis on met le coton sur un tamis dans un grand récipient d'eau froide. On écarte bien les fibres et on lave à plusieurs reprises. On passe ensuite pendant quelques instants dans un bain légèrement alcalin (carbonate de soude), on rince de nouveau et on lave deux heures. 10 gr. de coton donnent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

environ 12 à 15 gr. de pyroxyle. Ce coton, dit à basse température, est excellent pour le procédé du collodion humide. Il n'a pas perdu son aspect fibreux, il est seulement devenu plus rèche.

148. Coton-poudre à haute température. — On prend du coton préparé comme il a été dit plus haut et on le met dans un vase de porcelaine contenant 1 partie d'acide nitrique concentré et 2 parties d'acide sulfurique. On en ajoute autant que le liquide peut en imprégner et l'on brasse avec une spatule de verre. La température s'élève peu à peu et le coton se dissout en bouillie épaisse. Au bout de dix minutes on lave par décantation jusqu'à ce que les eaux de lavage n'aient plus de réaction acide. On décante et l'on met sécher. Ce pyroxyle a pris une couleur jaunâtre et les fibres sont courtes et friables. Il est préférable pour les émulsions et les procédés secs. A cause de son état particulier, on l'appelle coton pulvérulent.

Le coton poudre, très inflammable, tend à se décomposer sous l'influence de l'air et de la lumière, il peut même faire explosion spontanément. Il est donc préférable de l'employer à l'état frais, ou si on le conserve de le mettre par petites quantités, dans des boites légères dont la rupture en cas d'accident sera sans inconvénients.

Pour purifier le coton-poudre, on peut, après l'avoir dissout dans un de ses dissolvants, le précipiter par l'eau froide. On obtient ainsi une masse gélatineuse ou floconneuse, suivant le dissolvant employé. On lave à plusieurs reprises, on fait sécher, puis on redissout. Ce coton dit coton précipité est excellent, mais d'un prix de revient beaucoup plus élevé. A l'heure actuelle, la plupart des industriels préparent leur coton eux-mêmes et il est assez difficile d'en trouver de bon dans le commerce. C'est pour cette raison que nous avons insisté sur les détails de sa fabrication (1).

149. Collodion normal.

Parmi les divers dissolvants du coton-poudre, on adopte généralement le mélange d'alcool et d'éther.

Voici une bonne formule due à M. Davanne :

Coton-poudre suivant la solubilité.....	11 gr. à 14 gr.
Ether sulfurique rectifié à 65°.....	660 cc.
Alcool rectifié à 90°	340 cc.

On introduit le coton dans un flacon, on verse la totalité de l'éther, puis on agite vigoureusement pour distendre les fibres du

(1). Nous croyons devoir signaler que souvent dans le commerce on livre comme coton à haute température les déchets provenant du coton-poudre ordinaire.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

coton qui ne doivent pas se dissoudre ni se désagréger dans l'éther pur. On ajoute ensuite l'alcool par petites fractions successives en agitant chaque fois ; le coton se dissout peu à peu. On laisse reposer et l'on décante.

Le collodion ainsi préparé est mis au frais à l'abri de la lumière. Il se conserve bien. Il est employé pour la fabrication du collodion sensibilisé puis également pour la protection des négatifs et l'émaillage des épreuves sur papier (357-473).

150. Collodion sensibilisé.

C'est le collodion normal auquel on a ajouté des iodures et bromures alcalins. Au lieu d'incorporer directement ces sels au collodion, on prépare à l'avance une solution titrée, qui sert à iodurer le collodion par petites fractions ; on lui donne le nom de *liqueur iodo-bromurée*. En voici la composition :

Alcool absolu	1000 cc.
Iodure d'ammonium	40 gr.
— de cadmium	40 gr.
Bromure de cadmium	40 gr.

On prend pour l'usage :

Collodion normal	90 parties.
Liqueur iodo-bromurée	10 —

151. Modifications du collodion sensibilisé.

Avec le temps, les collodions voient leurs propriétés se modifier, les uns s'améliorent, les autres, au contraire, perdent leurs qualités. Un collodion légèrement ambré ou faiblement coloré en jaune est excellent. D'autres se décolorent complètement ou, inversement, prennent une teinte de plus en plus foncée qui va jusqu'au rouge et au brun. La décoloration du collodion serait due, paraît-il, à la présence de produits ayant une réaction alcaline. On y remédie en ajoutant de l'iode en paillettes jusqu'à légère coloration. La coloration rouge paraît provenir au contraire de produits à réaction acide et principalement d'un coton qui aura été insuffisamment lavé ou décomposé partiellement, quelquefois de l'alcool ou de l'éther qui peuvent être légèrement acides. On ajoute 1 ou 2 gouttes d'ammoniaque par 100 cc. de collodion et la coloration disparaît au bout de quelques heures. On a indiqué aussi pour ce but l'usage de baguettes de cadmium métallique. Mais ces remèdes sont plus ou moins efficaces, ils rendent le produit utilisable il est vrai, mais sans lui rendre absolument les propriétés d'un bon collodion.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

132. Choix du support.

Il s'agit maintenant d'étendre le collodion à la surface du support. On se sert généralement du verre qui, à la transparence complète joint la planité. Celui-ci doit être de belle qualité et absolument exempt de coloration ou de défauts tels que bulles, taches ou rayures.

Dans tous les travaux délicats il est préférable d'employer la glace au lieu de verre ordinaire. Pour les grands formats cela est absolument indispensable, car les verres de ces dimensions ne sont jamais suffisamment plans.

Les arêtes du verre doivent être abattues de façon à ne pas présenter de parties coupantes : ce résultat est obtenu au moyen d'un rodage convenable.

La propreté absolue des verres ou glaces est indispensable : à cet effet, on les nettoie tout d'abord dans la solution alcaline suivante :

Eau	1000 cc.
Carbonate de soude (Cristaux du commerce)	50 gr.

ou encore dans des solutions étendues de soude ou de potasse caustiques. Après un bon lavage on passe dans de l'eau légèrement acidulée avec de l'acide chlorhydrique ou du bichromate de potasse additionné d'acide sulfurique. On termine par un dernier lavage et l'on met sécher.

Au moment de l'usage, on fait un dernier nettoyage qui constitue le polissage. On prend un fort tampon d'étoffe très douce ou plus simplement de papier Joseph et l'on frotte la plaque dans tous les sens avec une petite quantité du mélange suivant

Eau	50 cc.
Eau iodée	50 cc.
Terre pourrie ou tripoli fin	50 gr.

L'eau iodée se prépare de la manière suivante ; on prend :

Eau	50 gr.
Iodure de potassium	1

On laisse tomber l'iodure au fond du flacon et sans agiter on ajoute :

Iode en paillettes	0gr,25

L'iode se dissout dans l'iodure de potassium et l'opération est plus rapidement terminée que si l'on avait voulu faire dissoudre directement l'iode dans l'eau.

Pour le polissage, la feuille de verre doit être posée bien à plat sur un linge replié en plusieurs doubles. On peut encore se servir de presses spéciales qui permettent de maintenir solidement la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plaque et de la polir sans la toucher avec les doigts. On reconnaît que la plaque est parfaitement nettoyée en projetant l'haleine à sa surface : la vapeur d'eau concentrée qui la ternit doit s'évaporer rapidement et régulièrement : s'il n'en n'est pas ainsi, il faudra recommencer le polissage (fig. 121).

153. Extension du collodion.

Une fois la plaque de verre parfaitement propre, on procède à l'extension du collodion, après avoir passé à la surface un blaireau très fin destiné à enlever toutes les petites poussières qui auraient pu tomber après le polissage. Le collodionnage est une opération

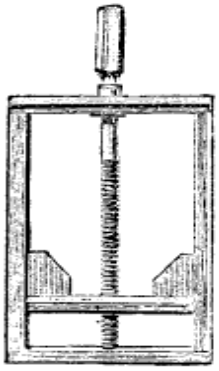


Fig. 121. — Presse à nettoyer les plaques.

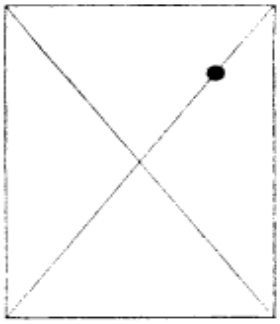


Fig. 122. — Schéma indiquant le point de la plaque où il faut verser le collodion.

assez délicate, surtout lorsqu'il s'agit de couvrir des grandes plaques. Il faut en effet que la couche soit étendue d'une façon uniforme de manière qu'il y n'ait ni stries, ni bourrelets, ni manques. Il y a un tour de main à prendre et ce n'est que par la pratique que l'on pourra l'obtenir.

La plaque est prise avec la main gauche par l'angle inférieur gauche. On la tient de niveau, puis on verse dessus le collodion sensibilisé contenu dans un flacon à large ouverture, et ceci, d'une façon uniforme, sans temps d'arrêt ni secousses. La pratique a montré qu'il fallait faire couler le collodion en un point que nous avons représenté sur le schéma ci-contre, point situé à peu près sur la diagonale qui traverse la plaque en partant du coin tenu par l'opérateur (fig. 122) et à une distance un peu plus grande du centre que du coin opposé. La nappe liquide s'étend peu à peu, vient recouvrir d'abord le coin supérieur droit puis le gauche ; à ce moment la quantité de collodion versée doit être suffisante pour atteindre la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

partie inférieure ; on arrive à ce résultat par de petites inclinaisons très légères de la plaque. Le liquide atteint alors le coin inférieur gauche, puis, en redressant un peu plus la plaque en lui donnant un léger balancement latéral, le coin inférieur droit étant supposé le point d'appui, on recouvre celui-ci et l'on recueille l'excès de collodion dans un autre flacon muni d'un petit entonnoir renfermant un tampon de coton.

L'opération ne demande qu'un instant et la description que nous avons dû en faire aussi clairement que nous avons pu, ne vaut pas une démonstration pratique faite par un opérateur exercé. On laisse pendant quelques instants la plaque à l'air libre, de façon à faciliter l'évaporation de l'éther et de l'alcool, et l'on procède sans tarder à la sensibilisation dans le bain d'argent.

Fig. 123. — Extension du collodion sur la plaque.

Le procédé qui consiste à tenir la plaque par l'angle inférieur n'est possible que pour de petits formats. Pour les grandes plaques et principalement pour les glaces dont le poids est loin d'être négligeable, on les place sur un gros tampon d'étoffe placé au centre et tenu à la main. Il est absolument important de ne pas poser la plaque à même sur les doigts, car la chaleur de ceux-ci amènerait une évaporation inégale des substances volatiles qui constituent le collodion et on obtiendrait des inégalités dans la couche. Un support fixe, que l'on emploie surtout dans l'industrie, est une simple tige de métal fixée solidement sur une table et garnie à son extrémité supérieure d'un bouchon sur lequel on pose la plaque. Dans ce cas on tient celle-ci par un angle inférieur afin de lui donner, au moment voulu, les inclinaisons nécessaires.

L'opération du collodionnage peut s'effectuer en plein jour, mais

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le passage au bain d'argent doit se faire dans le laboratoire noir, en employant un éclairage inactinique.

154. Sensibilisation.

La sensibilisation consiste à plonger la plaque collodionnée dans le bain d'argent afin d'obtenir par double décomposition les iodures et bromures d'argent sensibles à la lumière.

Le bain d'argent est formé par une solution d'azotate d'argent qui doit être légèrement acide et saturée d'iodure d'argent :

Azotate d'argent	7 à 8 gr.
Eau distillée	100 cc.

Laisser dissoudre l'azotate d'argent dans la partie inférieure puis mettre un ou deux cristaux d'iodure de potassium ; après dissolution, agiter, ajouter 1 ou 2 gouttes d'acide nitrique et filtrer. Le bain est prêt pour l'usage.

En pratique, certains opérateurs adoptent une autre formule :

Azotate d'argent	7 à 8 gr.
Acide azotique	1 goutte.
— acétique	3 cc.
Eau distillée	100 cc.

On ajoute alors quelques centimètres cubes de collodion sensibilisé, on agite et l'on filtre. Par ce procédé on introduit comme précédemment la petite quantité d'iodure qui est nécessaire.

Le bain doit être conservé à l'abri de la poussière et maintenu franchement acide. Il faut le filtrer fréquemment. Le choix de l'azotate d'argent doit être fait avec grand soin. Ce sel est obtenu par l'attaque de l'argent par l'acide azotique étendu d'eau. Il ne doit pas contenir de cuivre, ce qui arrive fréquemment lorsqu'il est produit au moyen de pièces de monnaie (procédé qui, en particulier, est interdit par nos lois).

L'azotate d'argent cristallisé pur livré par le commerce est, en général, parfaitement convenable. On peut du reste le purifier par la fusion : on le place dans une capsule de porcelaine au-dessus d'une lampe à alcool ou d'une flamme Bunsen et on maintient la fusion jusqu'à ce qu'il y ait un commencement de décomposition : il se forme alors un peu d'azotite d'argent et même un peu d'argent métallique sous forme de poudre grise. On prend alors la capsule avec une pince en bois et on coule l'azotate sur une plaque de marbre ou de porcelaine mise de niveau. Cet azotate prend le nom d'azotate fondu gris et on lui attribue la propriété de donner des épreuves plus rapidement. Il doit être conservé dans des flacons de verre à l'abri de la lumière.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'immersion dans le bain d'argent doit se faire, comme nous l'avons dit, dans le laboratoire noir. Le bain d'argent est versé dans une cuvette de porcelaine et la plaque collodionnée y est plongée d'un seul coup. Pour ce faire, on incline la cuvette de façon à amener tout le liquide vers l'un des petits côtés (fig. 124); la plaque est alors appuyée contre le côté opposé. On laisse alors descendre peu à peu la plaque que l'on maintenait avec le doigt, et au moment où elle est arrivée au fond, on abaisse la cuvette vivement de telle façon que le liquide amené vienne la recouvrir d'un seul coup. Pour éviter les pertes de bain d'argent et faciliter l'opération on se sert de cuvettes particulières (fig. 125) dont un des côtés est garni d'un recouvrement qui a pour but de retenir le liquide amassé vers une des extrémités. On agite tout

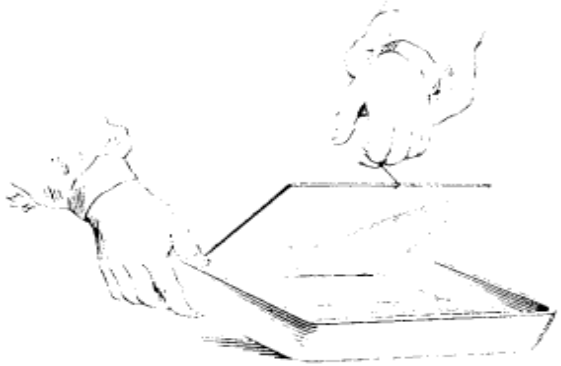


Fig. 124. — Introduction de la plaque collodionnée dans le bain d'argent.

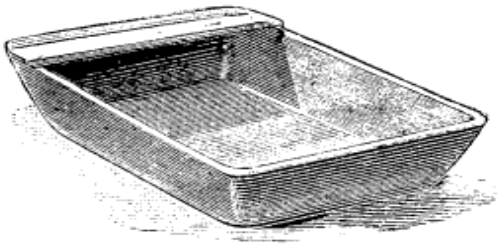


Fig. 125. — Cuvette à recouvrement.

doucement la cuvette pendant l'opération de façon à ce que le bain d'argent courre de part et d'autre sur la plaque. Celle-ci devient opalescente par suite de la formation des iodures et bromures d'argent ; elle doit rester dans le bain jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de traînées huileuses sur la couche. Suivant l'état du bain, la température, ce résultat est atteint plus ou moins rapidement sans dépasser quelques minutes. On retire alors la plaque au moyen d'un crochet en corne pour ne pas se tacher les doigts; on la laisse égoutter un instant, puis on la place dans le châssis après l'avoir essuyée au dos avec un tampon de papier Joseph. Ces tampons devront être recueillis avec soin car ils renferment une quantité notable d'azotate d'argent qu'il est inutile de laisser perdre.

La sensibilité du collodion humide est de beaucoup inférieure à celle du gélatino-bromure d'argent, surtout dans les applications industrielles où l'on cherche avant tout la pureté et la finesse de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'image. On peut admettre que, dans les mêmes conditions, la pose devra être 20 à 30 fois environ plus prolongée.

Dans les derniers temps du collodion et plus récemment encore on a indiqué des procédés rapides au collodion humide. Nous ne nous arrêtons pas à la description de ces procédés qui ne sauraient lutter au point de vue industriel avec ceux que nous venons de décrire, car plus on gagne en rapidité moins les couches sont pures et fines, ni avec le gélatino-bromure dont ils sont loin d'égaler la sensibilité.

La plaque préparée au collodion humide a cet inconvénient tout particulier qu'elle ne garde sa sensibilité qu'à l'état humide ; elle doit donc être employée immédiatement. C'est ce qui fait, entre parenthèses, que ce procédé n'est nullement pratique en dehors du laboratoire. Si, par suite de circonstances spéciales on est obligé de faire de longues poses ou si la chaleur est grande, ce qui provoque plus rapidement la dessiccation de la couche, on aura de grandes difficultés à maintenir la plaque humide. Divers artifices sont employés couramment ; le plus simple consiste à appliquer derrière la plaque une feuille de papier filtre mouillé. Dans les ateliers de reproduction bien installés on a des châssis spéciaux qui permettent de faire circuler derrière la plaque un courant d'eau fraîche qui retarde l'évaporation.

155. Par l'usage le bain d'argent se modifie profondément, il s'évapore et par suite son titre s'élève. Il se charge ensuite constamment d'éther, d'alcool et d'azotates divers, produits de la double décomposition qui s'effectue au moment de la sensibilisation ; enfin il se salit par l'introduction de poussières qu'il n'est pas possible d'éviter.

La filtration permettra d'éliminer les matières insolubles : quand aux matières organiques solubles, elles disparaîtront par une exposition prolongée du bain en plein soleil. Pour éliminer l'éther et l'alcool dont l'excès se traduit par la persistance des traînées huileuses sur la plaque, il suffira, comme on le fait généralement, de laisser le bain d'argent dans sa cuvette à l'air libre ; l'évaporation se fera alors d'elle-même.

Cependant, après usage prolongé, ces divers moyens ne seront pas suffisants pour remettre le bain en bon état ; on le chauffe dans une capsule de porcelaine après en avoir noté le volume ; on ramène ensuite au volume primitif par l'addition d'eau distillée. Si pendant cette opération le bain devient louche, on le filtre puis on ajoute quelques gouttes d'acide azotique à $\frac{1}{10}$ et ceci jusqu'à ce que les plaques essayées donnent des clichés limpides.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il est important de maintenir toujours le bain d'argent au même titre. A cet effet on ajoute la quantité d'eau distillée nécessaire pour ramener au volume primitif. Il se forme alors un précipité jaune clair qui est formé par l'iodure d'argent en excès. On filtre puis on ajoute la quantité d'azotate d'argent nécessaire pour revenir au titre voulu.

Pour connaître le titre du bain d'argent le procédé le plus simple consiste à se servir d'un pèse-sels, mais il ne faut accorder qu'une confiance modérée à cet instrument dont les indications peuvent se trouver complètement faussées par la présence de l'alcool, de l'éther ou autres substances étrangères. On doit procéder à un titrage rigoureux, comme le dit très justement H. Fourtier.

On prépare une solution de chlorure de sodium, qui constituera la liqueur normale :

Eau distillée	1000 cc.
Chlorure de sodium pur	58 gr. 5

Chaque centimètre cube de solution correspond aux quantités suivantes :

Chlorure de sodium	0gr,0585
Azotate d'argent	0 ,17
Argent pur	0 ,108

On verse dans un verre 10 cc. de la solution normale puis on ajoute deux gouttes d'une solution de chromate neutre de potassium à 0,5 p. 100. On met alors le bain à titrer dans une burette graduée et l'on verse goutte à goutte dans la solution normale jusqu'à ce que le précipité rouge qui se forme soit devenu permanent. On lit alors la quantité de bain employé n; comme d'autre part on a pris 10 cc. de la solution normale qui correspondent à 1.7 d'azotate d'argent, $\frac{1.7. \times 100}{n}$ représentera le p. 100 d'azotate d'argent contenu dans le bain.

156. Développement.

Après l'exposition, la plaque examinée dans le laboratoire ne montre pas trace d'image : celle-ci est latente et il faut la faire apparaître au moyen d'un révélateur convenable et ceci sans perdre de temps, sous peine de voir les résultats compromis d'une façon certaine.

On emploie généralement une solution de sulfate de fer plus ou moins diluée et contenant une certaine proportion d'acide acétique cristallisable :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Eau	1000 cc.
Acide nitrique cristallisable	30 cc.
Sulfate de fer	60 gr.

ou

Eau	1000 cc.
Acide acétique cristallisable	25 cc.
Alcool à 90°	50 cc.
Sulfate double de fer et d'ammoniaque	50 gr.

On filtre et l'on garde en flacon bouché.

La solution est d'une belle teinte vert émeraude. Elle ne se garde guère plus de 15 jours car elle rougit peu à peu, le sel de protoxyde de fer absorbant l'oxygène de l'air pour passer à l'état de peroxyde. L'énergie du bain baisse donc rapidement. L'addition de l'alcool a pour but de permettre au liquide de bien recouvrir la plaque.

Celle-ci est tenue à la main ou dans un cadre spécial (fig. 126) et on projette le liquide à sa surface de façon à ce qu'il coule en nappe continue, sinon on aurait des stries ou des inégalités. On fait courir le liquide à la surface de la plaque en inclinant celle-ci plus ou moins.

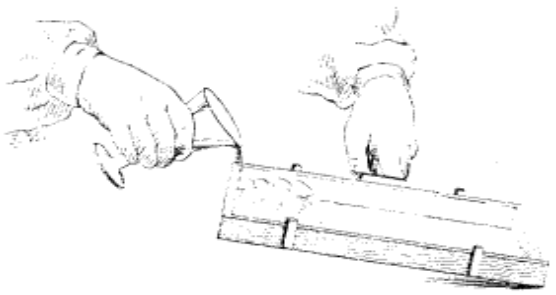


Fig. 126. — Cadre à développer.

L'image invisible jusqu'alors apparaît, les grandes lumières d'abord puis les demi-teintes et enfin les ombres.

C'est en faisant cette opération que l'on s'aperçoit de l'importance capitale du temps de pose. Si celui-ci a été exact, l'image se comporte comme nous venons de le dire ; s'il a été trop court, les grandes lumières apparaissent seules; si, au contraire, il a été trop prolongé l'image vient uniformément grise et s'empâte. Il faudra donc par l'expérience tâcher d'obtenir la plus grande précision dans la détermination de la durée d'exposition. On peut cependant corriger dans une certaine mesure les erreurs qui auront été commises. Si, par exemple, les contrastes sont trop prononcés, on recommande de laver à plusieurs reprises la surface avec la solution de fer, en laissant chaque fois celle-ci se perdre; si, au contraire, les oppositions ne sont pas assez tranchées, on fait agir le plus longtemps possible la première nappe de révélateur sans faire aucune addition nouvelle. Dans le premier cas, les lavages successifs éliminent le nitrate d'argent libre qui contribue à donner l'intensité,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans le second on tâche, au contraire, de n'en perdre aucune partie afin de pouvoir obtenir des oppositions.

Suivant la nature du modèle, la durée d'exposition et le résultat cherché, on pourra introduire également des variantes dans la composition du révélateur. C'est ainsi que l'on constate que l'image vient d'autant plus vite et est d'autant plus uniforme que la quantité de sel de fer est plus grande ; inversement plus le titre est faible, plus les modélés s'accusent et plus l'image est brillante. Lorsque l'image est suffisamment venue, on laisse s'égoutter le liquide puis on regarde par transparence pour juger de l'intensité obtenue. Avec une exposition normale et un développement bien conduit, ce résultat sera presque toujours atteint et il ne reste plus qu'à laver la couche et à fixer l'image.

Au cas où il n'en serait pas ainsi, au lieu de procéder au fixage on effectue une opération qui a pour but d'augmenter la densité de l'image et de lui donner la valeur nécessaire pour obtenir de bonnes épreuves positives.

On répand sur la couche, au préalable bien lavée, la solution suivante :

Eau distillée	100 cc.
Nitrate d'argent	3 gr.
Alcool	5 cc.
Acide acétique cristallisable	5 cc.

On laisse agir un certain temps, puis, sans laver, on emploie de nouveau le révélateur. En présence du sel d'argent ajouté l'image acquiert une vigueur bien plus considérable. Cette opération ne peut qu'augmenter d'une manière générale l'intensité et si, par suite d'insuffisance d'exposition, l'image était déjà dure, si elle présentait des contrastes trop prononcés, cette opération ne fera que les accentuer.

157. Fixage.

Cette opération a pour but d'éliminer les sels d'argent non réduits par la lumière. Elle a pour effet de donner de la transparence et de la limpidité au négatif et de permettre de l'exposer désormais sans crainte à la lumière du jour.

Divers procédés peuvent être employés ; les plus usités consistent à se servir comme dissolvants soit de l'hyposulfite de soude soit du cyanure de potassium. Voici deux formules également recommandables :

1° Bain de fixage à l'hyposulfite de soude.

Eau	100 cc.
Hyposulfite de soude	20 gr.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2° Bain de fixage au cyanure de potassium.

Eau	100 cc.
Cyanure de potassium	2 à 3 gr.

Ce dernier bain agit beaucoup plus rapidement et il donne peut-être des images plus brillantes. Il est assez généralement employé dans l'industrie malgré les dangers très grands que présente son emploi ; on sait en effet que ce corps est un poison des plus violents. Il faudra éviter de s'en servir d'une manière absolue si l'on a la moindre écorchure aux doigts.

Il est recommandé de faire l'opération du fixage à distance du bain d'argent, et il vaut mieux opérer dans une pièce voisine car la présence d'une seule trace d'hyposulfite entraine la perte du bain d'argent ou produit sur la plaque des accidents irréparables.

La plaque doit rester dans le bain de fixage jusqu'à ce qu'elle ait perdu toute apparence laiteuse, ce qui indique, d'une manière certaine, la disparition des sels d'argent non réduits par la lumière.

On lavera alors avec soin sous un robinet à pomme d'un débit assez grand. Le porosité de la couche est telle que le lavage est complet au bout de 10 minutes, tandis qu'avec les plaques au gélatino-bromure nous verrons qu'il est nécessaire de faire des lavages beaucoup plus prolongés.

Si, une fois le négatif fixé, l'intensité n'est pas suffisante, on procède à un deuxième renforcement puis, après un nouveau lavage, on met sécher.

158. Variante pour la reproduction des traits noirs sur fond blanc.

Le procédé que nous venons de donner s'applique particulièrement aux hypothèses les plus fréquentes, nous voulons parler de la reproduction des sujets à demi-teintes comprenant toute la gamme des valeurs mais, dans d'autres cas, lorsque le modèle ne comportera que des blancs et des noirs. dans la reproduction des plans, dessins. cartes, gravures, le procédé permettra par des variantes dans la composition du collodion, par la nature des iodures ou bromures employés et par le développement lui-même suivi d'un bon renforcement, d'obtenir des négatifs dans lesquels des noirs absolus correspondront aux blancs du modèle, et des blancs absolument purs aux noirs de l'original. Cet excès d'oppositions, qui dans l'hypothèse des sujets modelés serait un défaut, devient ici une qualité primordiale.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Grâce à l'obligeance de M. Cheysson, ingénieur en chef des ponts et chaussées et de M. Péronne, le sympathique directeur du laboratoire de photographie de l'École nationale des ponts et chaussées, nous pouvons donner les formules qui sont employées dans cet établissement pour l'exécution des négatifs de traits.

Le collodion normal est ainsi constitué :

Alcool rectifié à 95°	400 cc
Ether sulfurique à 62°	500 cc.
Coton azotique à haute température	12 gr.

La liqueur sensibilisatrice est ainsi composée :

Alcool à 95°	100 cc.
Iodure d'ammonium	7 gr.
— de cadmium	2 gr.
— de zinc	1 gr.
Bromure d'ammonium	0, gr. 5
— de cadmium	0, gr. 5

On prend 100 de collodion et 10 de la liqueur sensibilisatrice.

Le collodion peut servir le lendemain mais il est meilleur au bout de huit jours.

Pas de variantes dans le bain d'argent, ni le développement.

Le renforcement postérieur au développement n'est pas effectué avec la même solution de fer, mais avec le bain suivant :

1.	Eau ordinaire	1000 cc.
	Acide pyrogallique	5 gr.
	— acétique cristallisable	50 cc.
	Alcool à 90°	50 cc.
2.	Eau distillée	500 cc.
	Azotate d'argent	15 gr.

On ajoute quelques gouttes de 2 dans 1 et l'on verse sur la couche. On termine par un lavage soigné.

Pour les copies de tableaux, d'aquarelles, de plans colorés, les auteurs se servent de la liqueur suivante :

Alcool rectifié à 95°	100 cc.
Iodure de potassium	2 gr. 5
— de cadmium	3 gr.
Bromure de zinc	2 gr.
— d'ammonium	2 gr. 5

Comme on peut le voir par ces quelques indications, le procédé au collodion humide jouit d'une grande souplesse qui permet de modifier facilement les qualités de la couche sensible: ajoutons à cela qu'il donne des images d'une grande pureté, que le prix de revient est relativement faible et qu'enfin la couche peut être détachée facilement de son support pour être inversée ou assemblée avec

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'autres de même nature, questions que nous étudierons du reste plus tard et il est facile de comprendre pourquoi, à cause des nombreux avantages qu'il présente, ce procédé est loin d'être abandonné.

PROCÉDÉ A L'ALBUMINE.

159. Si le procédé du collodion humide a des qualités indiscutables, il a un inconvénient assez sérieux, c'est qu'il est absolument nécessaire d'employer la plaque au sortir du bain d'argent. Dans l'été, l'évaporation étant beaucoup plus rapide, on éprouve quelquefois même de sérieuses difficultés pour opérer avant que la couche ne soit sèche. Il n'y a pas moyen de s'écarter beaucoup du laboratoire, et si, dans la pratique industrielle, on peut presque toujours apporter les modèles à l'atelier, il n'en sera plus de même pour le travail d'après nature. C'est alors le laboratoire tout entier que l'on devra transporter pour faire toutes les opérations sur le terrain même.

C'est évidemment là une grande complication et l'on comprend que, dès les débuts de la photographie, on ait cherché à obtenir des préparations pouvant s'employer à l'état sec. L'un des premiers procédés indiqués est celui à l'albumine que nous allons étudier.

Il diffère du collodion humide par l'emploi d'un autre véhicule, l'albumine, qui donne des couches d'une extrême finesse, d'une transparence parfaite, et par l'élimination complète du nitrate d'argent libre, ce qui permet d'employer les plaques à l'état sec. Enfin les détails de la préparation et le mode de développement comportent également des différences importantes. Cependant, au point de vue théorique, le principe est le même que dans le collodion humide. L'albumine contenant les iodures ou bromures alcalins est étendue sur verre, puis, par le passage au bain d'argent, on obtient les iodures ou bromures d'argent sensibles à la lumière.

160. Préparation de l'albumine.

De même que nous avons étudié soigneusement la fabrication du collodion, nous allons maintenant indiquer le mode de préparation de l'albumine, opération assez délicate du reste. On se sert presque généralement pour les usages photographiques de l'albumine contenue dans les œufs. On en prend les blancs et on les bat en neige de façon à débarrasser l'albumine des cellules qui constituent les membranes dans lesquelles elle est emprisonnée. Cette opération se fait dans un vase de porcelaine avec quelques brins d'osier ou une fourchette en bois (on doit éviter d'une manière absolue l'emploi d'objets métalliques). Il faut battre en neige jus-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'à ce que la mousse soit assez persistante pour être coupée au couteau. On laisse reposer 12 heures dans un endroit frais : on trouve alors sous la mousse une couche d'albumine que l'on décante avec précaution. On peut détruire également les cellules au moyen de quelques gouttes d'acide acétique.

Dans le liquide recueilli, on ajoute pour 100^{cc} :

Iodure de potassium ou d'ammonium.....	1 gr.
Bromure de potassium ou d'ammonium.....	0,25

Ces sels ont été préalablement dissous dans un peu d'eau. On ne doit prendre que les bromures solubles dans l'albumine ; ainsi le bromure de cadmium si employé avec le collodion ne saurait être utilisé ici car il coagule l'albumine.

Le filtrage qui est une opération très importante se fait sur du papier. Il est très long la première fois à cause de matières mucilagineuses contenues dans l'albumine. On refiltre plusieurs fois sur un autre papier pour éviter les grains de poussières qui sont le grand écueil du procédé, chacun d'eux formant une tache circulaire. Pour opérer plus rapidement, il est avantageux d'employer un appareil à filtration rapide comme ceux qui servent en chimie.

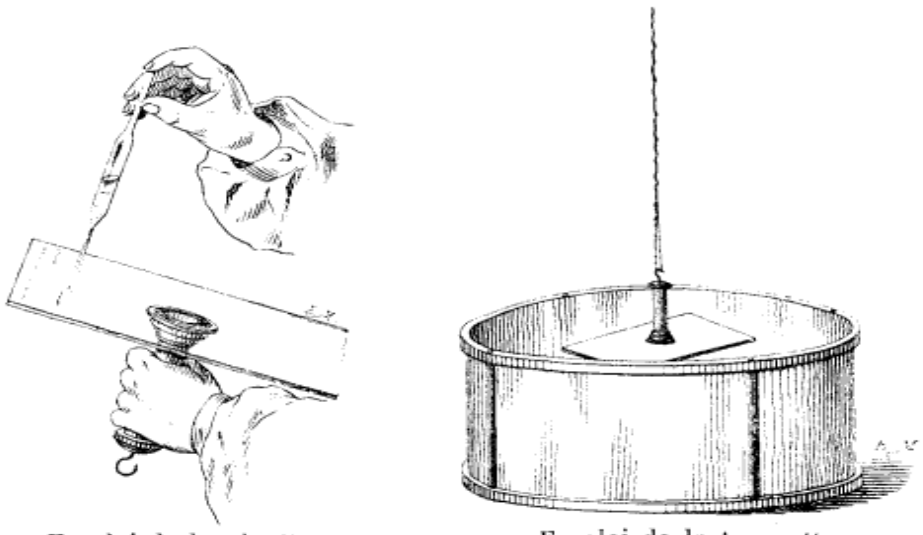
161. Extension de l'albumine.

Il est recommandé de se servir de glaces et non de verres afin d'obtenir des couches parfaitement égales. Elles devront être nettoyées avec autant de soin que dans le procédé du collodion humide. Il faut, pendant cette opération, éviter d'une manière absolue toutes les poussières : à cet effet il est bon de mettre dans la pièce, au moins une heure auparavant, une grande bassine d'eau bouillante : la vapeur d'eau fera tomber la plus grande partie des corpuscules en suspension.

Divers procédés sont indiqués pour l'extension de l'albumine. Dans le premier on se sert d'une pipette ou d'un compte-gouttes contenant l'albumine iodurée ; on étend celle-ci par bandes parallèles sur la plaque légèrement inclinée ou supportée par une ventouse, une deuxième pipette sert à enlever par aspiration l'excédent du liquide et un agitateur coudé permet d'égaliser la couche et d'enlever avec une de ses extrémités les poussières ou les bulles que l'on aperçoit à la surface. Le liquide en excès est reçu dans un autre flacon muni d'un entonnoir et d'un filtre. La plaque est alors mise de niveau dans une étuve légèrement chauffée. On la recouvre d'un papier un peu fort et légèrement plié pour éviter la chute des poussières.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On peut encore, comme le conseille M. Gobert, employer la tournette pour obtenir une couche d'albumine très mince et très égale; le séchage se fait aussi plus rapidement par ce moyen. La tournette est constituée par une ventouse de caoutchouc ou un manche de bois terminé par une rondelle légèrement concave dont les bords sont enduits de gutta-percha, l'un ou l'autre système étant suspendu librement au moyen d'une cordelette. La plaque est fixée la face en dessous, à l'un de ces dispositifs; on imprime un mouvement de rotation alternatif et la force centrifuge étend régulièrement la couche sauf sur les bords où il reste de légers



Emploi de la pipette. Emploi de la tournette.

Fig. 127. — Extension de l'albumine sur la plaque.

bourrelets que l'on enlève avec du papier Joseph. Pour éviter les projections, on place la tournette au centre d'une grande terrine ou d'un tambour constitué par deux cerceaux en bois reliés par des montants, l'ensemble étant entouré de calicot (fig. 127).

La dessiccation peut encore se faire à plat sur une plaque de fonte légèrement chauffée, la couche en dessous. A cet effet, on place sur la plaque de fonte un petit trépied métallique renversé dont les trois branches supporteront la plaque par les bords.

Les plaques ainsi albuminées sont mises dans des boîtes à rainures dans lesquelles elles se conservent bien pourvu que l'on évite toute humidité.

162. Sensibilisation.

On recommande d'exposer auparavant les plaques aux vapeurs

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'iode, opération qui se fait en mettant de l'iode dans une cuvette et en recouvrant celle-ci d'un intermédiaire en bois au milieu duquel la plaque est placée face en dessous. On retire celle-ci lorsqu'elle a une teinte jaune d'or, on laisse l'excès s'évaporer et on procède à la sensibilisation dans le bain d'argent ainsi constitué :

Eau distillée	100 cc.
Azotate d'argent	10 gr.
Acide acétique cristallisable	10 cc.

Après trois minutes de séjour, on relève la plaque avec un crochet d'argent et après égouttage, on passe dans une cuvette d'eau filtrée ou distillée, on balance celle-ci jusqu'à ce que l'eau coule régulièrement à la surface, on recommence dans une deuxième cuvette et l'on termine par un lavage à la pissette avec de l'eau distillée.

Après égouttage, on porte au séchoir ; puis les plaques sont gardées à l'abri de la poussière et de l'humidité. La couche a une teinte opale bien accentuée.

L'opacité n'est jamais bien grande ; si elle est insuffisante, c'est que la quantité d'albumine restée sur la plaque était trop faible.

Ces plaques sont beaucoup moins sensibles que celles préparées au collodion humide ; au lieu de compter par secondes, il faut compter par minutes ; d'autre part, leur conservation n'excède pas quelques jours. Mais leurs qualités de finesse et de transparence sont telles que, jusqu'à présent, aucun des procédés ultérieurs n'a pu les égaler, c'est ce qui explique pourquoi leur emploi sera encore très précieux dans certains travaux.

163. Développement.

La plaque est plongée dans l'acide gallique à saturation, puis on ajoute quelques gouttes de la solution suivante :

Acide pyrogallique	10 gr.
Alcool à 90°	100 cc.

Lorsque l'image commence à paraître, on met dans un verre quelques gouttes d'une solution d'azotate d'argent :

Eau	100 cc.
Azotate d'argent	3 gr.

L'image vient peu à peu. Lorsqu'elle est à point, on lave à l'eau ; le développement est très lent et peut durer plusieurs heures.

Le fixage se fait dans l'hyposulfite de soude à 15 p. 100.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

164. Conservation plus prolongée des plaques.

Le procédé général consiste, avant le dernier lavage, à recouvrir la plaque à plusieurs reprises de diverses substances qui tannent la couche et en assurent la conservation. Ces substances prennent le nom de *préservateurs*.

Voici quelques formules :

1.	Acide gallique	1 gr.
	Eau distillée	100 cc.
2.	Thé noir	5 gr.
	Gomme arabique	1 gr.
	Eau bouillante	100 cc.
3.	Tanin	3 gr.
	Dextrine	2 gr.
	Eau	100 cc.

On a encore indiqué dans certaines formules, la gomme, la dextrine, le miel, le sucre : ces substances ont pour but de faciliter la porosité de la couche par suite de leur dissolution au début du développement.

PROCÉDÉ AU COLLODION SEC.

165. Dans l'ordre chronologique, nous aurions dû parler du procédé à l'albumine avant celui au collodion humide, mais nous avons voulu respecter la classification logique des procédés actuellement connus, c'est ainsi que nous arrivons au procédé au collodion sec qui a succédé au collodion humide et qui avait surtout pour but de pouvoir opérer loin du laboratoire, sans le matériel nécessaire pour la préparation des plaques humides et avec plus de rapidité que l'albumine.

Il a été indiqué de nombreuses variantes qu'il nous est impossible d'examiner toutes. D'ailleurs, ce procédé ne saurait lutter d'une part, avec le collodion humide et de l'autre, avec les émulsions au collodion qui sont infiniment plus pratiques. Nous nous y arrêterons donc moins longtemps.

Comme modification importante, nous constaterons tout d'abord l'augmentation considérable de la proportion des bromures. On sait en effet, que l'iodure d'argent n'est sensible qu'en présence d'un excès de nitrate d'argent, que, d'autre part, celui-ci doit être complètement éliminé si l'on veut obtenir une préparation se conservant à l'état sec. On a donc été conduit à augmenter de plus en plus la proportion de bromure. — Celui-ci débarrassé de tout excès de sels d'argent est très sensible même aux faibles lumières et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'image se développe parfaitement bien sous l'action de révélateurs alcalins. Mais comme le bromure soluble dissout dans le collodion se transforme difficilement en bromure d'argent on augmente le titre du bain d'argent jusqu'à 12 ou 15 p. 100 et l'on augmente la durée de séjour qui atteint un quart d'heure. On adopte les bromures facilement solubles dans l'alcool et l'éther tels que les bromures de cadmium, d'ammonium, de zinc, etc. Éviter l'emploi du bromure de potassium qui est insoluble dans ces véhicules.

Il faut enfin des couches très perméables au révélateur et l'on se sert de cotons à haute température.

Le bain d'argent doit être franchement acide pour éviter la combinaison de l'azotate d'argent avec les matières organiques. Il doit être filtré dès qu'il commence à se troubler.

Il est absolument nécessaire, comme nous l'avons dit, d'éliminer tout l'azotate d'argent libre. A cet effet, on fait un premier lavage à la pissette puis on fait passer successivement la plaque dans trois cuvettes remplies d'eau distillée; on la recouvre alors d'une solution à laquelle on donne le nom de préservateur et qui est destinée à empêcher ou à ralentir les altérations de la couche sensible, à en augmenter la porosité qui facilitera l'action des réactifs et enfin, d'après certains opérateurs à donner une plus grande sensibilité.

Il est de toute nécessité de scinder les opérations en deux, sensibilisation des plaques et lavages d'une part et application du préservateur de l'autre; en effet, le contact du préservateur avec la plaque encore chargée de nitrate d'argent produit des taches irrémédiables, de même, le contact avec le bain d'argent mettrait celui-ci hors d'usage. Il faut donc observer la propreté la plus absolue dans ces diverses opérations.

Les plaques sont ensuite portées au séchoir, en évitant tout contact avec le côté sensible.

166. On a employé avec le collodion sec divers préservateurs qui constituent les variantes nominales du procédé, mais l'expérience a montré que les meilleurs résultats étaient obtenus avec les substances tanniques ou albumineuses.

167. C'est avec le collodion sec que l'on indique les premiers révélateurs alcalins. Au lieu d'employer, comme nous l'avons vu jusqu'à présent, l'acide gallique ou l'acide pyrogallique fortement additionné d'acide acétique, on rend la solution franchement alcaline par l'ammoniaque, la soude, la potasse ou les carbonates de ces alcalis : on peut employer également, au lieu de sulfate de protoxyde de fer, l'oxalate ferreux qui est un réducteur très énergique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans le cas où l'intensité acquise ne serait pas suffisante on rejette le développement alcalin et on fait agir le révélateur acide avec addition d'azotate d'argent.

Une formule de développement qui est excellente a été indiquée par M. Davanne :

A.	Sesquicarbonate d'ammoniaque	10 gr.
	Eau	1000 cc.
	Bromure de potassium	10 gr.
B.	Acide pyrogallique	10 gr.
	Eau	1000 cc.

L'épreuve mouillée au préalable avec de l'eau distillée et égouttée est recouverte de parties égales de A et B. Lorsque l'image est suffisamment accusée, on rejette le liquide alcalin, on égoutte et l'on recouvre de :

Eau	1000 cc.
Acide gallique	3 gr.
— pyrogallique	3 gr.
— acétique cristallisable	15 cc.

L'acide acétique sature de suite l'alcalinité du bain et l'on peut faire sans danger l'addition de quelques gouttes d'azotate d'argent à 4 p. 100. — L'image monte rapidement, on arrête au point voulu, on lave et l'on fixe.

La formule suivante est plus énergique et permet d'éviter le bain acide :

A.	Sesquicarbonate d'ammoniaque	10 gr.
	Eau	500 cc.
	Bromure de potassium	0 gr. 50
B.	Acide pyrogallique	10 gr.
	Alcool à 40°	100 cc.

On prend 100 parties de A et 3 à 4 parties de B.

168. Procédé au tanin.

De tous ces procédés indiqués nous n'en retiendrons qu'un, afin de donner le mode opératoire, c'est celui du major Russel perfectionné depuis par différents auteurs. Voici le mode opératoire donné par M. Fourtier.

On emploie en général de vieux collodions; à défaut on peut préparer de toutes pièces le collodion suivant :

Coton à haute température	2 gr. 50
Iodure de cadmium	2 gr.
Bromure de cadmium	4 gr.
— d'ammonium	1 gr. 50
Alcool à 96°	150 cc.
Ether sulfurique	150 cc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le bain d'argent sera ainsi constitué :

Azotate d'argent	8 gr.
Acide acétique	10 cc.
— citrique	0 gr. 50
Eau	100 cc.

Ce bain sera ioduré avec quelques centimètres cubes de collodion comme nous l'avons dit précédemment. — Ce bain doit être fréquemment filtré. La sensibilisation doit durer de 8 à 10 minutes.

On passe ensuite dans 4 cuvettes remplies d'eau non calcaire.

Le préservateur sera constitué par une solution de tanin à 2 à 3 p. 100, précipité par la gélatine à 10 p. 100. Les plaques sont d'une bonne conservation.

Le développement s'opère, comme il a été dit auparavant.

169. Procédé Taupenot.

Nous citerons également le procédé de Taupenot, qui consiste à employer comme véhicule une couche de collodion et une d'albumine et donne d'excellents négatifs bien que la théorie des nombreuses manipulations qu'il comporte ne soit pas encore très bien expliquée.

La plaque est recouverte de collodion iodobromuré puis passée au bain d'argent en lumière diffuse; on lave alors pour enlever les azotates alcalins.

La couche est réduite par la lumière et si, à ce moment, on faisait agir le révélateur toute la surface noircirait : au lieu de procéder au développement, on recouvre d'albumine iodurée qui la pénètre, l'iodure alcalin détruit l'action de la lumière et il se forme dans l'épaisseur de la couche de l'iodure d'argent qui, en présence d'un excès d'iodure alcalin, est insensible à la lumière. La glace séchée se garde indéfiniment.

Pour lui rendre sa sensibilité il suffit de la passer dans un bain d'acéto-nitrate d'argent qui sature les iodures alcalins et coagule l'albumine, on lave à plusieurs reprises et si l'on veut une conservation prolongée on fait agir un préservateur qui sera ordinairement l'acide gallique.

Nous n'insisterons pas davantage sur ce procédé, qui est malheureusement bien compliqué et qui n'est que rarement employé : néanmoins comme il donne des images très fines, très transparentes nous ne pouvions le passer complètement sous silence.

En augmentant progressivement la dose de bromure, on a été amené à supprimer complètement l'usage des préservateurs et nous

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

arrivons ainsi insensiblement au procédé au collodio-bromure ou collodion sec avec émulsion de bromure d'argent.

II

OBTENTION DES COUCHES SENSIBLES PAR ÉMULSIONNAGE. ÉMULSIONS AU COLLODIO-BROMURE.

170. Nous venons d'étudier les divers procédés dans lesquels le sel d'argent sensible à la lumière est obtenu par la méthode générale de trempage qui consiste, après avoir recouvert la plaque d'un véhicule contenant des iodures ou bromures alcalins, à la plonger dans un bain d'azotate d'argent. Nous avons vu d'autre part, que tout excès d'azotate d'argent devait être éliminé afin de pouvoir conserver la préparation pendant un certain laps de temps. Nous avons vu également employer, pour augmenter cette conservation, différentes substances, soit tanniques, soit albumineuses, soit mucilagineuses, substances portant le nom de préservateurs. Nous avons constaté enfin la proportion de plus en plus grande des bromures et par contre la diminution et même la suppression complète des iodures.

Néanmoins l'ensemble des opérations qu'il faut obligatoirement exécuter est long et délicat, aussi dès 1853, nous voyons un amateur des plus habiles M. A. Gaudin chercher à obtenir de toutes pièces le bromure d'argent dans le collodion qu'il eût suffi de verser sur la plaque pour avoir immédiatement la couche sensible. Gaudin reconnut d'ailleurs, ce que les travaux postérieurs ont pleinement confirmé, que les bromures devaient être employés au lieu et place des iodures.

En 1864, MM. Sayce et Bolton publièrent de nouvelles recherches dans cet ordre d'idées et indiquèrent un procédé qui ne nécessitait plus le passage au bain d'argent, c'est le *collodio-bromure* ou *collodion avec émulsion de bromure d'argent*. Il ne constituait en quelque sorte qu'un procédé transitoire entre les anciens procédés et ceux dont nous parlerons dans un instant.

En effet si les auteurs obtenaient de toutes pièces le sel d'argent sensible dans le collodion, ils n'éliminaient pas les azotates solubles produits de la double décomposition. Ceux-ci ayant une action nuisible qui se traduisait sur la couche par des cristallisations et des taches, il était nécessaire, une fois l'émulsion étendue sur verre, de procéder à un lavage soigné pour les éliminer. De plus l'emploi du préservateur paraissait encore indispensable et telle ou telle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

substance était indiquée pour assurer la conservation de la couche.

Seul le passage au bain d'argent était supprimé, mais les autres opérations restaient identiques.

Ce n'est qu'en 1875, qu'à peu près à la même époque, Mawdsley en Angleterre et Chardon en France obtinrent un produit qu'il suffisait de dissoudre dans l'éther et l'alcool pour obtenir une émulsion prête à recouvrir les plaques.

Il est juste de rappeler que notre excellent collègue M. Chardon, qui a bien voulu divulguer ses formules, a reçu en novembre 1875, le prix qui avait été offert par M. le ministre de l'instruction publique et la Société française de Photographie, juste récompense de ses savants travaux.

Nous allons donner la description de ce procédé qui est vraiment typique et dont les autres ne diffèrent que par des variantes dans les formules.

171. Procédé Chardon.

Le principe du procédé est le suivant. On forme dans le collodion le bromure d'argent, puis on élimine par des lavages les azotates solubles. On recueille les pellicules de collodion renfermant le bromure d'argent, et au moment de l'usage, il suffit de les dissoudre dans l'éther et l'alcool et de recouvrir les plaques comme s'il s'agissait de les collodionner.

Le choix du pyroxyle est très important dans ce procédé. Il doit être très poreux, par conséquent il faut prendre des cotons à haute température : d'autre part il doit être assez résistant pour adhérer convenablement sur le support. Ces qualités étant inconciliables entre elles, M. Chardon fait un mélange de coton pulvérulent et de coton résistant. Les bromures employés sont le bromure de zinc et le bromure double de cadmium et d'ammonium dont on prend parties égales. Pour préparer ce bromure double de cadmium et d'ammonium, on prend :

13.50 parties de bromure de cadmium desséché.
9.70 — — d'ammonium —

Ces deux produits sont mis à dissoudre dans l'eau distillée, mélangés, filtrés, puis on évapore à sec.

On prépare alors les deux collodions suivants :

I. Alcool à 90°.....	200 cc.	II. Alcool à 90°.....	200 cc.
Bromure double de cadmium et d'ammoniam...	6 gr.	Bromure double de cadmium et d'ammonium...	6 gr.
Bromure de zinc.....	6 gr.	Bromure de zinc.....	6 gr.
Coton-poudre résistant....	6 gr.	Coton-poudre pulvérulent.	24 gr.
Éther sulfurique à 62°.....	400 cc.	Éther sulfurique à 62°....	400 cc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ces collodions se gardent bien, ils s'améliorent même en vieillissant.

On prend pour l'usage 50 cc. de chaque collodion, puis 3gr,15 d'azotate d'argent que l'on fait dissoudre à chaud dans quelques gouttes d'eau distillée ; après dissolution on ajoute 25 cc. d'alcool à 90°, le nitrate d'argent se précipite immédiatement, mais se redissout sous l'action de la chaleur.

Pour obtenir l'émulsion, on doit opérer à la lumière rouge foncée et faire le mélange du collodion et de la solution d'azotate d'argent goutte à goutte en agitant vigoureusement pour obtenir une émulsion très divisée. On verse quelques gouttes de ce produit sur une glace et on l'examine à la lumière blanche. La coloration doit être légèrement bleutée par réflexion, orangée par transparence.

La formation du bromure d'argent se faisant moins bien dans le collodion que dans l'eau on laisse l'émulsion mûrir pendant trente-six heures au moins. On essaiera alors l'émulsion pour voir s'il y a un excès de nitrate d'argent, ce qui doit être d'après la formule indiquée. Mais si cet excès est indispensable pendant la formation du bromure, il doit être rigoureusement éliminé pour assurer la conservation de la préparation. On ajoute alors de 3 à 5 cc. d'un collodion normal à 1 p. 100 contenant 5 gr. de chlorure de cobalt par 100 cc. Au bout de quelques heures le nitrate d'argent en excès est transformé en chlorure d'argent et n'a plus d'action nuisible.

Pour éliminer les sels solubles, on précipite l'émulsion par l'eau en la faisant tomber goutte à goutte dans un récipient contenant de l'eau que l'on agite constamment. Le précipité obtenu a l'aspect d'une masse spongieuse et légère que l'on lave avec soin à plusieurs reprises avec de l'eau distillée, puis on met sécher dans du buvard, on conserve ensuite dans des flacons noirs.

On peut encore verser l'émulsion dans une cuvette et dès qu'elle a fait prise la laver abondamment à l'eau chaude, mais le premier procédé nous paraît préférable. Le précipité obtenu qu'on appelle *émulsion sèche* se conserve assez bien, cependant divers opérateurs ont signalé des altérations spontanées de ce produit. Pour préparer l'émulsion définitive au moment d'opérer, on la dissout dans le mélange suivant :

Alcool absolu	250 cc.
Éther sulfurique	250 cc.
Quinine précipitée	1 gr.

Cette formule est celle donnée par M. Chardon, depuis on a reconnu que la présence de la quinine n'était pas nécessaire.

A 100 cc. de ce mélange, on ajoute 3gr,50 à 4 grammes d'émul-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sion sèche, on secoue vigoureusement de temps en temps. On filtre sur un tampon de coton et on étend sur plaques : celles-ci doivent être au préalable talquées avec soin. La sensibilité est deux à trois fois plus faible que celle des plaques préparées au collodion humide.

Dans toutes les opérations précédentes, il faut éviter d'opérer près d'une flamme quelconque, les vapeurs d'éther qui se répandent dans l'atmosphère formant avec l'air un mélange éminemment détonnant.

Pour le développement on prépare les solutions suivantes :

I.	Eau	1000 cc.
	Sesquicarbonate d'ammoniaque	20 gr.
	Bromure de potassium	0,gr. 50
II.	Alcool absolu	100 cc.
	Acide pyrogallique	10 gr.

On passe la plaque dans l'alcool, puis on la lave à l'eau distillée jusqu'à disparition de toute trace huileuse. On met la quantité suffisante de I dans une cuvette, puis après imbibition on ajoute de 3 à 6 cc. de II. Si l'image tarde à venir on accélère par l'addition de sucrate de chaux.

Pour préparer le sucrate de chaux on prend :

Eau	100 cc.
Sucre	10 gr.
Chaux éteinte	q.s. pour avoir excès.

Au moment de l'usage on ajoute :

Bromure de potassium	1 gr. (Davanne).

Après développement on lave comme d'habitude et on fixe à l'hyposulfite à 20 p. 100. Dans ce procédé comme dans bien d'autres, la couche a quelquefois tendance à quitter le support, c'est ce qu'on appelle le décollement. Aussi ne doit-on jamais oublier l'opération du talcage ; on peut aussi, pour éviter tout accident, recouvrir les bords de l'image d'un vernis ou d'un corps gras. On a indiqué à cet effet le vernis au pinceau, une solution faible de caoutchouc dans la benzine, le vernis à la gomme laque ou encore le suif, le saindoux, la pommade, la vaseline.

172. Variantes.

Au lieu de collodion employé comme milieu pour obtenir le bromure d'argent, on peut se servir d'autres dissolvants du coton-poudre tels que l'acétone, l'acide acétique cristallisable et l'alcool, l'acétate d'amyle. Ces divers produits ont été particulièrement étudiés par M. Bardy.

Le choix des bromures n'est pas indifférent et l'on constate que,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

suivant le résultat cherché, il faut employer les différents bromures dans l'ordre de la classification suivante où ils sont indiqués par ordre de décroissance.

Sensibilité. — Bromure de zinc, de cadmium, de sodium, de fer, d'ammonium, de potassium, brome libre, d'uranium.

Tendance au voile. — Bromure de cadmium, de fer, de sodium d'ammonium.

Intensité. — Brome libre, bromure de zinc, d'uranium, d'ammonium, de cadmium, de potassium, de fer.

Sensibilité aux rayons jaunes. — Bromure de zinc, de potassium, d'ammonium, brome libre.

Une opération également très importante est celle de la maturation qui consiste à laisser le bromure d'argent en suspension pendant un temps plus ou moins long. Suivant les bases en présence, le temps d'action nécessaire pour obtenir le maximum de sensibilité, est le suivant. Si l'on a employé

Le bromure	de cadmium	il faut	9 heures.	
—	de zinc	—	10 —	
—	de strontium	—	10 —	30 minutes.
—	de potassium	—	14 —	
—	de sodium	—	15 —	
—	de calcium	—	17 —	
—	d'ammonium	—	17 —	30 minutes.
—	de baryum	—	19 —	

Enfin le sel d'argent que l'on peut obtenir sous trois états, floconneux, en cristaux ou granulaire, doit affecter cette troisième forme dans laquelle les molécules sont d'une finesse extrême et la sensibilité très considérable, surtout quand il s'agit du bromure.

Bien que, dans certaines formules, l'action des préservateurs ne soit pas nécessaire, beaucoup d'auteurs les recommandent; on a indiqué en particulier le tanin, la morphine, la quinine, la cinchonine, la salicine, l'urée, la gomme arabique, le thé, le café, etc.

On fait également des émulsions contenant de l'iodure, du chlorure. Les émulsions à l'iodure d'argent sont peu sensibles, car nous n'avons pas oublié que ce sel n'est sensible qu'en présence d'un excès de nitrate d'argent. Les émulsions au chlorure sont moins sensibles. Par contre on s'est trouvé bien de l'addition de chlorure ou d'iodure à l'émulsion bromurée. On obtient plus de vigueur et la sensibilité pour certaines couleurs est augmentée.

Ce procédé donne d'excellents résultats et il peut être employé dans l'industrie pour obtenir des impressions par contact, ce qui n'est pas possible avec le collodion humide. Il a de plus constitué

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

une méthode opératoire qui a été calquée presque complètement dans le procédé des émulsions à la gélatine dont nous allons parler dans un instant.

173. Collodio-bromure rapide.

Étant donnée la supériorité, au point de vue de la finesse et de l'absence du grain, des couches sensibles obtenues dans le collodion comme véhicule, il serait intéressant de chercher à donner à ce procédé la rapidité qui lui fait défaut.

M. le Dr Hill Norris a fait des essais dans ce sens ; M. Ph. David s'est également occupé de cette question et a donné un mode opératoire qu'il est intéressant de signaler.

M. David prépare un collodion contenant 7 à 8 gr. de pyroxyle par litre et 18 grammes de nitrate d'argent. Ce collodion est étendu sur plaque à raison de 25 cc. pour le format 18×24. Une fois que la couche a fait prise elle est plongée dans le bain suivant :

Bromure de potassium	80 à 120 gr.
Iodure de potassium	0 gr. 01
Gélatine	2 gr.
Eau distillée	1000 cc.

On obtient ainsi du bromure d'argent qui forme une couche absolument opaque. Pour donner la sensibilité on laisse séjourner plus ou moins longtemps dans le bain ci-après :

Bromure de potassium	15 à 25 gr.
Gélatine	1 gr.
Eau distillée	1000 cc.

La sensibilité augmente avec la durée de séjour et la température de ce bain : à 70° environ il faut environ deux heures, à 90° une heure seulement. On obtient ainsi des plaques, marquant 22 à 23° au sensitomètre Warnercke, qui ont la rapidité moyenne des plaques au gélatino-bromure. La plaque est lavée et séchée. Les autres opérations ne présentent aucun changement.

Il est à remarquer que dans ce procédé le grain de la couche augmente avec la sensibilité, exactement comme dans le gélatino-bromure, de telle façon que l'on peut se demander si même, avec d'autres véhicules que la gélatine, on parviendra jamais à avoir des plaques extra-rapides ne possédant pas de grain appréciable.

ÉMULSIONS AU GÉLATINO-BROMURE D'ARGENT.

174. Dans ce procédé, ainsi que son nom l'indique du reste, nous voyons employer un nouveau véhicule, c'est la gélatine. Ce corps

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avait cependant été proposé dés 1850 par Poitevin, mais il n'avait pas été adopté par l'usage jusqu'en 1871 où il commença à être étudié d'une façon toute spéciale. En 1878 seulement, à la suite des travaux de Maddox qui reconnaît l'extrême sensibilité donnée par la maturation, le procédé au gélatino-bromure d'argent se généralise.

En voici le principe. On forme dans une solution de gélatine du bromure d'argent par double décomposition ; on élimine ensuite les azotates alcalins : on donne la sensibilité par la maturation et enfin on coule sur plaques. Le mode opératoire, comme on le voit, est très simple, néanmoins dans la pratique on obtient des plaques de qualité et surtout de sensibilité fort différentes. Nous allons étudier les causes qui peuvent expliquer ces variations et permettront d'opérer méthodiquement en vue d'avoir tel ou tel résultat.

175. Le bromure d'argent qui est le produit sensible que nous allons utiliser peut, sans varier de composition, présenter des états physiques différents et ceci d'après le mode de préparation : c'est ainsi que d'après les remarquables travaux de M. Stass, un éminent chimiste belge, le bromure d'argent peut être obtenu à l'état floconneux blanc ou jaune, à l'état pulvérulent jaune intense ou blanc pâle, à l'état grenu blanc jaunâtre et enfin à l'état cristallisé ou fondu jaune intense. On parle souvent de bromure vert qui a été signalé par Van Monckhoven : ce bromure n'est probablement qu'une variété du bromure granulaire indiqué par Stass.

Lorsque l'on obtient le bromure d'argent par double décomposition il est d'abord à l'état floconneux et peu sensible à la lumière ; par l'agitation dans l'eau il passe à l'état pulvérulent, et enfin par l'ébullition il arrive à l'état grenu, mat ou brillant ou blanc perlé. C'est dans cet état que le bromure d'argent possède le maximum de sensibilité.

Pour apprécier les changements d'états du bromure d'argent on l'étend en couche mince sur une plaque de verre et on l'examine par transparence. Récemment préparé, il est légèrement jaunâtre par réflexion et orangé par transparence, les molécules sont dans un état extrême de division. Par la maturation la coloration devient verdâtre par réflexion et blanche par transparence.

176. En même temps les molécules de bromure augmentent de grosseur et la couche qui était d'une finesse extrême prend un grain d'autant plus prononcé que la sensibilité est plus grande. Eder à constaté que le grain qui n'a au début que $\frac{8}{1\,000}$ de millimètre peut atteindre jusqu'à 2 à 4 centièmes de millimètre. Dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cet état même la sensibilité est telle que le bromure d'argent noircit sous l'influence des révélateurs sans qu'il y ait eu action de la lumière. De ces faits nous retiendrons que le bromure d'argent doit être employé dans un état particulier qui correspond à la forme grenue, que jusqu'à présent la grosseur du grain et la sensibilité suivent une marche parallèle et qu'enfin l'excès de la sensibilité produit des couches de plus en plus grossières et voilant spontanément.

177. En dehors de l'action de la chaleur on a reconnu que l'on pouvait employer d'autres procédés pour obtenir la transformation du bromure d'argent, c'est ainsi que l'action seule du temps ou la présence d'alcalis donnent le résultat cherché.

On peut donc diviser les procédés de maturation en trois groupes suivant le mode opératoire employé :

1° **Action de la chaleur**. — La modification est d'autant plus rapide que la température est plus élevée : à 30° ou 40° il faut cinq à six jours pour l'obtenir, à 60° quelques heures et à l'ébullition 30 minutes seulement.

2° **Action d'un alcali**. — On ajoute à l'émulsion soit de l'ammoniaque liquide, soit une solution de carbonate de soude ou d'ammoniaque. La transformation est faite en douze ou vingt-quatre heures.

3° **Action du temps**. — Ce procédé, beaucoup plus long, consiste à mettre l'émulsion dans un endroit frais jusqu'à ce que la réaction soit obtenue. Dans ce cas, pour éviter son altération, on recommande de la recouvrir d'une couche d'alcool.

En pratique on associe souvent ces procédés ; c'est ainsi que certains opérateurs chauffent après addition de l'alcali et que d'autres font mûrir par l'alcali puis par la chaleur dans une deuxième opération. Quelle que soit la méthode employée il faut surveiller l'opération par le procédé que nous avons indiqué précédemment, afin de ne pas atteindre la période dans laquelle le voile se produit infailliblement.

178. On emploie indifféremment les bromures de potassium ou d'ammonium sans qu'il ait été indiqué de supériorité manifeste de l'un ou l'autre de ces produits, on se sert aussi avec succès des bromures de zinc et de cadmium.

179. On choisit le nitrate d'argent cristallisé que l'on trouve préparé dans l'industrie dans d'excellentes conditions.

180. Nous arrivons maintenant au choix de la gélatine qui a une importance très grande pour la réussite du procédé. La géla-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tine est extraite dans l'industrie, des tendons d'animaux, des raclures de peaux, etc. On en obtient diverses sortes qui diffèrent considérablement par leurs propriétés, depuis les gélatines épaisses et fortement colorées qui servent pour la fabrication des colles fortes jusqu'aux produits plus purs qui sont employés pour les gélatinages et aux qualités les plus fines qui servent pour les gelées alimentaires.

Depuis le développement du procédé au gélatino-bromure une fabrication spéciale a été créée pour livrer les quantités considérables de gélatine qui sont utilisées aujourd'hui. Nous citerons les marques bien connues Cogniet, Heinrichs, Nelson, Dreschser. On classe ces gélatines en trois groupes :

1° Gélatines dures ; 2° gélatines semi-dures ; 3° gélatines tendres. Cette classification est basée d'après leur pouvoir d'absorption pour l'eau et leur dissolution plus ou moins rapide dans ce liquide. Une bonne gélatine photographique ne doit être que très légèrement colorée. Elle doit, à la température de 15°, absorber au moins six fois son volume d'eau. Enfin, même en solution à 1 p. 100 elle doit pouvoir faire prise et se garder pendant vingt-quatre heures sans altération. Le choix de la gélatine n'est pas indifférent : si elle est trop dure la couche est difficilement perméable par le révélateur, si elle est trop tendre elle adhérera difficilement au support et par suite de son extension elle aura tendance à donner des décollements. En pratique, on fait un mélange de diverses gélatines de façon à contrebalancer leurs qualités et leurs défauts en vue du résultat cherché. On fait aussi varier le rapport des gélatines suivant la saison. Ainsi en été on prend 1 partie de gélatine tendre pour 3 ou 4 de dure ; en hiver, 2 de tendre pour 1 de dure.

La gélatine doit être débarrassée de toutes matières grasses qui produiraient sur la couche des petites taches rondes dites taches de graisse. Actuellement les gélatines faites spécialement pour les usages photographiques sont presque toujours exemptes de ce défaut. D'autres accidents peuvent provenir de colonies de microbes qui se développent sur la couche éminemment favorable, comme on le sait, à leur éclosion, puisque c'est dans ce milieu que se font principalement les cultures de microbes. Dans ce cas l'emploi de certains antiseptiques peut être avantageux.

Pour dissoudre la gélatine on la laisse se gonfler dans la quantité d'eau froide indiquée, puis on la met au bain-marie, la dissolution s'effectuant ainsi beaucoup plus vite. L'usage de cet

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

appareil est indispensable car il ne faut pas chauffer à même les solutions de gélatine qui adhéreraient au récipient. On recommande de se servir de récipients minces en verre de Bohême qui peuvent supporter facilement de brusques changements de température.

Il est nécessaire de filtrer les solutions de gélatine qui contiennent fréquemment des impuretés insolubles. Cette opération se fait sur du papier filtre placé sur un entonnoir à filtration chaude (Voir fig. 223).

La gélatine doit être neutre et suivant qu'elle est acide ou alcaline, on la met au point voulu avec addition d'ammoniaque ou d'acide nitrique étendu. Le contrôle se fait au moyen du papier de tournesol.

181. Préparation de l'émulsion.

Le nombre des formules de préparation du gélatino-bromure étant fort considérable, nous allons avec M. Davanne décrire un procédé type qui représente la moyenne de ceux qui ont été indiqués. Suivant les cas particuliers on pourra introduire certaines variantes en vue du but cherché. Voici cette formule moyenne :

Eau	100 cc.
Bromure d'ammonium	3 à 4 gr.
(ou Bromure de potassium 4 gr. 50).	
Azotate d'argent proportionné à la quantité de bromure d'ammonium.	4 gr. 50 à 6 gr.
Gélatine	7 à 8 gr.

A. On prend 50 gr. de belle gélatine que l'on fait gonfler dans 350 cc. d'eau distillée. On fait ensuite dissoudre au bain-marie, puis on filtre sur l'entonnoir à filtration chaude.

B. On fait dissoudre 18 gr. de bromure d'ammonium dans 150 cc. d'eau distillée puis on ajoute :

Solution A	100 gr.

On maintient à la température de 30 à 40°.

C. On fait dissoudre à chaud dans un petit ballon de verre :

Azotate d'argent	27 gr.
Eau distillée	150 cc.

On passe alors à la lumière rouge et l'on effectue le mélange des deux solutions B et C encore chaudes et en agitant vivement de façon à obtenir le bromure d'argent très divisé.

L'émulsion obtenue a un aspect crémeux. On l'étend en couche mince sur une glace et on l'examine par transparence à la lumière d'une bougie, elle a alors une coloration franchement orangée et est d'un grain très fin.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

182. Maturation.

On emploie l'un des procédés que nous avons indiqués (177). Si l'on opère par l'ébullition, l'émulsion est mise dans un flacon muni d'un thermomètre et placée au bain-marie. Lorsque la température de l'émulsion atteint 100° on maintient la chaleur pendant vingt minutes. On examine de temps en temps et comme nous venons de le dire; l'opération est terminée lorsque la couleur par transparence est passée du jaune orangé au gris bleuté nettement accusé. A ce moment on ajoute 100 cc. de la gélatine filtrée (solution A) afin que, par refroidissement, l'émulsion puisse se prendre en masse suffisamment consistante. En effet, on n'ignore pas que la gélatine est décomposée par la chaleur et qu'elle ne fait plus prise qu'imparfaitement. Aussi l'addition de cette nouvelle quantité de gélatine non décomposée est-elle faite après la maturation et non auparavant. On coule alors l'émulsion dans une cuvette plate en porcelaine et on lui laisse faire prise : en été on met la cuvette dans un récipient rempli de glace. Une fois la prise obtenue, il s'agit de diviser la masse en petits fragments pour éliminer les azotates alcalins, l'excès de bromure de potassium non combiné et le nitrate d'ammoniaque qui s'est formé si l'on a fait la maturation par l'ammoniaque. On exprime l'émulsion dans un nouet fait en tricot à canevas qui la divise en petits fragments; cette opération se fait sous l'eau, on change celle-ci à plusieurs reprises pour éliminer tous les sels solubles.

L'émulsion est égouttée et pressée légèrement à la main dans quelques doubles de papier buvard pour absorber l'excès d'eau. On verse le tout dans un récipient, on ajoute 100 à 150 cc. de gélatine filtrée (Solution A), on fond au bain-marie et l'on étend sur les plaques.

Toutes ces opérations, à partir du mélange de la solution gélatineuse bromurée et de la solution de nitrate d'argent, doivent être faites avec les plus grandes précautions et l'on s'éclaire seulement avec la lumière rouge.

A cause de la grande sensibilité du procédé, les voiles sont difficiles à éviter dans ces diverses opérations, aussi a-t-on conseillé d'incorporer à l'émulsion, après l'opération de la maturation, 10 à 15 cc. d'une solution de bichromate de potasse à 2 p. 100. Ce produit enlève toute action antérieure de la lumière et il sert de plus à constater si le lavage de l'émulsion bien divisée est complet. Il suffira à cet effet de recueillir les dernières eaux de lavage et d'y verser en pleine lumière quelques gouttes d'une solution de nitrate d'argent à 3 ou 4 p. 100. Il ne doit pas se produire de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

coloration si le bichromate a été rigoureusement éliminé : ce procédé sert également pour reconnaître si les autres sels sont également éliminés. Cette addition n'est pas indispensable si l'on se sert de produits purs et d'un éclairage inactinique.

Bien que l'on emploie le plus généralement le bromure d'argent seul, on a quelquefois recommandé d'ajouter une petite quantité d'iodure. Les opérateurs ne sont pas d'accord sur la valeur de cette addition, sauf en ce qui concerne la pureté qui est beaucoup plus grande ; la sensibilité paraît d'autre part être diminuée dans une certaine mesure. La quantité d'iodure à ajouter sera toujours très faible ; elle variera entre $\frac{1}{25}$ ou $\frac{1}{30}$ de celle de bromure.

L'addition de chlorure à l'émulsion est faite rarement car elle donne tendance au voile.

183. Coulage.

On doit légèrement chauffer les plaques afin que l'émulsion puisse s'étendre librement et ne fasse pas prise d'une façon irrégulière ce qui arriverait infailliblement si l'on ne prenait pas cette précaution. Elles doivent être bien nettoyées ; pour faciliter l'étendage, on a recommandé l'emploi d'une solution de silicate de potasse à 2 p. 100 ou de sucre à la dose de 2 à 8 p. 100 (Audra). Dans ces conditions, l'émulsion s'étend aussi bien que le collodion. Elle est contenue dans un vase en porcelaine à large bec que l'on maintient dans un bain-marie à la température voulue. Un dispositif très pratique a été indiqué par M. Audra. Il consiste à se servir d'un vase à tubulure inférieure de façon à toujours prendre le liquide par le bas. Ce vase est surmonté d'un entonnoir en verre garni de coton et fixé solidement. On peut donc recueillir l'excès de l'émulsion qui se filtre immédiatement et reste à une température convenable, tout l'ensemble se trouvant chauffé lors du séjour au bain-marie. Avec ce dispositif les bulles d'air qui, après le filtrage, peuvent se former à la surface du liquide ne sauraient être entraînées sur la plaque.

On arrive vite, par l'habitude, à savoir la quantité nécessaire pour recouvrir convenablement la plaque. Voici en moyenne les quantités reconnues nécessaires :

Format de la plaque.	Quantité d'émulsion.
13 × 18	12 cc.
18 × 24	22 cc.
21 × 27	28 cc.

Il n'y a pas d'avantage, en pratique, à faire des couches plus

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

épaisses que celles obtenues avec ces quantités d'émulsion. Par contre, une quantité inférieure donnerait des couches trop minces, dont le défaut en pratique est de produire des images heurtées manquant de modelé et d'une intensité insuffisante.

Une fois l'émulsion versée sur la plaque, il faut lui laisser faire prise sur une surface bien de niveau, afin que la couche ait une épaisseur égale. — On se sert à cet effet d'une grande plaque de marbre ou d'une glace mise d'aplomb au moyen de pieds à vis calantes (fig. 128). La prise de l'émulsion se fait en quelques minutes. La plaque est alors portée au séchoir où elle reste jusqu'à dessiccation complète.

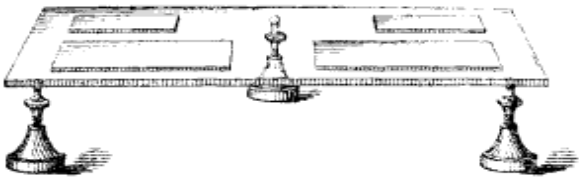


Fig. 128. — Glace placée de niveau sur pieds à vis calantes et destinée à recevoir les plaques recouvertes d'émulsion.

184. Séchage.

Le séchage peut s'effectuer, à l'air libre, dans une pièce quelconque hermétiquement close à la lumière mais il sera difficile d'éviter les poussières qui s'attacheront sur les plaques, aussi préfère-t-on se servir de dispositifs spéciaux qui constituent le séchoir. Celui-ci est constitué par une boite de dimensions variables suivant le nombre de plaques à renfermer et dans laquelle celles-ci sont placées sur des tablettes ou des supports verticaux. Des ouvertures convenablement ménagées permettent d'établir une circulation d'air destinée à activer l'opération. Les orifices d'entrée et de sortie de l'air sont coudés de façon à ne pas permettre l'introduction de la lumière. Les tablettes devront être alternées de manière à obliger le courant d'air à passer régulièrement sur toutes les plaques. — Si l'on se sert de supports verticaux, ceux-ci ne devront pas être trop rapprochés.

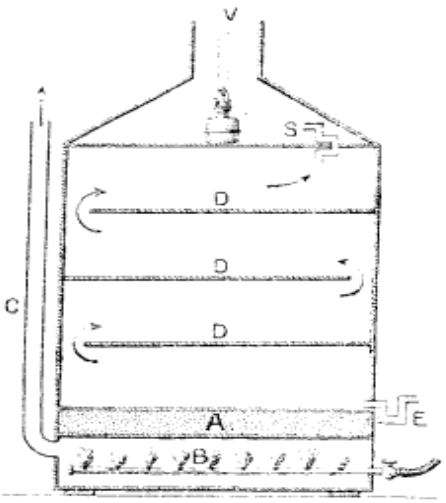


Fig. 129. — Schéma d'un séchoir à circulation d'air froid ou chaud à volonté. — A. Bain de sable. — B. Rampe à gaz. — C. Sortie des produits de combustion. — D.D.D. Tablettes. — E. Entrée de l'air. — S. Sortie de l'air. — V. Tuyau d'appel.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On peut employer l'air chaud, à condition de ne pas laisser pénétrer les produits de la combustion dans le séchoir mais la question de réglage de la température sera toujours délicate. On opérera donc généralement avec de l'air froid ; le seul point important sera d'établir un tirage énergique. A cet effet, on pourra faire aboutir le tuyau de sortie du séchoir dans une cheminée ou établir un appel convenable au moyen d'une flamme quelconque brûlant dans ce tuyau de sortie. Pour éviter l'introduction des poussières dans le séchoir, les orifices d'arrivée de l'air seront garnis d'une ou deux épaisseurs de mousseline. Le séchoir doit fermer d'une façon hermétique de façon à ce que la lumière ne puisse pénétrer. La durée de séchage ne doit pas excéder douze heures en moyenne, la trop grande rapidité ou la trop grande durée pouvant produire des inégalités dans la couche.

FABRICATION INDUSTRIELLE DES PLAQUES AU GÉLATINO-BROMURE D'ARGENT.

185. Nous n'insisterons pas davantage sur la préparation des plaques au gélatino-bromure par l'opérateur car on les fabrique actuellement dans l'industrie d'une façon remarquable. A moins d'études spéciales il n'aura donc jamais à effectuer cette préparation maintenant, tandis que pour employer les procédés précédemment décrits, il sera absolument nécessaire qu'il exécute lui-même toutes les manipulations.

Un grand nombre de maisons en France et à l'étranger fabriquent des plaques au gélatino-bromure d'argent. Les détails opératoires sont à peu près les mêmes : néanmoins, par suite de formules différentes, de variantes dans le choix de la gélatine, dans le mode de maturation de l'émulsion, on obtient des plaques qui n'ont pas toutes ni les mêmes qualités ni la même sensibilité.

Ce qui intéressera le lecteur bien plus que la fabrication en elle-même, ce sera l'appréciation de la valeur de ces différentes plaques en vue de telle ou telle application. C'est là une question que nous aurons à étudier tout particulièrement.

Mais ce que nous devons signaler dans la fabrication industrielle, c'est le coulage des plaques qui se fait à la machine et assure ainsi une régularité que l'on atteindrait difficilement dans la préparation à la main. Les plaques, au préalable parfaitement nettoyées, sont placées sur des courroies sans fin montées sur des rouleaux qui les font passer sous un déversoir en argent placé au-dessous d'un récipient contenant l'émulsion terminée maintenue liquide au moyen d'un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dispositif de chauffage. Celle-ci coule en nappe sur les plaques et les recouvre d'une façon uniforme. L'épaisseur de la couche est déterminée par le réglage convenable de l'écoulement de l'émulsion.

Les plaques couvertes d'émulsion sont entraînées jusqu'à l'extrémité de la machine ; à ce moment elles ont fait prise et l'on peut les enlever pour les porter au séchoir. — La machine à couler est installée dans un endroit frais et pendant les chaleurs, on assure la prise de l'émulsion en recouvrant la partie, qui s'étend du déversoir à la fin du chemin roulant, de recouvrements en métal sur lesquels on place de la glace. Parmi les fabricants, les uns coulent de grandes feuilles de verre que l'on débite après au format voulu, c'est ainsi qu'opèrent MM. Lumière. Chez M. Guilleminot qui a également une fabrique importante, les verres sont coupés de suite à la taille voulue et au sortir du séchoir il ne reste plus qu'à procéder à l'emballage. Cette façon de procéder nous paraît plus logique parce qu'elle évite le maniement des plaques pour le découpage.

Les séchoirs industriels sont composés de vastes pièces dans lesquelles, au moyen de procédés spéciaux de ventilation et de chauffage, on arrive à un séchage absolument régulier. Les dispositions adoptées varient suivant les usines et nous n'avons pas à entrer dans leur description.

186. Les plaques une fois coupées, sont emballées pour l'expédition. En France, on les assemble par six et l'on met deux paquets dans la boîte ; à l'étranger, l'empaquetage est fait par quatre plaques. Généralement les plaques sont mises dos à dos et séparées deux par deux par des petits papiers plissés pour empêcher les couches de se toucher. Le choix de ce papier est très important, car la plupart de ceux que l'on emploie provoquent des réductions de la couche aux points de contact. Le papier qui enveloppe les plaques par demi-douzaines doit être également choisi avec soin. On constate en effet fréquemment sur certaines plaques des réductions qui affectent tout le pourtour. Nous n'oserions affirmer que le papier soit seul la cause de cet accident comme on l'a prétendu mais, que ce soit pour cette raison ou une autre, les fabricants devraient étudier cette question d'une façon très rigoureuse pour y apporter un remède radical. Les boîtes de plaques sont fermées au moyen d'une bande collée et portent généralement dans les maisons sérieuses un numéro de fabrication et le degré de sensibilité au sensitomètre Warnercke. Il serait intéressant également de voir indiquée la date de fabrication : mais jusqu'à présent il a été impossible d'obtenir ce renseignement qui aurait cependant une grande importance pour le client.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

EXAMEN DES DÉFAUTS DES PLAQUES PRÉPARÉES INDUSTRIELLEMENT.

187. Nous examinerons plus tard quelle est la durée de conservation des plaques livrées par l'industrie : ce qui nous reste à traiter maintenant c'est l'examen des défauts que l'on peut constater dans les plaques et leurs causes. L'opérateur doit pouvoir discerner si les accidents qui lui surviennent sont imputables à lui-même ou à la qualité des préparations qu'il emploie. Cette question est très délicate, car bien souvent ce sera l'opérateur qui sera fautif : mais d'autres fois il n'en sera pas ainsi et il est certain que tout contrôle immédiat manquant pour reconnaître la qualité d'une boite de plaque que l'on achète, il arrive souvent que l'on emporte chez soi, contre bonnes espèces sonnantes, des préparations plus que médiocres ou même mauvaises qui, *à priori*, ne peuvent donner que des déboires. Des travaux de grande valeur, exécutés de confiance avec ces plaques, seront perdus et, dans bien des cas, outre les dépenses faites, l'insuccès ne sera pas réparable. Sans préjuger des solutions pratiques qui pourraient intervenir pour obliger le fabricant à garantir sa marchandise et le rendraient responsable, le cas échéant, des dommages causés par l'emploi de préparations dûment reconnues défectueuses, il est nécessaire que l'on puisse déterminer la cause exacte des accidents survenus pour faire la réclamation à qui de droit.

Plaques mal coulées. — Par suite d'un mauvais réglage de la machine, les bords de la plaque ne seront pas couverts : ici pas de discussion possible. D'autre fois le chemin roulant n'étant pas bien de niveau, la couche de gélatine sera beaucoup plus épaisse d'un côté que de l'autre. Ce défaut, facilement visible, se traduira par un fixage inégal et des différences d'opacité de l'image.

Si les plaques ont été enlevées de la machine avant d'avoir bien fait prise, on constate un moutonnage de la couche.

Voiles. — Au développement, l'image apparaît grise et terne, il sera impossible de la faire monter. Ce cas est plus délicat, car le voile peut être obtenu du fait de l'opérateur par le chargement des châssis à une lumière trop vive, l'exposition à la lumière blanche, l'excès de pose et la mauvaise conduite du développement. Pour discerner si le voile provient des causes précédentes et non pas de l'émulsion elle-même ou d'accidents survenus pendant le coulage, le séchage, le coupage ou l'emballage, on prendra dans l'obscurité

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

absolue une plaque du paquet incriminé, on la placera dans une cuvette à côté d'une autre plaque que l'on sait ne pas voiler et l'on développera toujours dans l'obscurité pendant cinq minutes. — On lavera et l'on fixera sans se servir même de la lumière rouge de façon à n'introduire aucune cause possible d'action sur les plaques. Si le voile provient du fait de la fabrication, la plaque incriminée présentera un voile plus ou moins fort, tandis que la plaque témoin sera absolument claire. Si le voile provient du fait de l'opérateur les deux plaques ne présenteront pas plus de réduction l'une que l'autre.

Réductions partielles. — Ces réductions se présentent aux endroits de contact du papier plissé qui sépare les plaques, quelquefois sur tout le tour de la plaque. Elles sont très intenses et apparaissent même si la plaque est développée sans être exposée. Ce sont bien des défauts de fabrication. Il en est de même de points ronds plus ou moins étendus qui forment des taches noires, ce sont des matières étrangères incorporées dans l'émulsion.

D'autres fois on peut constater des réductions affectant l'aspect de traits rectilignes parallèles ; en général on les retrouve sur les plaques d'une même boîte et ils se suivent exactement. Ces réductions que nous avons nous-même constatées plusieurs fois sont dues probablement à des phénomènes électriques qui se produisent pendant le coulage en certains points du déversoir, c'est ce qui explique leur continuité sur les plaques voisines les unes des autres pendant cette opération.

Trous, piqûres. — Ces accidents sont fréquents et peuvent être dus à des bulles d'air qui se sont formées pendant le coulage (assez rare) ou à des poussières qui sont tombées sur les plaques avant qu'elles ne soient sèches.

Ils peuvent être causés également par les chocs répétés que les plaques subissent pendant le transport, car si l'emballage n'a pas été serré convenablement, les papiers plissés qui séparent les plaques échapperont et les couches viendront en contact: elles s'érailleront principalement dans le milieu : cet accident se produit facilement avec les plaques de grandes dimensions qui, séparées par leurs extrémités seulement, viennent néanmoins au contact par leur partie centrale. Ces défauts sont visibles au sortir de la boîte, et il ne faut pas les confondre avec les taches transparentes que l'on obtiendra, par exemple, en laissant séjourner sur la plaque des poussières qui, au développement, empêcheront le réducteur d'agir aux points correspondants de la couche.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Défauts du verre. — Par définition, le verre qui sert de support à la couche photographique doit être plan et ne pas présenter de défauts tels que rayures ou bulles. Or, dans la pratique, c'est le contraire qui arrive généralement. Les plaques sont rarement planes et souvent elles sont remplies de défauts tels qu'elles peuvent entraîner la non utilisation d'un excellent cliché. Ceux qui doivent se servir de leurs négatifs pour obtenir des diapositives par contact ou des planches pour les procédés industriels, savent que le défaut de planité est tel que la plupart du temps on ne peut obtenir le contact absolu sous peine de briser le négatif. Les plaques sont vendues à un prix suffisamment élevé pour que l'on puisse demander raisonnablement aux fabricants de faire un choix convenable de leurs verres avant de les émulsionner.

ÉMULSIONS AU GÉLATINO-CHLORURE D'ARGENT.

188. L'industrie prépare également deux sortes d'émulsions au gélatino-chlorure d'argent qui sont totalement différentes. Ce sont :

1° Les émulsions à image visible.

2° Les émulsions à image latente.

Les premières sont formées par du chlorure d'argent et contiennent un excès d'argent libre. Elles se comportent absolument comme le papier sensible au chlorure d'argent employé en photographie, c'est-à-dire qu'après exposition au jour et venue de l'image à point voulu, il n'y aura qu'à effectuer les opérations habituelles nécessitées avec le papier, virage à l'or, fixage, lavage et séchage. Par contre ces plaques, comme le papier du reste, seront d'une conservation peu assurée.

Les secondes, au contraire, ne demandent qu'une exposition plus courte et ne donnent qu'une image latente susceptible d'être révélée par les divers réducteurs. Ces plaques en effet ne contiennent que du chlorure d'argent, l'argent ayant été précipité d'une manière sûre par un excès de chlorure alcalin. Leur durée de conservation est aussi assurée que celle des plaques au gélatino-bromure.

189. 1° **Émulsions au gélatino-chlorure à image visible.**

Les plaques au gélatino-chlorure pour impression directe ne sont guère utilisées que pour obtenir des épreuves transparentes sur verre ou des projections et on ne les emploie que rarement pour l'obtention des négatifs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Voici une bonne formule donnée par M. H. Fourtier :

A.	Gélatine	6 gr.
	Chlorure d'ammonium	1 gr.
	Citrate de potasse	2 gr.
	Eau distillée	125 cc.
B.	Azotate d'argent	6 gr.
	Eau distillée	25 cc.

Cette formule contient un excès d'argent, car pour précipiter les 6 gr. d'azotate d'argent il faudrait 1.89 de chlorure.

On opère comme d'habitude, on précipite seulement l'émulsion par l'alcool au lieu de la laver à l'eau afin de ne pas éliminer les citrates de potasse et d'argent en même temps que l'azotate d'ammoniaque.

L'exposition doit être poussée jusqu'à la teinte rouge carmin.

190. 2° **Émulsions au gélatino-chlorure d'argent à image latente.**

On trouve actuellement dans le commerce de nombreuses plaques de ce genre, elles sont remarquables par la finesse de la couche et la faible épaisseur de celle-ci : la couleur de l'émulsion est orangée par transparence.

Voici une bonne formule due à Fourtier.

A.	Gélatine semi-dure	10 gr.
	Chlorure d'ammonium	3 gr.
	Eau distillée	100 cc.
B.	Nitrate d'argent	7 gr.
	Ammoniaque	20 gouttes.
	Eau	50 cc.

L'émulsion, qui ne renfermera pas de traces d'argent libre, est préparée par les méthodes connues et additionnée de 150 gr. d'eau distillée puis coulée sur les plaques.

Ces plaques demandent pour les impressions par contact une pose de 20 à 30 secondes à la lumière du jour et de 1 à 5 minutes à la lumière d'un bec de gaz.

Suivant la durée d'exposition, la composition du développement, sa durée, la nature du négatif, on obtient des impressions dont la teinte peut varier du noir franc jusqu'au bistre et au sépia.

Ces plaques sont, à l'heure actuelle, beaucoup employées pour l'exécution des diapositives pour projection.

Néanmoins si ces différentes colorations sont un avantage pour celui qui désire rehausser l'effet d'une vue, il est incontestable qu'il est assez difficile d'obtenir à coup sûr un ton déterminé, puisque ce ton dépend de l'intensité du négatif, de la durée de l'exposi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tion et de celle du développement, sans parler de l'action du développement dont on est plus maître il est vrai. Pour celui qui cherche avant tout le document il sera préférable d'obtenir toujours les mêmes tonalités.

C'est dans cet ordre d'idées que l'on voit depuis quelque temps des plaques dites à *ton noir*, avec lesquelles la gamme des teintes est loin d'être aussi étendue que dans les procédés précédents. Bien que les formules employées par les fabricants n'aient pas été publiées, il paraîtrait que les nouvelles qualités de ces plaques sont dues à la présence d'une certaine quantité de bromure dans l'émulsion. Leur sensibilité est d'ailleurs beaucoup plus grande que celles des plaques au chlorure. L'impression ne peut plus se faire à la lumière diffuse : une pose de 5 à 20 secondes à la lumière d'un bec de gaz à 1 mètre de distance étant suffisante la plupart du temps.

Ces plaques sont particulièrement convenables pour obtenir à la chambre noire par réduction des diapositives destinées à la projection. La durée de pose varie suivant les négatifs de une à plusieurs minutes. Ce résultat ne pourrait être atteint pratiquement avec les procédés de l'albumine, du collodion sec et du gélatino-chlorure par impression directe qui sont d'une sensibilité beaucoup plus faible et nécessiteraient par suite des expositions démesurées.

Ces divers procédés pourront être également utilisés pour obtenir des positifs par contact destinés aux procédés industriels qui nécessitent l'emploi d'un positif au lieu d'un négatif ainsi que nous le verrons par la suite.

Rien ne dit même qu'ils ne pourraient être employés avec grand avantage pour obtenir les négatifs si purs et si éclatants qui semblaient être jusqu'à présent le monopole du collodion humide. Des essais que nous avons faits il ressort qu'avec certaines plaques et principalement celles dites au lactate d'argent de M. Guilleminot, on obtient des négatifs se rapprochant beaucoup, au point de vue de la transparence, des négatifs au collodion humide.

Dans le procédé au gélatino-bromure on ne s'est occupé jusqu'à présent que d'augmenter la sensibilité, résultat qui a été toujours accompagné d'un grossissement du grain gênant dans la plupart des applications industrielles. Ce procédé cependant nous paraît susceptible d'aborder les problèmes qui intéressent plus spécialement l'industrie.

On sait les difficultés que le gélatino-bromure, malgré ses qualités indéniables, a rencontrées pour détrôner le collodion humide dans l'atelier du photographe portraitiste, la lutte ne sera pas moins

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vive pour arriver aux mêmes résultats dans celui du photographe industriel, d'autant plus qu'à notre avis il n'a pas encore été fait suffisamment de recherches dans cet ordre d'idées.

Pour prouver la vérité de cette assertion, il nous suffit de rappeler que, dans la magnifique découverte de M. Lippman, le gélatino-bromure d'argent convenablement préparé présente des qualités que l'on croyait pouvoir n'appartenir qu'à certains procédés tels que l'albumine et le collodion sec.

Il faut en effet employer une couche sensible d'une transparence parfaite et d'une finesse de grain extrême. Or le bromure d'argent tel que nous l'employons est toujours à l'état de couche presque opaque et son grain est des plus prononcés. Cependant par le mode de préparation on a pu atteindre le résultat cherché, et en opérant par trempage comme on le faisait autrefois, réaliser une couche de gélatino-bromure remplissant absolument les conditions voulues. Il est donc certain que, de ce côté, le dernier mot n'est pas dit.

PRÉPARATIONS PELLICULAIRES.

191. Nous avons étudié jusqu'à présent les divers procédés négatifs classés logiquement par la méthode générale d'obtention du sel sensible à la lumière, il nous reste à examiner les modifications qui proviennent de la nature du support sur lequel il est étendu, modifications qui n'entraîneront en général aucune variante du procédé employé mais qui pourront avoir, au point de vue pratique, des avantages qu'on ne saurait passer sous silence.

Le verre est le support généralement adopté, il a des qualités très précieuses qui sont la planité et la transparence complète; par contre les inconvénients qu'il présente sont la fragilité et le poids, la fragilité qui peut occasionner la perte irrémédiable d'un document précieux, le poids, qui est une gêne sérieuse pour le transport. En dernier lieu son épaisseur s'oppose à l'utilisation du cliché dans certains procédés qui nécessitent l'impression de la face du négatif en contact avec le verre.

Un support qui aurait les avantages du verre sans en avoir les inconvénients et qui, d'autre part, permettrait d'imprimer le négatif par l'une ou l'autre face indifféremment, présenterait évidemment des avantages indiscutables. Cette question étudiée depuis bien des années a reçu de nombreuses solutions et, bien que la perfection ne soit pas encore obtenue d'une façon complète, les progrès sont tels que nous voyons arriver bientôt le moment où les procédés

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pelliculaires supplanteront, du moins pour la photographie au dehors de l'atelier, les procédés sur verre.

Parmi les supports proposés, les uns n'ont qu'une demi-transparence, les autres, au contraire, peuvent lutter avec le verre.

Le papier rendu transparent est indiqué dans le premier cas, le collodion, la gélatine et le celluloïd dans le deuxième.

192. Étudions les qualités ou les défauts que peuvent présenter ces différents supports.

Le papier qui, entre parenthèses avait été déjà employé il y a bien des années pour les procédés du papier ciré, est un support excellent, il ne laisse à désirer que sous le rapport du grain et de la transparence qui n'est pas comparable à celle du verre. Ce grain a l'inconvénient d'enlever la pureté de l'image et de donner des marbrures qui sont d'un effet assez désagréable : il serait nécessaire qu'il fût entièrement supprimé. En ce qui concerne la translucidité, du moment qu'elle est uniforme elle n'est pas un inconvénient aussi grave en pratique, en effet cette transparence incomplète ne se traduit que par une certaine augmentation de la durée d'impression du positif. Elle donne même quelquefois des épreuves plus harmonieuses, on sait du reste que souvent dans le tirage des positives sur papier, on recouvre le cliché d'un vernis mat, de collodion coloré, d'un verre dépoli ou d'un papier transparent. Ces opérations n'ont en somme pour but que de constituer un écran plus ou moins opaque. Ce n'est donc pas beaucoup s'avancer que d'affirmer que, dans la pratique, un support semi-transparent pourrait donner d'excellents résultats sauf lorsqu'il s'agit de travaux spéciaux dans lesquels la pureté absolue des parties qui correspondent aux noirs de l'image est nécessaire.

Le papier pourra être ce support lorsque l'on sera parvenu à diminuer ou à supprimer complètement le grain de la pâte, la transparence étant au moins égale à celles des meilleurs papiers transparents que produit l'industrie actuellement. A cause du grain que l'on n'a pu éliminer encore, les procédés sur papier employés aujourd'hui ne l'utilisent que comme support provisoire qui doit abandonner le négatif au moment du tirage. Les papiers pelliculaires, ou transferotypes appartiennent à cette catégorie qui est celle des *pellicules détachables*.

Les autres supports, collodion, gélatine, celluloid, à l'inverse du papier, ont une transparence, à très peu de chose près, égale à celle du verre et n'ont pas de grain appréciable. Il s'en suit qu'ils permettent de ne plus séparer la couche de son support au moment

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

du tirage, ce qui est un avantage indiscutable. Ils constituent la classe des *pellicules libres*.

Ces deux catégories de pellicules seront principalement employées pour les opérations au dehors, leur légèreté et leur non fragilité étant des avantages très appréciables.

Pour d'autres travaux qui sont plutôt du domaine de l'industrie des impressions photomécaniques et qui exigent l'insolation du négatif par la face postérieure, on conservera le support verre et l'on détachera la couche soit que la plaque ait été préparée spécialement à cet effet, soit que l'on emploie divers procédés qui permettent de la séparer. Nous les étudierons par la suite. Actuellement nous n'avons à examiner que les préparations pelliculaires proprement dites.

193. Pellicules détachables.

L'émulsion sensible est coulée sur le papier adopté au lieu d'être coulée sur verre. — Après le développement et lorsque toutes les opérations sont terminées, on applique le négatif soit sur une feuille de verre soit sur une feuille de gélatine. Après dessiccation, on arrache le support papier et le négatif se trouve reporté sur le nouveau support, la face inférieure de la couche se trouvant maintenant à l'extérieur et permettant directement l'impression dans les procédés tels que le charbon, la photocollographie, etc.. qui exigent des négatifs retournés.

La seule partie intéressante du procédé, est celle qui a pour but de renforcer la couche qui n'a pas la consistance nécessaire pour être manipulée avec sécurité.

Si l'on pouvait donner à celle-ci une épaisseur suffisante, cette opération deviendrait inutile, et il suffirait de séparer le support de la couche. — Ce procédé n'est pas employé dans la pratique à cause du supplément de prix de revient qui en résulte si l'on veut que la couche de bromure d'argent ait une épaisseur suffisante. On pourrait, il est vrai, interposer une couche également transparente et destinée uniquement à donner la consistance voulue, mais les difficultés rencontrées pour obtenir une pellicule qui devra être constituée de trois épaisseurs de substances différentes, dont l'une détachable et les deux autres intimement liées, sont telles qu'il est facile de comprendre pourquoi les recherches dans cette voie n'ont pas abouti.

La pellicule doit donc être détachée de son support provisoire et placée sur un support définitif qui sera rigide ou souple.

Dans le premier cas, il suffit de couler sur une glace une couche

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de substance adhésive, gélatine ou caoutchouc, d'appliquer la pellicule face contre couche et après dessiccation d'arracher le papier. Dans le second cas, on met la pellicule sur une glace, face en-dessus et on superpose une feuille de gélatine préalablement distendue. On chasse toutes les bulles d'air et on laisse sécher doucement en ayant soin de fixer les bords de la gélatine avec des bandes de papier gommé.

Nous étudierons du reste spécialement ces procédés dans le chapitre où seront traités les procédés industriels.

194. Pellicules libres.

Les manipulations seront bien facilitées avec ces préparations puisqu'aucun report ne sera nécessaire et que pour toutes les opérations elles pourront être traitées comme les plaques, sauf pour le séchage. — En effet, comme nous l'avons déjà dit, la transparence est parfaite et d'un autre côté, il est très aisé de donner au support la consistance nécessaire pour ne pas nécessiter un renforcement ultérieur.

Les différences que l'on constatera dans les produits du commerce proviendront comme dans les plaques du reste, de la nature et de la qualité de l'émulsion mais surtout de la constitution du support, la composition de celui-ci pouvant modifier d'une manière très grande la valeur du produit obtenu.

Deux questions sont à examiner, c'est tout d'abord l'adhérence de la couche de gélatino-bromure d'argent avec le support et puis l'extensibilité plus ou moins grande de ce dernier. Il est très difficile de souder d'une manière suffisante divers supports avec la couche et l'on n'en voit que trop d'exemples dans certaines préparations qui se décollent avec la plus grande facilité. — On est alors obligé de provoquer cette soudure au moyen de substances adhésives variées dont quelques-unes, comme les vernis au caoutchouc, sont une cause permanente d'altération de la surface sensible. Néanmoins, de ce côté, il y a des progrès sérieux depuis quelques années et bien que nous ne puissions indiquer les procédés ou les tours de mains employés par les fabricants, il faut reconnaître que l'adhérence est bien meilleure qu'autrefois.

La question de l'extensibilité du support qui se produit dans les bains révélateurs est plus grave, parce qu'elle facilite non seulement le soulèvement, mais qu'elle amène encore le décollement de la couche et même quelquefois sa rupture, sans parler d'autre part, de l'enroulement qu'il est impossible d'éviter. On comprend facilement que si la couche et le support se dilatent dans des proportions

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

différentes, les résultats que nous avons annoncés se produiront fatalement. La difficulté consistera à trouver un support qui se dilate comme la couche, ou mieux encore qui ait assez de souplesse pour se prêter aux dilatations de la couche tout en la maintenant suffisamment.

Cette remarque est importante car il est d'intérêt majeur de ne pas altérer les dimensions du négatif, ce qui arriverait infailliblement si le support au lieu de maintenir la couche, la laissait se dilater librement. On sait en effet que, dans ce cas, la couche de gélatino-bromure rendue libre de tout support s'agrandit d'une façon remarquable. Bien que ce procédé ait été indiqué pour obtenir des agrandissements du négatif, il ne nous semble pas que ce mode d'opérer puisse être sérieusement mis en pratique et il nous paraît plus intéressant d'exiger que les procédés pelliculaires n'entraînent pas de modifications de l'image quant à sa taille.

Le collodion qui pourrait constituer un excellent support n'est guère employé à cause de son prix de revient fort élevé et des difficultés de l'étendre sur de grandes surfaces. La gélatine et le celluloïd sont le plus généralement adoptés maintenant. Il est à remarquer seulement que la gélatine doit subir une préparation spéciale pour lui enlever son extrême extensibilité et la rendre insoluble, si non elle n'aurait aucune valeur comme support. A cet effet, on met à profit les propriétés de ce corps de devenir insoluble en présence des bichromates alcalins et sous l'action de lumière. Une feuille de gélatine ainsi traitée ne se dilate pour ainsi dire plus : elle est devenue insoluble et constitue un excellent support.

Le celluloïd, dont l'emploi en photographie comme support a été indiqué pour la première fois en France par notre regretté collègue M. David, ne nécessite aucune préparation préalable et il répond parfaitement au but cherché. Il n'a qu'un défaut, c'est d'être très inflammable.

Quelque soit le support adopté et à cause des deux matières qui constituent le support et la couche, la pellicule aura une tendance à se courber si elle est épaisse, à se rouler si elle est mince ; c'est là, il faut bien le dire, le défaut de ces préparations qui, par suite, ne peuvent avoir à l'état libre une planité analogue à celle du support verre. On a donc dû combiner des dispositifs spéciaux qui ont pour but de tendre la pellicule d'une façon régulière au foyer de l'objectif. Les appareils construits dans cet ordre d'idées sont fort nombreux et nous ne saurions les décrire dans cet ouvrage d'autant plus que si, parmi eux, quelques-uns seulement tendent réellement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la pellicule, tous sont plus ou moins lourds et par suite font perdre dans la pratique le bénéfice de préparations que leur légèreté principalement rendait préférables aux plaques ordinaires.

Un système mixte que nous devons signaler à cause de son originalité est celui dont l'idée a été émise, croyons-nous, par M. Attout-Tailfer et la fabrication industrielle et courante a été réalisée par M. Planchon. Il consiste à border la pellicule d'un petit cadre métallique qui est soudé avec elle et permet de l'utiliser dans toutes les opérations comme une préparation sur verre et lui assure une planité parfaite. Ces pellicules sont connues sous le nom de pellicules auto-tendues.

193. Pellicules en rouleau.

Nous n'avons parlé jusqu'à présent que des pellicules libres qui ont les mêmes dimensions que les plaques et sont utilisées au lieu et place de celles-ci dans les châssis négatifs. Mais rien n'empêche, du moins si l'on prend comme support le papier, la gélatine ou le celluloïd de couler la surface sensible sur des bandes de ces substances de longueur quelconque : nous aurons ce que l'on nomme les *pellicules en rouleau* parce que leur mode d'emploi consiste à les enrouler sur une bobine et à les recevoir sur une deuxième après les avoir fait passer au foyer de l'objectif. Le système de la pellicule en longue bande est des plus intéressants, car il permet de supprimer les châssis ordinaires et de les remplacer par un châssis unique à rouleau qui, sous un petit volume, renferme une grande quantité de préparation. Nous prions le lecteur de se reporter à ce sujet à l'étude que nous avons faite antérieurement de cet appareil (80).

On pourrait croire, d'après ce qui précède, que la pellicule sensible en longues bandes est destinée à détrôner les plaques ? Cela arrivera nous en sommes convaincus, mais actuellement la question n'est pas encore complètement résolue et l'emploi des pellicules actuelles ne comporte pas la sécurité que l'on a avec les plaques.

DE LA CONSERVATION DES PRÉPARATIONS SENSIBLES.

196. Conservation des pellicules.

En dehors des décollements, des soulèvements et des enroulements, on a signalé maintes fois dans les procédés pelliculaires des altérations de la couche et de sa sensibilité soit avant soit après l'exposition sans compter celles qui se produisent avec le temps, le négatif étant complètement terminé.

L'étude de ces altérations et de leurs causes probables est donc

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'une importance capitale et nous devons la faire avec la complète impartialité que nous nous sommes imposé comme règle absolue dans cet ouvrage. Certains de nos collègues ont prétendu que nous agissions de parti pris en signalant les défauts et les imperfections des procédés pelliculaires ; il n'en est absolument rien, au contraire, nous avons la conviction absolue d'avoir fait tous nos efforts pour montrer au public leurs avantages mais à la suite des insuccès signalés à maintes reprises par des opérateurs de valeur, il était de notre devoir de mettre en garde ceux qui veulent bien nous écouter et qui, devant les avantages que nous reconnaissons sans conteste aux procédés pelliculaires en théorie, auraient cru pouvoir employer tel ou tel produit les yeux fermés au lieu et place des plaques ordinaires et en attendre les mêmes services. Ces insuccès consistent dans des altérations de la sensibilité qui se produisent après un temps plus ou moins long ; c'est ainsi qu'une pellicule fraîchement préparée donne d'excellents négatifs tandis que par la suite elle ne produira plus que des phototypes plus ou moins voilés. Cette modification de la sensibilité est indéniable avec la plupart des préparations actuellement dans le commerce, et la meilleure preuve que nous puissions en donner c'est que plusieurs fabricants ont pris le parti de ne plus garantir leur produits au delà de six mois. Cet aveu formel nous dispense de tous commentaires. La cause de cette altération ne peut provenir que de la nature du support employé ou de la couche interposée pour souder convenablement le support à la couche sensible, car cette même couche coulée sur verre présente une stabilité beaucoup plus grande. La nature de certains papiers employés comme support, les collodions à l'acétate d'amyle, les gélatines bichromatées décolorées ensuite par divers agents chimiques, les celluloïds dont l'odeur est si pénétrante, les vernis ou colles à base de caoutchouc ou autres substances incorporées entre le support et la couche, en voilà plus qu'il n'en faut pour être des causes possibles de l'altération. Ces différents produits n'ont certainement pas tous la même influence et à cet égard des expériences précises peuvent seules fixer le fabricant. Quant à nous, nous saurons que la durée des préparations pelliculaires est fort problématique, et avant de s'embarquer pour un long voyage, nous sommes d'avis qu'il faut réfléchir à deux fois avant de les adopter exclusivement et ne pas négliger de faire des essais préalables sur leur durée (647).

L'usage des pellicules enroulées employées dans les châssis à rouleaux ne peut-il pas être lui aussi une cause d'altération ?

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Voilà la nouvelle question que nous voulons étudier. N'est-il pas à craindre que les images latentes imprimées sur la pellicule et mises directement en contact ne réagissent à la longue les unes sur les autres? On a constaté en effet ce fait particulier que des rouleaux de pellicules développés après un assez long temps ne donnaient plus que des images médiocres par suite de la présence de voiles plus ou moins prononcés.

Il serait intéressant de rechercher si ces accidents sont dus à l'altération de la pellicule par suite du temps ou à l'action réciproque des images les unes sur les autres produite par une sorte d'emmagasinement de la lumière. Si ce phénomène est réellement dû à l'emmagasinement de la lumière, il sera bon d'enrouler avec la pellicule une bande de papier noir qui séparera chaque spire et évitera les réductions par voisinage. Ce papier ou tout autre écran souple et opaque que l'on pourra choisir, ne devra pas par lui-même réagir sur la couche ; on sait en effet que certains papiers réduisent fortement les couches photographiques et l'on constate du reste ce phénomène d'une façon courante sur les plaques qui laissent voir nettement la trace du papier qui a servi à les séparer dans la boîte. La question, comme on le voit, est loin d'être résolue et nous en tirerons la conclusion pratique que, si d'une part la conservation des pellicules avant l'exposition est douteuse, il y a grand intérêt après celle-ci à effectuer le développement le plus rapidement possible.

Dans ces conditions, le rôle principal des procédés pelliculaires qui est de faciliter les voyages lointains, les explorations de longue durée n'est pas encore atteint tant que de nouveaux progrès ne leur auront pas assuré une stabilité plus grande. La question reste donc ouverte et le lecteur saura ce qu'il peut ou ne peut pas demander à ces nouvelles préparations.

197. Conservation des plaques.

Nous venons de voir que les préparations pelliculaires sont d'une conservation douteuse, voyons si les préparations sur verre sont plus stables. La première condition, et elle est indiquée sur toutes les boîtes, est de garder les plaques photographiques à l'abri de la lumière et de l'humidité. Point n'est besoin de nous appesantir sur ce point. Mais même en prenant ces précautions peut-on être assuré que les plaques se conserveront sans perdre de leurs qualités? Nous répondons non, sans hésitation. La sensibilité d'une plaque au gélatino-bromure d'argent subit, sans qu'on en connaisse la cause, des variations incontestables. Tout d'abord, après quelques jours

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ou quelques semaines, la sensibilité paraît augmenter et certains fabricants qui ont expérimentalement constaté le fait, ne livrent leurs plaques au public qu'après un certain laps de temps. Après un temps plus long la sensibilité décroît et sans que nous puissions faire aucune affirmation, elle paraît diminuer ensuite peu à peu. En même temps que ces modifications de la sensibilité apparaissent des réductions locales fort curieuses. C'est ainsi que les bords de la plaque présentent au développement une bordure noire : avec des plaques de certaine fabrication, ce défaut apparaît au bout de peu de temps, le reste de la plaque demeurant intact : avec d'autres il ne se produit que beaucoup plus tard. Peu à peu cette réduction augmente en gagnant des bords vers le centre, celui-ci restant le dernier intact.

Sans affirmer qu'il n'y ait aucune exception, la plupart des plaques, au bout d'un temps variant de quelques mois à quelques années, présentent ces variations de sensibilité et ces réductions progressives. Nous sommes donc obligés de reconnaître que la stabilité des préparations au gélatino-bromure sur support de verre, quoique beaucoup plus grande que celle des préparations pelliculaires, est absolument variable. On a même constaté, et le fait est intéressant à noter, que plus la sensibilité est grande, plus courte est la conservation. Comme côté pratique, nous tirerons cette conclusion que pour un voyage de longue durée, il sera prudent d'emporter des préparations de sensibilité moyenne. On a constaté, d'autre part, avec les plaques comme avec les pellicules, qu'il n'était pas indifférent de développer après un laps de temps quelconque après l'exposition. Plus le développement est retardé, plus l'intensité du négatif est faible. L'image latente s'affaiblit en quelque sorte et elle peut même disparaître comme on nous en a montré dernièrement un exemple frappant. Cette disparition se fait d'autant plus vite que la durée d'exposition à été plus courte. Comme indications pratiques, il ressort de ceci qu'il faudra d'autant plus augmenter la pose que le développement doit être plus retardé, et que, d'une manière générale, celui-ci doit être fait le plus tôt possible.

Malgré ces imperfections que nous ne pouvions passer sous silence, le procédé au gélatino-bromure a constitué un progrès énorme sur les anciennes préparations qui ne se gardaient que quelques minutes comme le collodion humide ou quelques jours comme certains procédés à l'albumine. Le collodion sec et les émulsions au collodion pouvaient lutter comme stabilité, mais on constatait également des modifications qui se produisaient avec le temps.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous avons employé des plaques qui, après plusieurs années, donnaient encore de bons résultats quoique la sensibilité fut toujours quelque peu diminuée. Avec des préparations anciennes, on pourra donc travailler utilement, même après un laps de temps très considérable, à condition d'allonger en conséquence la durée d'exposition.

APPRÉCIATION DE LA SENSIBILITÉ DES PRÉPARATIONS.

198. Les différentes plaques du commerce présentant des variations de sensibilité considérables et la même plaque pouvant être modifiée par l'âge, dans le même ordre d'idées, il est nécessaire de pouvoir connaître cette sensibilité afin de savoir l'étendue des travaux qu'elle permettra d'embrasser et les modifications que l'on devra faire dans la durée de la pose d'après le résultat trouvé.

Cette question est des plus délicates et parmi les solutions indiquées aucune n'est à l'abri d'une critique impartiale, cependant quelques-unes donneront des résultats suffisamment approchés pour être employées utilement dans la pratique. Nous allons les examiner rapidement.

199. Méthode Warnercke.

Cette méthode est employée par de nombreux fabricants, et l'on dit couramment dans le langage photographique qu'une plaque marque le 25° du sensitomètre Warnercke. Elle consiste à recouvrir la plaque à essayer d'un écran transparent analogue à une table de Pythagore et formé de vingt-cinq cases d'opacité croissante. Chaque case porte un numéro opaque, le numéro 1 étant sur la case la plus transparente et le 25 sur la plus foncée. En exposant la plaque ainsi masquée pendant un temps toujours le même à l'action d'une lumière identique, il est évident que l'on percevra une impression dans une case d'autant plus élevée que la plaque en présence sera plus sensible. Le dernier numéro visible indiquera la sensibilité de la plaque et sera porté sur la boîte, comme le font beaucoup de fabricants. Cette méthode, parfaite en principe, comporte néanmoins trois causes d'erreurs capitales : l'obtention de l'écran à opacités variables est d'une construction très délicate et si, pour un même opérateur se servant toujours du même écran, on peut admettre que les résultats sont comparables, il n'en saurait être de même pour ceux obtenus avec des écrans différents. Néanmoins M. Warnercke assure qu'en fabricant ses écrans par le procédé de la Photoplastographie, il obtient une grande régularité. Réser-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vant donc l'absolue valeur des résultats obtenus avec des écrans différents par divers opérateurs, il n'en reste pas moins acquis qu'avec le même écran on obtiendra des résultats rigoureusement comparables.

La question du choix de la lumière est encore plus délicate, car jusqu'à présent nous ne croyons pas que l'on ait trouvé d'étalon pratique de lumière. M. Warnercke à tourné la question en demandant à une matière phosphorente convenablement insolée par la combustion d'une quantité déterminée de magnésium, d'agir sur la plaque à travers l'écran. Le choix du sulfure phosphorescent, les modifications qu'il peut subir avec le temps, la quantité de magnésium brûlé, la durée de temps qui s'écoule entre l'insolation du sulfure et son action sur la plaque (on sait, en effet, que la phosphorence subit des variations très rapides) autant de causes d'erreurs, et, nous ne parlerons pas de la durée d'action sur la plaque que l'on peut prendre assez longue pour ne pas se tromper de ce côté. On comprend donc que cette méthode ne puisse donner qu'une approximation dont la pratique doit se contenter jusqu'à ce que l'on ait trouvé mieux.

Les bonnes plaques du commerce donnent généralement 24° et même 25° Warnercke. Aussi l'auteur vient-il de créer un nouveau sensitomètre à 30 cases, ce qui est intéressant pour l'étude des plaques extra rapides.

Pour connaître les coefficients de sensibilité relatifs de deux plaques lorsque l'on connaît le degré qu'elles marquent au sensitomètre Warnercke il suffit de se reporter au tableau suivant dressé par M. de la Baume Pluvinel :

Numéro marqué par la plaque.	Coefficient de sensibilité.
10	75,0
11	56,2
12	42,2
13	31,6
14	23,7
15	17,8
16	13,3
17	10,0
18	7,5
19	5,6
20	4,2
21	3,2
22	2,4
23	1,8
24	1,3
25	1,0

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si une plaque marque 25 par exemple et une autre 20, il faudra avec la première poser 1″ et 4″2 avec la deuxième.

Il est bien entendu que le développement doit toujours s'effectuer dans un bain neuf de formule identique et y séjourner exactement un temps déterminé. Lorsque l'on compare deux plaques elles devront être traitées ensemble et recevoir un traitement rigoureusement le même.

Emploi du sensitomètre. L'appareil comprend un châssis spécial divisé en deux parties séparées par un volet plein en bois. D'un côté se trouve la plaque phosphorescente qui est montée sur un cadre à charnières de manière qu'on puisse l'insoler facilement. De l'autre, on place l'écran à cases transparentes, puis la plaque à essayer que l'on recouvre d'une feuille de papier noir et d'un matelas convenable pour assurer un bon contact. On rabat le couvercle qui maintient le tout. L'intervalle existant entre la plaque phosphorescente et l'échelle étalon est de 1 cent. (fig. 130).

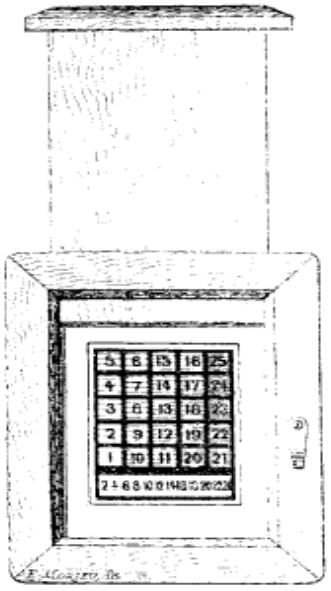


Fig. 130 — Sensitomètre de M. Warnercke. (La partie contenant la plaque phosphorente n'est pas représentée.)

Pour rendre lumineuse la plaque phosphorescente, on dégage son cadre et on fait brûler aussi près que possible et en le promenant un morceau de ruban de magnésium d'une longueur de 3 cent., sur une largeur de 2 mm. et une épaisseur de $0^{mm}.15$ Aussitôt après on rabat la plaque lumineuse sur le châssis, on compte exactement soixante secondes, puis on ouvre le volet pendant trente secondes. On referme le volet et l'on procède au développement avec un révélateur type.

200. Méthode du Congrès.

On prend pour mesure de la sensibilité d'une plaque photographique la durée d'exposition nécessaire avec une lumière type, dans des conditions bien déterminées et sans interposition d'aucun milieu absorbant, pour produire, après développement, une teinte grise d'un ton convenablement défini dit *ton normal*.

Ce ton normal est obtenu en adoptant le ton gris, formé de quantités égales de blanc et de noir, que l'on aperçoit en faisant tourner rapidement un demi disque blanc devant un fond noir. En pratique ce ton est obtenu en regardant à une distance suffisam-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment grande pour qu'on ne puisse plus distinguer les hachures un dessin fait en traçant sur un fond blanc et avec de l'encre

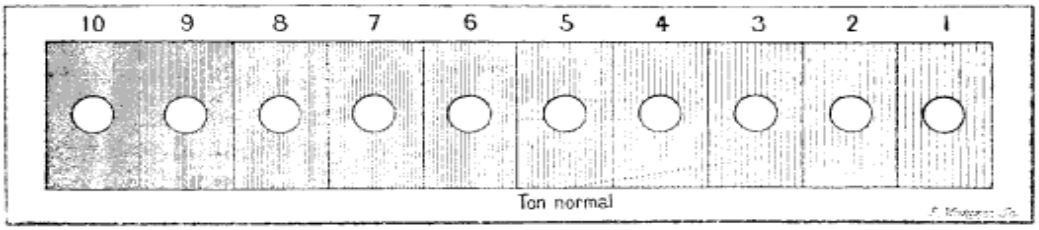


Fig. 131. — Fac-similé de l'échelle de teintes indiquée par le Congrès pour l'appréciation de la sensibilité des plaques photographiques.

de Chine une série de hachures bien régulières, espacées d'une distance égale à leur épaisseur. Des écrans types construits d'après ces principes ont été exécutés et ils comprennent une gamme de

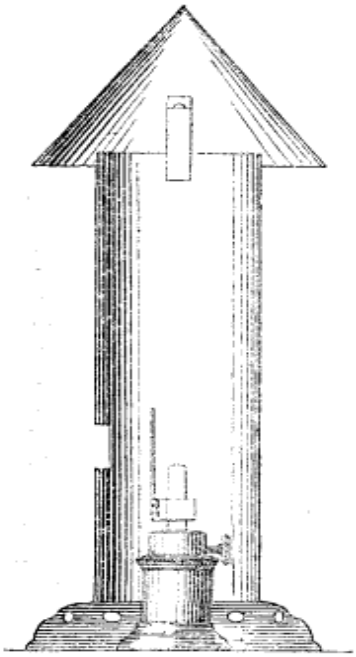


Fig. 132. — Lampe étalon à l'acétate d'amyle adoptée par le Congrès de photographie.

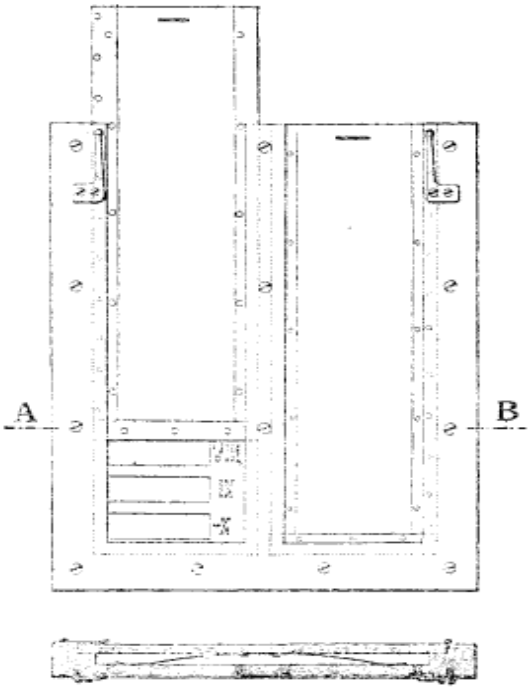


Fig. 133. — Châssis spécial construit par M. Fauvel pour démasquer successivement les différentes portions de la plaque dans la méthode du Congrès.

dix teintes variant par cinquième en dessus et en dessous du ton normal (fig. 131).

La lumière étalon est constituée par une lampe spéciale à l'acé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tate d'amyle pourvue d'un écran ne laissant voir qu'une partie de la flamme d'une surface d'un cinquième de centimètre carré. Cette surface est prise dans la partie la plus lumineuse. Cette lampe est placée à 1 m. exactement de la plaque à essayer et normalement à cette plaque. Elle est enfermée dans une lanterne sourde de façon à éviter toutes les réflexions (fig. 132).

La plaque tenue verticalement est démasquée par bandes successives au bout d'intervalles réguliers de cinq secondes. On peut se servir pour cette opération d'un châssis ordinaire dont on relève

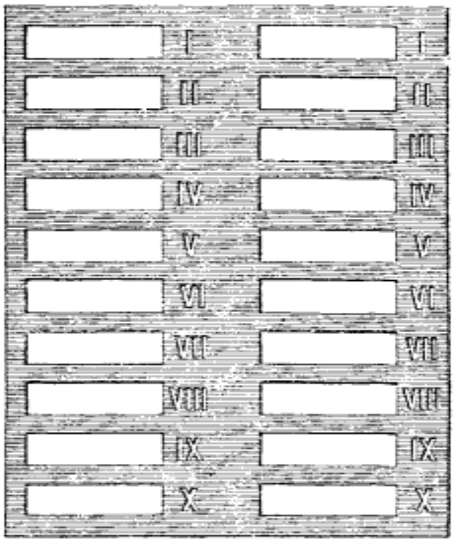


Fig. 134. — Écran opaque, portant des ouvertures et des numéros ajourés, destiné à être employé dans le châssis de M. Fauvel.

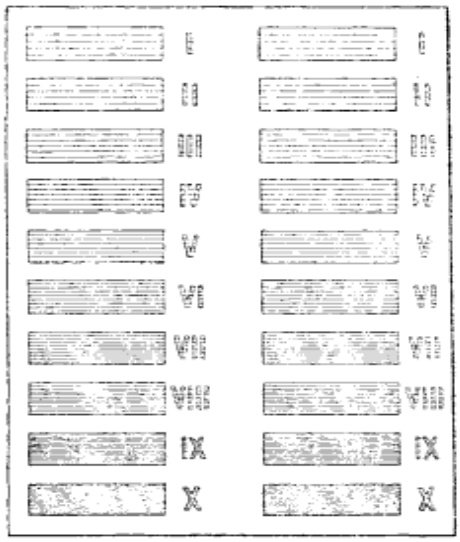


Fig. 135. — Fac-similé des diverses teintes obtenues dans l'appareil de M. Fauvel avec des expositions croissantes, à 1 mètre de distance de la lampe étalon.

peu à peu le volet où mieux encore d'un appareil spécial construit par M. Fauvel qui permet d'opérer sans difficultés et sans tâtonnements (1) (fig. 133).

Pour faciliter les comparaisons et les mesures, on place entre le rideau et la plaque un écran en forme de grille, de façon à bien délimiter les bandes successives exposées à la lumière. Cet écran est muni de numéros découpés à jour qui permettront de garder trace de l'ordre des opérations (fig. 134 et 135). Après le déve-

(1) M. le général Sebert vient encore de perfectionner cet appareil au moyen d'un dispositif qui déplace automatiquement la plaque de la quantité voulue et produit des expositions successives sans que l'opérateur ait à intervenir, ce qui évite toute erreur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

loppement on cherchera la zone qui a pris le ton normal. A cet effet chaque case de l'échelle de teintes est percée d'une ouverture au-dessous de laquelle on présente successivement les diverses teintes jusqu'à ce qu'on ait trouvé celle qui est équivalente (fig. 131).

Une même feuille de gélatine colorée permettra, s'il est nécessaire, en la plaçant sur le tout de faire disparaître les différences de coloration qui pourraient rendre les comparaisons difficiles.

S'il s'agit de préparations sur verre ou de pellicules transparentes, on devra tenir compte de la teinte propre du fond ou du support et de la coloration due à un commencement de voile.

Emploi d'autres sources de lumière. Au cas où l'on voudrait substituer à la lampe étalon proposée par le Congrès d'autres sources lumineuses usuelles, on consultera avec fruit le tableau suivant qui indique les distances auxquelles il faut placer ces différentes sources lumineuses pour obtenir les mêmes résultats numériques qu'en faisant usage de la lampe étalon placée à la distance normale de 1 mètre.

		Intensité en bougies décimales.	Rapport des intensités.	Distance à adopter.
Lampe étalon à l'acétate d'amyle	Avec écran	0,11	1,00	1,00
	Sans écran	0,24	2,08	1,44
Lampe Heffner-Alteneck à l'ac. d'amyle.	Avec écran	0,52	4,50	2,12
	Sans écran	1,10	10,00	3,16
Bougies avec écran	Étoile 5 au paquet	0,54	4,66	2,16
	Bavaroise stéarine	0,68	6,26	2,50
	Allemande paraffine	0,52	4,54	2,13
Bougies sans écran	Étoile 6 au paquet	1,27	11,00	3,32
	— 5 —	1,30	11,20	3,35
	Bavaroise stéarine	1,58	12,80	3,58
	Allemande paraffine	1,28	11,10	3,33

201. Autres méthodes.

Les méthodes que nous venons de décrire nécessitent pour être mises en œuvre un matériel spécial et elles ne sont pas à la portée de tous. Il en est d'autres beaucoup plus simples qui pourront permettre à l'opérateur d'apprécier avec une approximation plus que suffisante, le rapport de sensibilité de deux ou plusieurs plaques. Nous avons indiqué ces méthodes dans un ouvrage précédent (1) et l'expérience de plusieurs années nous a prouvé qu'elles étaient très suffisantes dans la pratique.

On met dans un châssis négatif des bandes étroites des plaques à essayer, puis, se plaçant à une distance déterminée d'une source

(1) A. Londe. *La photographie instantanée*. Paris, Gauthier-Villars et fils.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de lumière quelconque, on soulève le volet de centimètre en centimètre par exemple en donnant chaque fois une même exposition. Si la pose adoptée est de une seconde, par exemple et le châssis du format 13 × 18, on aura dix-huit impressions allant de une à dix-huit secondes. Toutes les plaques seront développées dans le même bain et dans des conditions identiques. On comparera les échelles de teintes ainsi obtenues. Lorsque l'on aura trouvé les teintes de même valeur il suffira de regarder dans chaque bande à quelle durée d'exposition elles correspondent et l'on aura de suite le rapport des temps de pose (fig. 136).

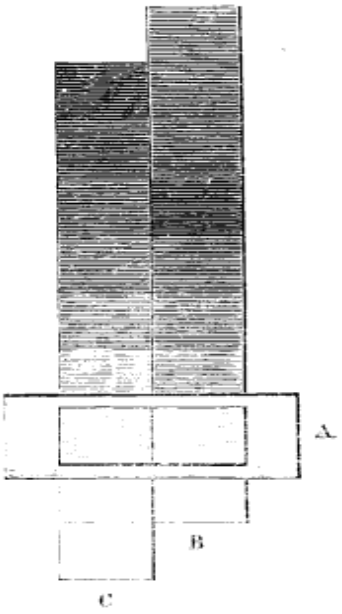


Fig. 136. — Comparaison d'échelles de teintes obtenues dans un châssis ordinaire par la méthode de l'auteur. — A. Ecran en carton ; B et C, plaques à comparer.

Nous venons de comparer cinq plaques différentes par cette méthode nous avons trouvé que la même teinte était obtenue pour chacune d'elle aux degrés suivants :

Plaque A.....	1er	degré.
— B.....	5e	—
— C.....	3e	—
— D.....	6e	—
— E.....	5e	—

Nous en conclurons que s'il faut poser 1″ avec la plaque A il en faudra 3 pour la plaque C, 5 pour B et E et 6″ pour D. La plaque A est indiscutablement la plus sensible, puis C qui l'est moins, ensuite B et E qui sont de sensibilité égale et enfin D qui est la plus lente.

Cette méthode, facile à réaliser, à l'avantage de n'être pas compliquée et les renseignements qu'elle donne ont une certaine précision par ce fait que toutes les plaques sont exposées ensemble et pendant le même temps. Par suite on n'a pas besoin d'une source de lumière étalon.

En employant un châssis convenable et en donnant à chaque bande 2 cent. seulement, nous avons pu comparer entre elles quinze plaques différentes et nous sommes convaincus que cette expérience à donné des résultats plus précis que ceux que l'on obtiendrait en faisant quinze mesures successives soit avec le Warnercke, soit avec la méthode du Congrès (fig. 137).

Il nous est impossible de publier les résultats trouvés pour des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

raisons que le lecteur comprendra : qu'il nous suffise de dire que les plaques du commerce, suivant les marques, présentent des différences de sensibilité importantes.

En pratique, et c'est ainsi que nous l'entendons, l'opérateur connaissant la marque de la plaque qui lui est habituelle, sachant ce qu'il peut en attendre, essaiera comparativement à celle-ci une autre marque. Les indications obtenues seront suffisantes pour l'éclairer complètement sur la rapidité de celle-ci par rapport à la première.

On peut encore employer un second procédé qui consiste à

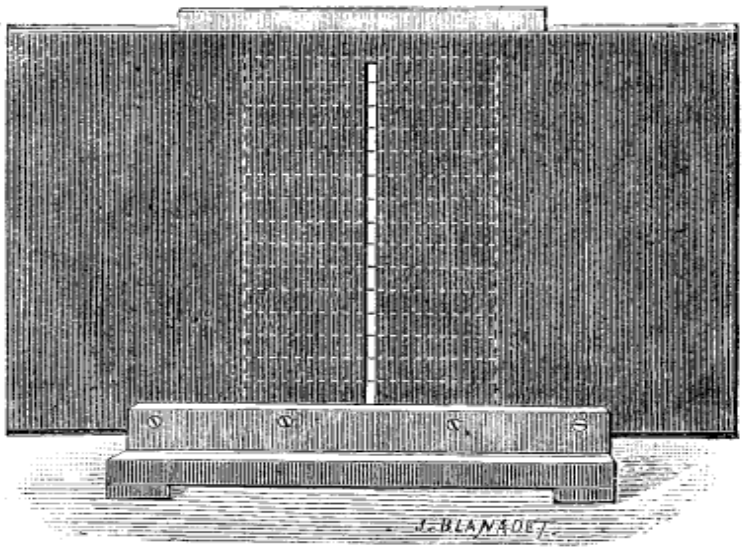


Fig. 137. — Appareil permettant la comparaison simultanée de 15 préparations sensibles différentes. (Construit sur les indications de l'auteur, par M. Mackenstein.)

photographier instantanément un même objet avec les deux plaques à essayer, puis à développer celles-ci en même temps dans le même bain et pendant le même temps; la plaque dont l'intensité sera la plus grande, les modelés les meilleurs, sera évidemment plus rapide et devra être préférée, si l'on a besoin de cette qualité. Cette méthode n'a cependant de valeur qu'à condition d'opérer rapidement, de façon à ce que la lumière n'ait pas eu le temps de se modifier : ceci n'est guère une difficulté, car les plaques étant dans un même châssis, il n'y aura qu'à le retourner et à armer l'obturateur ce qui ne demande que quelques instants. On opérera de préférence par un ciel sans nuages ou un temps couvert :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

il faut de plus, et c'est un point capital, ne faire que des expositions très courtes de façon à bien mettre en lumière les différences qui peuvent exister entre les plaques ; avec une exposition de quelques secondes, à l'atelier par exemple, les deux négatifs ayant une pose très suffisante, les différences pourront être difficilement appréciables; au contraire, si l'on fait un grand instantané, l'écart sera plus visible, l'une des plaques, la plus rapide, pouvant donner encore un cliché convenable et l'autre être tout à fait insuffisante. Nous ajouterons en terminant qu'il est nécessaire d'employer un obturateur mécanique suffisamment bien construit pour donner des poses identiques dans les deux expositions. Nous employons couramment ce procédé à la Salpêtrière pour nos essais de plaques et nous en sommes très satisfaits : si l'on désirait encore une plus grande précision, il suffirait de couper les plaques à essayer par moitié et de les mettre dans le même côté du châssis. On devra, dans ce cas, prendre comme modèle un sujet uniformément éclairé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE V

DE L'EXPOSITION

Maintenant que nous avons étudié le matériel et les préparations sensibles, il s'agit d'examiner, dans les différentes hypothèses fort variables de la pratique, l'emploi de l'appareil photographique et les procédés qui nous permettront de faire agir la lumière sur la plaque pendant le temps convenable pour obtenir le négatif.

202. La première opération consiste à garnir les châssis de plaques sensibles et elle s'effectue, bien entendu, dans le laboratoire noir. Elle doit être faite rapidement et avec le moins de lumière rouge possible (305). L'extrême sensibilité des préparations exige que l'on prenne les plus grandes précautions : on ne se méfie pas assez des verres rouges et surtout des lanternes : beaucoup d'insuccès doivent être attribués certainement à des voiles obtenus pendant le chargement des châssis. Il faut placer la plaque de manière que la face mate, la couche sensible, regarde le volet du châssis. On évitera de toucher la couche sensible et on veillera à ce qu'il n'y ait pas de poussière sur elle, auquel cas on l'enlèverait au moyen d'un blaireau ou en soufflant légèrement (fig. 138). On peut encore employer le dispositif suivant. Une planchette verticale arrondie dans sa partie supérieure est recouverte d'une peau de daim. Il suffit de passer la plaque sur cette peau avec une légère pression pour la débarrasser entièrement de toutes les poussières. Un couvercle en carton, recouvre cette planchette lorsque l'on n'en fait pas usage (fig. 139).

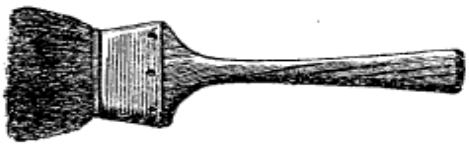


Fig. 138. — Blaireau pour essuyer les plaques.

Quel que soit le procédé employé on assujettira bien les taquets qui maintiennent la plaque et l'on fermera le châssis.

203. Le bagage photographique se composera en substance de deux sacs, l'un renfermant l'appareil, l'objectif et l'obturateur, les châssis et le voile, l'autre le pied. — Ils devront pouvoir se porter au moyen

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de courroies soit en bandoulière, soit sur le dos ; l'étoffe qui les formera devra être assez résistante pour protéger l'appareil (fig. 140).

Actuellement les différentes parties que nous venons d'énumérer sont indépendantes les unes des autres ; il faut donc à chaque opération faire un montage et un démontage général. C'est un inconvénient très réel car, outre la perte de temps, il y a usure rapide du

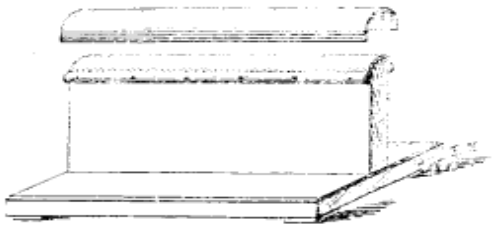


Fig. 139. — Appareil pour essuyer les plaques avant la mise en châssis.

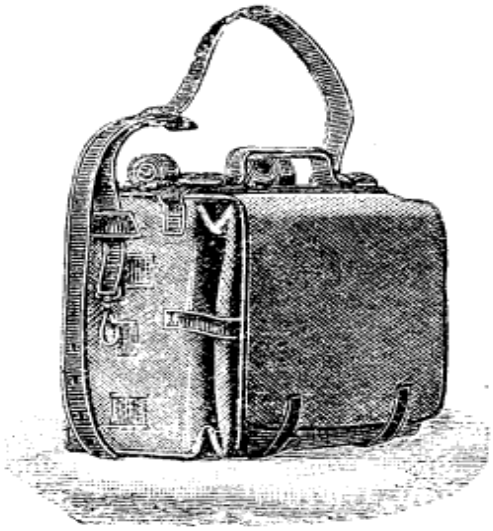


Fig. 140. — Sac de touriste pour renfermer l'appareil photographique.

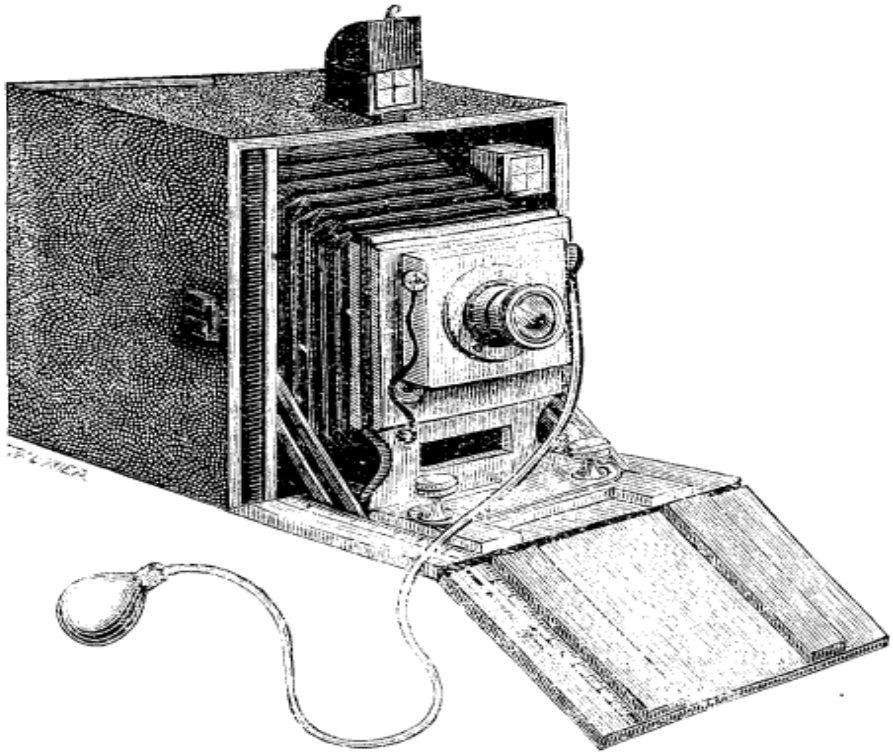


Fig. 141. — Chambre noire renfermant l'objectif et l'obturateur. Modèle de M. Dehors construit sur les données de M. d'Asche.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

matériel et danger perpétuel d'égarer ou de laisser tomber un de ces objets. Il serait à désirer que l'obturateur et l'objectif puissent toujours rester sur la chambre, c'est ce que nous avons réalisé dans la chambre à double corps qui nous sert à la Salpêtrière (fig. 296) et qui existe dans certains appareils de M. Fauvel (fig. 55) ou de M. Dehors (fig. 141). Cette disposition est du reste fréquemment employée dans les appareils portatifs sans pied et rien ne serait plus simple que de la généraliser aux appareils portatifs avec pied.

Les diaphragmes devraient toujours être adhérents à l'objectif afin d'en éviter l'oubli ou la perte ; à ce point de vue la supériorité du diaphragme iris n'est plus à démontrer.

En ce qui concerne le verre dépoli, les observations des gens compétents ont été écoutées, et dans la plupart des chambres il est maintenant adhérent au cadre d'arrière.

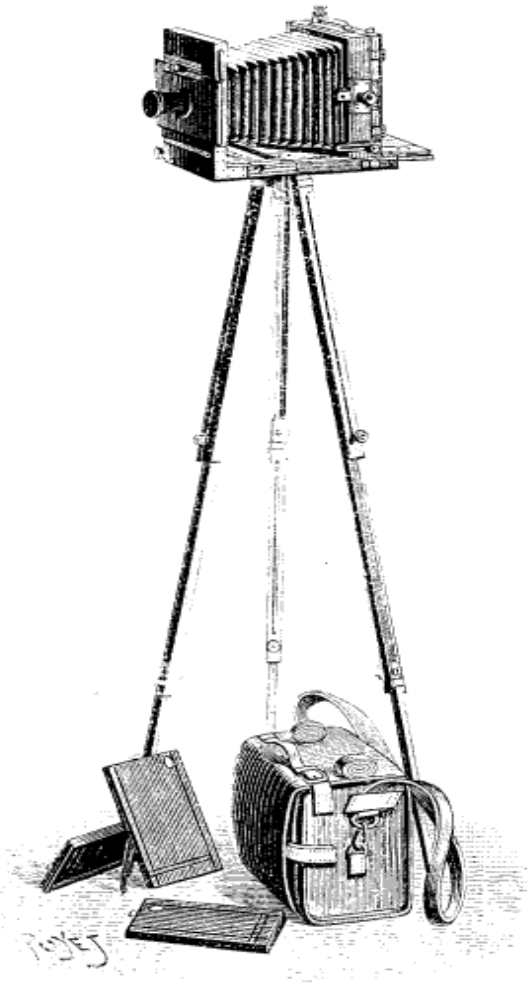


Fig. 142. — Chambre portative avec pied mise en station.

204. Ceci dit, installons notre appareil. On sort le pied, on l'ouvre en prenant la précaution de serrer toutes les vis à fond, on le dresse en écartant suffisamment les branches pour donner à la chambre une assiette solide (fig. 142). On fixe celle-ci au moyen de l'écrou central de la plate-forme du pied, on l'ouvre et on met le chariot à la place voulue suivant le foyer de l'objectif employé. On démasque alors celui-ci afin de pouvoir examiner l'image obtenue. Cette opération préliminaire a pour but de vérifier si les objets que l'on veut photographier viennent se reproduire sur le verre dépoli à la place voulue et avec toute la netteté indispensable. Le voile noir permet

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de faire cette opération sans être gêné par la lumière ambiante.

Il s'agit : 1° de placer convenablement son sujet et 2° de l'avoir aussi net que possible. La première opération constitue la *mise en plaque*, la seconde la *mise au point*.

Il est bien entendu qu'au préalable la chambre doit être mise rigoureusement de niveau (37-99).

205. Nous supposons *à priori* que nous sommes dans l'emplacement le plus favorable pour saisir l'objet que nous désirons reproduire. Nous nous sommes fixés à cet endroit plutôt qu'à un autre après avoir considéré l'éclairage, la direction du soleil, la plus ou moins grande étendue du paysage que nous voulons embrasser, la disposition des lieux qui, quelquefois, nous impose une place. Au bout de quelque temps, avec un peu d'observation et de jugement, l'œil exercé reconnaît presque à première vue l'endroit le plus favorable. Le débutant, tant qu'il n'aura pas acquis cette expérience, devra examiner l'image formée sur le verre dépoli et ne pas craindre de se déplacer tant qu'il n'aura pas obtenu le résultat le meilleur. Cette étude préliminaire est indispensable pour savoir quel est l'emplacement le plus convenable avec un objectif donné ou inversement, une place étant déterminée, quel est l'objectif préférable à employer.

206. Pour faciliter cette recherche, M. Davanne a fait construire un petit appareil très ingénieux, connu sous le nom de *chercheur focimétrique*, qui indique par son seul emploi la proportion qui existe entre la dimension de l'épreuve prise comme unité et la longueur focale à employer : on peut après cet essai choisir sans tâtonnements l'objectif le plus convenable. Cet appareil se compose d'une base sur laquelle sont assemblées deux platines rabattantes de façon à ne présenter une fois fermées qu'un faible volume. Pour l'examen du sujet à reproduire on relève les deux platines, on fixe l'œil à l'ouverture qui existe sur l'une d'elles et on recule l'autre jusqu'à ce que l'ensemble à reproduire apparaisse convenablement encadré par l'ouverture rectangulaire de celle-ci. A ce moment il suffit de regarder derrière la platine mobile la position du petit index et de prendre le nombre le plus proche gravé sur la base. En multipliant ce nombre par la mesure du côté de la plaque on a la longueur focale approximative de l'objectif à employer (fig. 143).

Si l'on ne désire que chercher le point de vue préférable, on peut se servir des viseurs ordinaires qui donneront des indications suffisantes. On peut employer encore l'iconomètre de M. Rossignol qui ressemble à une loupe de mise au point et permet d'examiner le sujet

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avec facilité. Un verre bleu interposé donne une image monochrome (fig. 144).

Mais, en somme, rien ne vaut l'éducation de l'œil acquise par l'habitude et l'expérience.

Il ne suffit pas, comme on le fait malheureusement trop souvent, de s'installer devant un objet quelconque, de le photographier pour ainsi dire brutalement ou de croire qu'un sujet parce qu'il est beau, devra forcément être bien rendu par l'objectif. C'est une erreur profonde, Il faut d'abord voir son sujet, puis le composer. Il est des paysages magnifiques à l'œil qui, en photographie, ne diront rien : le cas se présente souvent pour les panoramas ; d'autres devant lesquels tout le monde passera sans s'arrêter et où un connaisseur trouvera le motif d'une étude charmante.

Il faut que l'amateur soit artiste, car, s'il aspire comme celui-ci à des résultats ayant quelque valeur, il devra se conformer aux règles générales qui s'imposent à tous ceux qui reproduisent la

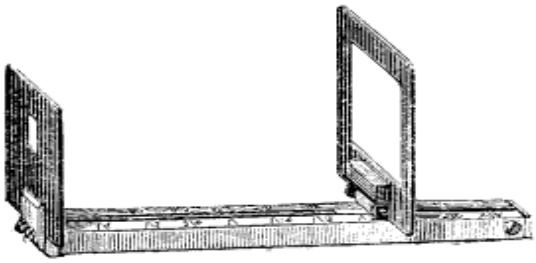


Fig. 143. — Chercheur focimétrique de M. Davanne.

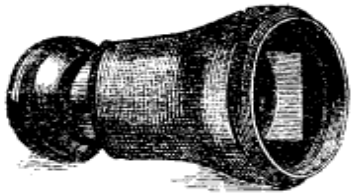


Fig. 144. — Iconomètre de M. Rossignol.

nature. Nous étudierons du reste cette question tout spécialement dans le chapitre suivant.

Une fois l'emplacement adopté et l'appareil bien de niveau, comme nous l'avons dit précédemment, on amènera les divers objets à la place voulue sur le verre dépoli en faisant usage des mouvements variés soit du corps d'avant de la chambre, soit de la planchette de l'objectif. Pour orienter la chambre et placer un objet dans un plan vertical donné, il suffira de desserrer la vis du pied et de faire pivoter la chambre ou encore de déplacer latéralement la planchette d'objectif. Pour le mettre dans un plan horizontal, le mouvement du corps d'avant permettra, en remontant ou en baissant l'objectif, d'obtenir ce que l'on désire. C'est le même dispositif qui servira à régler les quantités de ciel et de terrain nécessaires. La bascule trouvera son emploi tout indiqué lorsqu'on aura affaire à des objets situés dans des plans très différents et placés sur une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ligne oblique par rapport à l'axe optique de l'objectif, que ce soit en hauteur ou en largeur (11-23).

207. Une fois la composition faite, il s'agira d'achever la mise au point, c'est-à-dire d'avancer ou de reculer le verre dépoli au moyen du bouton de la crémaillère jusqu'à ce que la netteté soit parfaite. On peut s'aider dans cette opération d'une loupe spéciale qui s'applique sur le verre dépoli et permet de s'assurer de l'absolue netteté.

En dehors de la loupe ordinaire déjà décrite (9) on peut employer le nouveau modèle de Darlot, la loupe basculante. La disposition optique est la même mais le corps tout entier de la loupe peut osciller autour d'un axe monté sur un diaphragme fixe qui s'applique sur le verre dépoli. Ce dispositif paraît présenter des

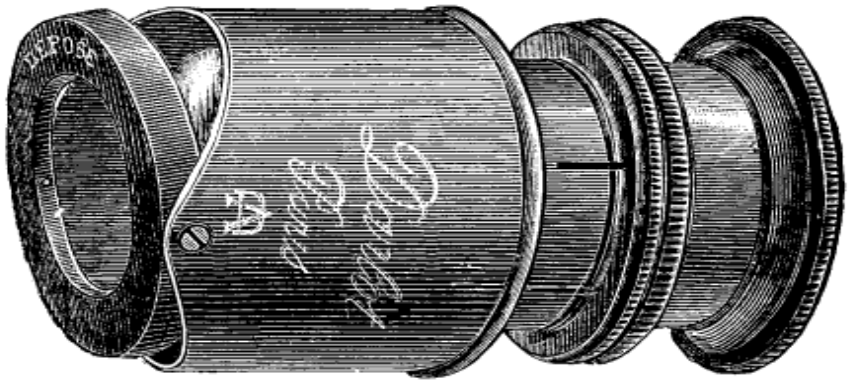


Fig. 145. — Loupe basculante de M. Darlot.

avantages sérieux car, par son inclinaison, il permet au rayon visuel d'être exactement dans le prolongement du rayon lumineux quelle que soit la place de la loupe sur le verre dépoli (fig. 145).

On devra s'occuper d'abord de la netteté du sujet principal qui s'obtiendra en amenant son image dans le plan focal correspondant, puis de la netteté générale concernant les autres plans du modèle, soit antérieurs, soit postérieurs. C'est par un emploi judicieux du diaphragme que nous arriverons à régler la netteté des divers plans suivant le résultat cherché.

Au point de vue pratique l'emploi du diaphragme produira des résultats fort différents. S'il s'agit de vues documentaires, dans lesquelles la netteté absolue à tous les plans est nécessaire, il suffira d'en réduire l'ouverture jusqu'à la limite convenable. S'il s'agit de sujets de genre, on répartira la netteté à volonté sur les premiers plans ou les derniers suivant l'importance des uns ou des autres

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans la composition, le motif principal présentant toujours le maximum de netteté, ce qui a pour effet d'attirer l'œil plus que sur les parties accessoires.

On a souvent reproché à la photographie de traduire avec une trop grande sécheresse et une extrême minutie de détails, de donner la même importance aux fonds et à l'entourage, ceci tient uniquement à un mauvais usage, dans ce cas particulier, des qualités de l'objectif photographique. Rien n'est plus facile, par une mise au point convenable et par l'emploi raisonné du diaphragme, que de donner un certain flou à tous les objets qui doivent accompagner le sujet principal, le faire ressortir et non pas l'écraser. C'est une question du reste que nous aurons à étudier plus spécialement à propos de la photographie artistique (273).

Détermination du temps de pose.

208. Une fois notre châssis ouvert il s'agit de laisser agir la lumière sur la préparation sensible pendant le temps convenable pour obtenir un négatif complet à tous les points de vue. En effet, comme nous le verrons dans la partie qui concerne le développement, une durée de pose insuffisante ou exagérée outre mesure entraîne des modifications considérables dans la traduction de l'original, et bien que, avec le procédé du gélatino-bromure et un développement rationnel, on ait une certaine latitude dans la durée d'exposition, il n'en est pas moins certain que l'appréciation du temps de pose est une opération capitale, les approximations que l'on obtiendra dans la pratique étant compensées heureusement par cette latitude que permettent les nouveaux procédés convenablement maniés.

Parmi les auteurs qui se sont occupés de cette question, les uns ont préconisé l'emploi d'appareils spéciaux, appelés *Photomètres* ou *Actinomètres*, destinés à déterminer d'une façon précise la durée de la pose : les autres ont établi des tables plus ou moins compliquées, qu'il suffit de consulter dans chaque cas déterminé ; d'autres enfin et, parmi eux nous citerons notre savant collègue M. Wallon, déclarent qu'il faut s'en remettre uniquement à l'appréciation en quelque sorte intuitive de l'opérateur.

De cette variété de méthodes proposées, on peut conclure, de suite, que le problème posé est loin d'être simple ; d'autre part comme nous verrons dans un instant que les appareils indiqués pour régler la durée d'exposition sont fort discutables, que les tables ne contiennent que des renseignements relatifs qui n'excluent en au-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cune manière le jugement de l'opérateur qui aura toujours à apprécier sur quelles bases il devra les appliquer, il s'en suit que, dans l'état actuel de nos connaissances, nous sommes d'accord avec M. Wallon que l'expérience seule peut nous guider avec une précision suffisante dans la pratique. Mais, pour acquérir cette expérience qui nous permettra en quelque sorte instinctivement de déterminer d'une façon très approchée le temps de pose, il faudra connaître à fond les données du problème, apprécier d'un coup d'œil les conditions particulières qui se rencontrent dans chaque cas déterminé et conclure immédiatement.

Si donc pour l'opérateur exercé et au courant de la question cette détermination ne comportera aucune difficulté, il n'en sera pas de même pour le débutant qui devra au préalable ne rien ignorer du sujet que nous allons étudier. C'est alors que l'on reconnaîtra l'importance des travaux faits par des amateurs distingués tels que M. de la Baume Pluvinel et M. de Chapel d'Espinassoux : il faudra se pénétrer des lois qui ont présidé à la confection de leurs tables si intéressantes à consulter et qui constitueront un guide précieux (1).

Pour juger de l'étendue de la question, il nous paraît utile tout d'abord de donner le tableau dressé par M. de Chapel d'Espinassoux et qui résume d'une façon très claire les divers facteurs du temps de pose.

Facteurs du temps de pose. (208. A)

- I. Facteurs naturels.
  - Intensité actinique de l'éclairage ....
    - Lumière du jour.
      - Extérieur.
        - Latitude.
        - Saison.
        - Heure.
        - État du ciel.
        - Altitude.
        - Température.
      - Intérieur.
        - Dimensions de l'ouverture éclairante.
        - Distance de l'ouverture au sujet.
        - Nature du vitrage.
    - Lumière artificielle.
  - Éclat actinique du sujet ....
    - Couleur du sujet.
    - Distance du sujet à l'appareil.
    - Surface du diaphragme.
- II. — Facteurs optiques..
  - Longueur focale ....
    - Principale (sujet éloigné).
    - Variable (sujet rapproché).
  - Lentilles .....
    - Nombre.
    - Forme.
    - Nature du verre.

(1) M. de Chapel d'Espinassoux, *Traité pratique de détermination du temps de pose*. Gauthier-Villars et fils. — M. de la Baume Pluvinel, *Le temps de pose*. Id.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

III. — FACTEURS CHIMIQUES.
- Nature de la surface sensible.....
  - Degré de rapidité.
  - Degré d'orthochromatisme.
  - Degré de persistance de l'impression lumineuse.
- Energie du révélateur .....
  - Composition.
  - Température.
  - Durée d'action.

Il est incontestable que ces divers facteurs n'ont pas tous une influence également prépondérante : les uns peuvent être négligés dans une certaine mesure, les autres tels que ceux qui résultent du choix de l'objectif, de la sensibilité de la plaque employée, de la nature du révélateur, peuvent être considérés comme fixes pour un même opérateur travaillant avec un objectif déterminé, une marque de plaque toujours la même et un révélateur identique. Cela n'empêche que les variations résultant des modifications de l'intensité de la lumière, de l'éclairement propre du sujet et de sa coloration, de l'interposition du diaphragme sont suffisantes en pratique pour nécessiter la connaissance exacte de leur importance combinée qui, seule, permettra de déduire la durée de pose la plus convenable.

I

FACTEURS NATURELS

INTENSITÉ ACTINIQUE DE L'ÉCLAIRAGE

209. La lumière dont l'action sur les surfaces sensibles est la base de la photographie, donne lieu, d'après les données scientifiques admises à l'heure actuelle, à des phénomènes lumineux, calorifiques et chimiques. Laissant de côté les phénomènes calorifiques qui ne paraissent pas avoir d'action dans la production des images photographiques, il faut nous occuper principalement des phénomènes lumineux et surtout chimiques qui nous intéressent plus directement.

La lumière blanche n'est pas homogène et, décomposée par le prisme, elle fournit un spectre formé de couleurs éclatantes disposées dans l'ordre suivant : rouge, orangé, jaune, vert, bleu, indigo, violet.

La répartition des phénomènes calorifiques, lumineux et chimiques n'est pas égale dans les différentes parties du spectre. C'est ainsi que le maximum calorifique se trouve dans une partie invisible à l'œil et qui est située au delà du rouge. Le maximum d'action chimique se trouve également en deçà du violet, dans la partie

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ultra-violette non perceptible pour nous. Enfin le maximum de luminosité se trouve dans la région jaune.

Nous voyons donc de suite que la luminosité et le pouvoir chimique ou l'actinisme ne suivent pas une marche parallèle. D'où la conclusion immédiate que l'intensité de la lumière ne correspondra pas toujours à une même action au point de vue photographique puisque nous n'utilisons que les rayons chimiques. Selon la proportion plus ou moins grande de certaines radiations, l'effet photographique pourra être tout différent, l'effet lumineux paraissant le même.

Voici d'ailleurs un tableau emprunté à O. N. Rood qui indique parfaitement l'intensité lumineuse des différentes parties du spectre.

Celui-ci est supposé divisé en 1000 parties de la raie A à la raie H.

Tableau indiquant la luminosité des différentes régions du spectre donné par le prisme. (**209. A**.)

Position.	Luminosité.	Couleur.
De 40.5 à 57	80	Rouge foncé.
» 104,5 à 112.71	493	Rouge pur.
» 112.71 à 138,5	1.100	Rouge.
» 158.5 à 168.5	2.773	Rouge-orangé.
» 189 à 220,31	6.985	Orangé et jaune-orangé.
» 220,31 à 231.5	7.891	Jaune-orangé.
» 231,5 à 363.11	3.033	Jaune verdâtre, vert-jaune et vert.
» 389.85 à 493.22	1.100	Vert-bleu et bleu-cyané.
» 493,22 à 558.5	483	Bleu.
» 623.5 à 689.5	90.6	Outremer (artificiel).
» 753,58 à 825.5	35.9	Violet-bleu.
» 896.5 à 956	13.1	Violet.

Dans la pratique ces variations de l'actinisme dépendent donc de la source lumineuse elle-même, puis des milieux qu'elle traverse et des modifications qu'elle subit par réflexion sur les divers objets de la nature; nous devrons par suite étudier d'une part l'intensité de la lumière et de l'autre la nature des objets qu'elle éclaire et que nous cherchons à reproduire.

210. Des variations de l'intensité de la lumière à l'extérieur.

Nous avons à parler tout d'abord de celle émise par le soleil qui préside à la généralité des opérations photographiques, puis accessoirement des lumières artificielles qui, depuis quelque temps, ont pris une part considérable dans certains travaux.

L'intensité de la lumière dépend: 1° de la hauteur du soleil au-dessus de l'horizon, c'est-à-dire de la latitude et pour un même lieu du jour et de l'heure; 2° de l'état de l'atmosphère et; 3° de l'altitude au-dessus du niveau de la mer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Coefficients d'éclairage sous toutes les latitudes (212.A).

Coefficients de pose à l'extérieur selon la hauteur du soleil au-dessus de l'horizon et selon l'état du ciel.

HAUTEUR du soleil au-dessus de l'horizon.	PLEIN SOLEIL sur le sujet.	CIEL BLEU sans soleil sur le sujet.	CIEL COUVERT et gris.	CIEL COUVERT et très sombre.
0°	54	54	81	135
10	9,8	18	15	25
20	3,2	6,4	9.6	16
30	1,8	4,8	7.2	12
40	1,4	4	6.6	11
50	1,1	4	6	10
60	1.0	4	6	10
66 (1)	1,0	4	6	10
70	1,0	4	6	10
80	0,9	4	6	10
90	0,9	4	6	10

(1) La hauteur de 66°, soit celle du soleil à Paris le 21 juin à midi, est prise pour unité.

D'après les indications de M. de Chapel d'Espinassoux, à 2,000 mètres, le temps de pose est moitié moindre qu'au niveau de la mer (ne pas confondre niveau de la mer avec bord de la mer car, de ce cas particulier, on sait que par suite de la grande quantité de rayons réfléchis par les flots, la lumière est plus active que dans l'intérieur des terres).

L'influence de la température n'est pas mieux étudiée. Il parait cependant établi que les grands froids et les grandes chaleurs ralentissent dans une certaine mesure l'action photographique. Le maximum d'action semblerait être vers 10° centigrades.

De ce côté il y aurait certainement des recherches originales et intéressantes à effectuer.

213. Des variations de l'intensité de la lumière dans les intérieurs.

Dans ce cas particulier, deux nouveaux facteurs vont intervenir, et c'est pour cette raison que l'appréciation de la durée de pose est, à notre avis, beaucoup plus délicate qu'à l'extérieur.

Ces facteurs sont : 1° la dimension de l'ouverture ou des ouvertures permettant l'admission de la lumière ;

2° La distance qui sépare le modèle de ces ouvertures.

Ici nous devrons appliquer deux lois d'optique élémentaire qui nous apprennent que : 1° *la quantité de lumière est directement*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

proportionnelle aux surfaces d'admission et que 2°, *les quantités de lumière reçues normalement par une même surface à différentes distances d'une même ouverture lumineuse sont en raison inverse du carré des distances.*

En conséquence, la durée de pose sera d'autant plus prolongée que la surface d'admission sera plus petite et que le modèle sera plus éloigné de l'ouverture, et ceci dans les rapports que nous venons d'indiquer. — Si l'intérieur à reproduire comporte divers plans, il sera très difficile, pour ne pas dire impossible, de les obtenir à leur juste valeur. C'est ce qui explique, entre parenthèses, la difficulté que l'on éprouve à faire convenablement des clichés de ce genre surtout quand les surfaces d'admission de la lumière sont très petites.

La question du vitrage n'est pas à négliger car, par suite de sa coloration propre, il faudra introduire encore de nouvelles modifications dans l'appréciation du temps de pose. On se règlera à cet effet sur la coloration plus ou moins photogénique du vitrage.

Mais la question de la photographie des intérieurs est bien simplifiée, maintenant que l'on peut les reproduire facilement à la lumière artificielle.

214. Emploi de la lumière artificielle dans les intérieurs.

Grâce à l'extrême sensibilité des plaques au gélatino-bromure d'argent, on peut se servir avec succès des lumières artificielles, ce qui permet d'opérer lorsque la lumière du jour fait défaut.

Il est donc nécessaire de connaître les coefficients de temps de pose à adopter d'après les diverses sources de lumière. Nous prenons toujours la même unité (Plein soleil, midi 21 juin). Nous nous trouverons alors placés dans les conditions ordinaires et il suffira de connaître le coefficient de puissance actinique de la source employée en se reportant au tableau suivant :

Bougie ordinaire	18.000
Lampe à huile ordinaire ou lampe à pétrole à mèche ronde	2.250
Bec de gaz papillon	1.000
Lampe à incandescence d'Edison ou de Swann alimentée par 14 éléments de Grove	50.000
La même, alimentée par 20 éléments	4.700
— — 24 —	1.600
Lumière oxhydrique	50
— électrique à arc	36
Fil de magnésium plat de 3mm de largeur	14

Ces coefficients sont calculés à la distance de 1 mètre à partir de la source lumineuse ; pour des distances plus grandes, il faudra

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

augmenter la pose d'après la loi suivante : « *L'intensité de l'éclairage est en raison inverse de la distance qui sépare le sujet de la source lumineuse* ». Il manque à ce tableau les coefficients des sources de lumière produites par la combustion du magnésium en poudre soit pur soit mélangé à des substances oxydantes : d'après nos expériences personnelles ces coefficients ne doivent guère être éloignés de l'unité. Avec ces produits dont la durée de combustion est très faible, il ne sera pas possible de modifier la durée d'exposition ; on devra procéder autrement. On augmentera la quantité de substance employée d'autant plus que le modèle sera plus éloigné ou on multipliera le nombre des foyers lumineux.

Il existe cependant des dispositifs permettant d'obtenir un éclairage artificiel d'une manière continue. Nous en parlerons tout spécialement dans le chapitre consacré à l'étude de l'emploi des lumières artificielles en photographie.

215. Des instruments propres à déterminer l'intensité de la lumière.

Il est indiscutable que si nous pouvions employer un appareil simple et pratique qui nous permettrait, au moment de l'opération, de connaître l'intensité de la lumière, la détermination de la durée de pose pourrait se faire avec grande précision. Aussi a-t-on fait de ce côté de nombreuses recherches et divers appareils ont été préconisés. Il s'agit d'examiner quelle est leur valeur et quelle confiance on pourra leur accorder. Nous ne parlerons bien entendu que des appareils destinés aux praticiens et non de ceux qui ont pu être utilisés dans des recherches scientifiques. La délicatesse de fonctionnement de ces derniers et leur prix élevé en font des instruments de laboratoire qu'on ne saurait employer dans le travail au dehors.

Parmi les divers appareils proposés, nous aurons à distinguer d'une part les *actinomètres* qui sont basés sur l'action de la lumière sur un corps sensible et de l'autre les *photomètres* qui reposent sur l'appréciation par l'œil de l'intensité de la lumière.

216. Actinomètres.

La plupart sont basés sur le noircissement plus ou moins prononcé d'un morceau de papier albuminé sensible exposé pendant un temps donné. — Ce papier est placé sous un écran percé d'une ouverture et on compare la teinte obtenue à une échelle de teintes graduées et numérotées. Une table permet de déduire de cette comparaison la durée proportionnelle de la pose à effectuer.

D'autres fois l'appareil ne comporte qu'une teinte et on expose, en notant le temps, jusqu'à ce que la teinte égale soit obtenue. Les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

variations des temps nécessaires pour atteindre ce résultat seraient proportionnelles aux variations d'intensité actinique.

Sans parler des différences de sensibilité que peut présenter le papier sensible d'après sa préparation, son âge, il est certain que les résultats obtenus ne sont que relatifs et doivent être combinés avec les autres éléments du temps de pose. De plus, la nature du sel sensible n'étant pas la même que celle des sels employés sur la plaque, on peut se demander si l'action de la lumière sera identique pour les deux substances. Il n'en est rien et le papier au chlorure d'argent étant infiniment moins sensible aux faibles lumières que les préparations au gélatino-bromure d'argent les comparaisons seront fort inexactes.

Du reste, dans ce cas particulier, la production de la teinte peut demander un temps fort long, inadmissible dans la pratique, tandis qu'en pleine lumière l'action sera si rapide que l'opérateur n'aura pas le temps de s'arrêter sûrement à la teinte voulue. D'ailleurs, même dans les conditions les plus favorables, l'opération demande quelques instants et la lumière aura pu se modifier.

Enfin, on a reproché aux actinomètres de n'apprécier que la lumière reçue au voisinage de l'opérateur et non pas réellement celle qui est utilisée pour la formation de l'image. Cette critique est assurément très fondée et infirme absolument la valeur de ces appareils qui ne sont pas entrés, du reste, dans la pratique.

217. Pour éviter les reproches qui ont été faits à ces instruments, surtout en ce qui concerne les sensibilités différentes à la lumière du papier nitraté et des plaques au gélatino-bromure et pour opérer rapidement même dans les endroits très sombres, notre collègue M. Vidal qui, en particulier, est un de ceux qui se sont le plus occupé de la question, a combiné un appareil, à notre avis très bien compris, qui permet d'utiliser des plaques au gélatino-bromure. On fait passer devant une plaque un écran percé d'ouvertures rectangulaires de dimensions différentes. On obtient ainsi des bandes impressionnées dont l'opacité est proportionnelle à l'intensité de la lumière, à la dimension des ouvertures, à la vitesse de translation de l'écran, à la composition du révélateur et à sa durée d'action.

Au moyen d'un dispositif très ingénieux, on peut faire tomber la plaque dans un récipient où on la développe pendant un temps déterminé avec un révélateur type. On la fixe et on l'examine. — Comme la vitesse de l'écran est toujours la même et les dimensions des ouvertures également, il est facile de comparer avec assez de précision les teintes obtenues avec une échelle établie auparavant et qui donnera la valeur de l'intensité actinique de la lumière. Cet

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

appareil nous paraît susceptible de donner des renseignements plus sérieux que les actinomètres à sels d'argent : néanmoins son prix élevé, la durée de l'opération qui comporte un développement et un fixage, la difficulté d'apprécier exactement des teintes légères en font plutôt un appareil de laboratoire qui pourrait être avantageusement utilisé dans certains cas.

218. Photomètres.

Ces instruments, ainsi que nous l'avons dit précédemment, ont pour but d'apprécier l'intensité lumineuse ; par suite, *à priori*, ils ne peuvent donner aucune indication sur l'intensité actinique. Néanmoins dans certaines conditions toutes spéciales, aux heures de la journée où la lumière et l'actinisme suivent une marche à peu près parallèle ils fournissent certaines indications approchées car ils permettent d'examiner l'image même formée dans la chambre noire.

Nous citerons d'abord le photomètre de Simonoff formé d'une sorte de lorgnette avec des caractères imprimés au gros bout et une série de diaphragmes que l'on diminue jusqu'au moment où l'on ne peut plus lire les caractères ; la lumière est en raison inverse de l'ouverture de ces diaphragmes. Cet appareil a été modifié par M. Vidal qui y adapte une échelle d'opacité croissante obtenue avec des bandes de papier pelure et portent des numéros se détachant sur fond noir, on cherche le dernier chiffre visible. En dehors des critiques générales que l'on peut faire de ces appareils, il paraît prouvé qu'ils présentent d'autres causes d'erreurs qu'on ne saurait négliger et qui proviennent de l'accoutumance de l'œil à l'obscurité et de la persistance de l'image sur la rétine.

Le photomètre Decoudun, très répandu, permet d'examiner l'image formée sur le verre dépoli au travers d'une ouverture percée dans deux disques superposés. Un troisième disque mobile entre les deux autres permet de faire défiler devant la fenêtre des points transparents d'opacité différente. Ceux-ci sont au nombre de quatre et l'un d'eux est d'un diamètre plus grand ; on fait avancer le disque jusqu'au moment ou trois points ayant disparu, le plus grand reste encore visible. On regarde au verso de l'appareil et le temps de pose s'y trouve indiqué (fig. 146).

Comme le fait remarquer très justement M. de Chapel d'Espinassoux cet appareil tient compte du facteur lumière, du facteur distance qui amène naturellement des modifications de l'éclairement de l'image et enfin des facteurs optiques puisque l'on examine l'image formée par l'objectif. Par contre, comme il est basé sur l'action physiologique, il ne donne aucun renseignement sur l'intensité

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

actinique provenant de l'intensité chimique de la lumière après réflexion sur le modèle. Il ne peut donc servir aux heures de la journée, où l'intensité de lumière et l'actinisme sont fort différents ou lorsque l'on a affaire à des sujets colorés. De même que dans le photomètre Simonoff, l'accoutumance de l'œil amènera des variations dans la perception des points transparents; de plus, l'éclat de la lumière fait varier également les résultats trouvés, c'est ainsi qu'avec un éclairage très brillant, il sera impossible de percevoir des points que l'on verrait très bien par un temps plus sombre.

Cet appareil gagnerait à être muni d'une table de correction calculée d'après l'heure de la journée, la saison et la coloration du modèle.

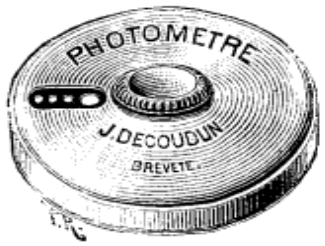


Fig. 146. — Photomètre de M. Decoudun.

Un dernier appareil vient d'être proposé tout récemment par M. Georges Richard et il est dénommé « le temps de pose ». Cet appareil se compose d'une lunette au moyen de laquelle on examine l'image sur le verre dépoli, dans la partie qui correspond à l'éclairage moyen de l'ensemble. Le champ de la lunette est éclairé et on aperçoit un cercle brillant. On tourne alors une bague extérieure qui commande un diaphragme intérieur à ouverture spirale jusqu'au moment où l'on cesse d'apercevoir toute trace de lumière dans la lunette. On regarde alors extérieurement le numéro devant lequel l'index de la bague mobile s'est arrêté, et le temps de pose s'y trouve indiqué.

Cet appareil, aussi critiquable que les précédents, au point de vue théorique, donne néanmoins comme ceux-ci, du reste, des résultats assez approchés dans la pratique. Ils peuvent donc fournir quelques indications qui guideront dans une certaine mesure le débutant, mais il ne faudra pas oublier que l'on doit tenir compte des autres données du problème sous peine de commettre de graves erreurs.

ÉCLAT ACTINIQUE DU SUJET

219. Les variations de l'éclat actinique dépendent : 1° de la coloration propre du sujet ; 2° de la distance qui le sépare de l'appareil photographique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

220. 1° **Couleur du sujet.**

Comme nous l'avons vu, les diverses radiations colorées n'ont pas le même actinisme ; par suite, suivant la coloration propre du sujet, les temps de pose devront varier dans d'assez grandes limites. Si l'on suppose le modèle d'une seule et même coloration et en admettant qu'il faille l'unité de pose pour le blanc, voici les coefficients suivant les diverses colorations :

Blanc	1
Gris clair	3
Gris foncé	6
Bleu clair	1.5
Bleu foncé	3
Violet clair	1,5
Violet foncé	3
Jaune clair	6
Jaune foncé	16
Vert clair	6
Vert foncé	15.5
Brun clair	6.5
Brun foncé	15
Rouge clair	7.5
Rouge foncé	16
Noir	16

Mais en pratique il en sera rarement ainsi et devant la multiplicité des colorations qui peuvent se rencontrer, il sera impossible de se conformer rigoureusement à ce tableau : on devra donc chercher à obtenir la bonne venue des colorations les moins actiniques.

Il est vrai qu'avec cette manière de faire, on aura certainement dépassé de beaucoup le temps de pose nécessaire pour les parties les plus actiniques, celles-ci se trouveront donc surexposées. Mais ceci n'est pas, dans l'espèce, un inconvénient car l'intensité de l'image obtenue n'est pas en rapport direct avec la durée d'exposition comme nous le verrons plus loin en parlant de la méthode générale de la sur-exposition (340). D'autre part, si les résultats obtenus ne sont pas satisfaisants, on aura toujours la ressource d'éteindre dans une certaine mesure les rayons trop actiniques au moyen d'un verre coloré de teinte convenable (293).

La question de la coloration du modèle, non négligeable dans les paysages et les portraits, est surtout importante dans la reproduction de tableaux ou d'objets polychromes.

221. 2° **Distance qui sépare l'appareil photographique de l'objet à reproduire.**

Nous verrons dans un instant que les temps de pose sont proportionnels aux carrés des longueurs focales des objectifs. Or pour un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

même objectif, nous savons que la longueur focale augmente au fur et à mesure que le modèle se rapproche, il s'en suit que la durée de la pose se trouvera d'autant plus augmentée que le modèle se rapprochera. Mais, en dehors de cette loi qui est constante, il nous faut signaler un fait d'expérience qui est indiscutable et que les règles généralement adoptées n'expliquent pas suffisamment. Nous pouvons obtenir sur la plaque, si l'objectif a une profondeur de foyer suffisante ou, avec n'importe quel objectif si nous diaphragmons suffisamment, une image également nette d'objets situés à des distances fort différentes. En suivant avec attention le développement, on constatera que pour des objets également éclairés et de dimensions identiques, l'intensité sera d'autant plus grande qu'ils seront plus éloignés. On ne saurait faire intervenir dans ce cas particulier la loi précédente, puisque l'image des objets différemment distants se fait dans le même plan focal. On peut alors faire remarquer que la quantité des rayons envoyés par une même surface à différentes distances est en raison inverse des dimensions des images correspondantes, par suite, théoriquement, la durée d'exposition devrait être d'autant plus prolongée que le modèle est plus près, c'est du reste ce que la pratique démontre d'une façon péremptoire. Mais on objecte que l'intensité des rayons réfléchis par le même objet à différentes distances s'affaiblit en raison inverse du carré des distances, de telle sorte qu'il devrait y avoir compensation. Or, nous le répétons, le résultat est en désaccord complet avec ce que l'on observe dans la pratique et l'impression, qui résulte de la répartition sur une plus petite partie de la couche de la somme de rayons émanés d'un objet situé à grande distance, est supérieure à la diminution de l'intensité de ces mêmes rayons qui traversent une couche plus considérable de l'atmosphère. On constate la vérité de ce que nous avançons dans les épreuves présentant obliquement une surface également éclairée telle qu'un mur par exemple; l'intensité obtenue est d'autant plus faible que l'échelle de reproduction augmente. Dans un groupe composé sur plusieurs rangs ou disposé obliquement, on remarque également le même fait; l'intensité des personnages diminuera au fur et à mesure qu'ils seront plus rapprochés.

II

FACTEURS OPTIQUES

222. Ces facteurs tiennent à la clarté de l'objectif employé et la pose doit varier :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1° Suivant l'ouverture de l'objectif ;
2° Suivant la distance qui le sépare de la plaque ;
3° Suivant le nombre et la nature des verres qui le constituent :

223. 1° De l'ouverture de l'objectif.

La lumière admise est directement proportionnelle aux surfaces d'éclairage : il s'en suit que, dans l'objectif, la quantité de lumière admise sera proportionnelle à son ouverture. Celle-ci étant un cercle et les surfaces des cercles étant entre elles comme les carrés des diamètres, la quantité de lumière admise sera en raison directe du carré du diamètre de l'ouverture. Mais dans un objectif l'ouverture étant constituée le plus généralement par des diaphragmes plus ou moins grands, on pourra dire que « *les temps de pose sont inversement proportionnels aux carrés des diamètres des diaphragmes* ».

Pour connaître les temps de pose nécessités avec deux objectifs différents mais de même longueur focale, il faudra mesurer le diamètre des diaphragmes : il en sera de même avec un seul objectif pour savoir le temps de pose nécessaire avec chacun d'eux. Il suffira alors de prendre pour unité le carré du diamètre du plus grand diaphragme et de le diviser successivement par le carré du diamètre de chacun des autres : les quotients obtenus seront les coefficients de pose et devront être gravés sur les diaphragmes. D'après les décisions du Congrès de Photographie, le diaphragme qui est le dixième de la longueur focale principale doit être pris pour unité et les ouvertures des autres diaphragmes calculées de telle façon que les temps de pose aillent toujours en doublant ou en diminuant de moitié. Ce mode de graduation est du reste adopté déjà par divers opticiens et l'acheteur doit l'exiger.

224. De la longueur focale.

Nous avons vu qu'il était facile de connaître le coefficient de pose lorsque deux objectifs avaient même longueur focale ou que pour un même objectif cette longueur était constante, or, il n'en est pas toujours ainsi, le foyer des objectifs est très variable et même pour un objectif déterminé cette longueur se modifie d'après la distance du modèle.

Plus la longueur focale augmentera, plus la durée d'exposition devra être prolongée. On sait en effet, que *les quantités de lumière reçues normalement sur une même surface, à différentes distances d'une même ouverture lumineuse sont en raison inverse du carré des distances*. D'où on conclut que *les temps de pose sont proportionnels aux carrés des longueurs focales des objectifs*.

Il sera donc essentiel de connaître très exactement la longueur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

focale, ainsi que les variations de cette longueur suivant la distance du modèle. Pour la mesure de la distance focale nous renvoyons aux méthodes que nous avons indiquées précédemment (103).

Cette distance indispensable à connaître doit être gravée sur la monture de l'objectif. Jusqu'à ces dernières années, elle était donnée par les constructeurs avec une approximation fort douteuse, maintenant on peut la déterminer avec grande précision au moyen d'appareils que l'on trouve au laboratoire de la Société française de Photographie.

225. Si l'opérateur désire comparer deux objectifs de longueur focales différentes, en vue de déterminer les coefficients de pose applicables avec chacun d'eux, il élevera au carré ces deux longueurs, les objectifs étant munis de diaphragmes égaux : le rapport des carrés donnera le rapport des temps de pose. On procédera de même pour un seul objectif, l'ouverture restant constante.

Mais la plupart du temps les ouvertures elles-mêmes varient et il est préférable de combiner le coefficient résultant de la variation d'ouverture avec le coefficient résultant de la variation de la longueur focale.

On établit alors la règle suivante : *Le temps de pose variant comme le carré de la longueur focale et inversement comme le carré du diamètre de l'ouverture, il s'en suit que le temps de pose est directement proportionnel au carré du quotient de la longueur focale par le diamètre du diaphragme.* Ce quotient représente l'*ouverture exprimée en fonction de la longueur focale* et indique le *Pouvoir lumineux de l'objectif* ou encore *sa clarté*. En pratique il est exprimé par la lettre F placée au devant ou au-dessus du quotient. Ainsi $\frac{F}{10}$ ou *f* 10 indique un objectif dont l'ouverture est le dixième de la longueur focale principale.

Pour déterminer les coefficients de pose résultant du pouvoir lumineux de deux objectifs, il suffit d'établir le rapport entre le carré des quotients. On prend l'objectif qui doit servir de terme de comparaison, on mesure en millimètres la longueur focale et le diamètre du diaphragme, on divise le premier chiffre par le second et l'on élève le quotient au carré. — On procède de même pour l'objectif à comparer (ou pour le même objectif autrement diaphragmé ou dont la longueur focale aura varié). Le rapport des carrés des deux quotients donne le rapport des temps de pose.

226. Voici d'ailleurs une table (226-A) qui évitera tous les calculs et donnera les coefficients de pose selon les variations du pouvoir lu-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mineux de l'objectif ou autrement dit les coefficients de clarté, l'ouverture $\frac{f}{10}$ est prise comme unité.

Coefficients de clarté. (**226. A**).

OUVERTURES.	COEFFICIENTS DE POSE.	OUVERTURES.	COEFFICIENTS DE POSE.	OUVERTURES.	COEFFICIENTS DE POSE.
F/3	0,09	F/18	3,24	F/40	16,00
F/4	0,16	F/19	3,61	F/42	17,64
F/5	0,25	F/20	4	F/44	19,36
F/6	0,36	F/21	4,41	F/46	21,16
F/7	0,49	F/22	4,84	F/48	23,04
F/8	0,64	F/23	5,29	F/50	25,00
F/8,5	0,72	F/24	5,76	F/55	30,25
F/9	0,81	F/25	6,25	F/60	36,00
F/9,5	0,90	F/26	6,76	F/65	42,25
F/10	1,00	F/27	7,29	F/70	49,00
F/11	1,21	F/28	7,84	F/75	56,25
F/12	1,44	F/29	8,41	F/80	64,00
F/13	1,69	F/30	9	F/85	72,25
F/14	1,96	F/32	10,24	F/90	81,00
F/15	2,25	F/34	11,56	F/95	90,25
F/16	2,56	F/36	12,96	F/100	100,00
F/17	2,89	F/38	14,44		

227. Pour connaître les variations des coefficients de pose résultant des modifications de la longueur focale provenant du rapprochement ou de l'éloignement du modèle on peut consulter avec fruit la table (227-A) dressée également par M. de Chapel d'Espinassoux.

Coefficients de réduction et d'agrandissement. (**227. A**).

RÉDUCTION.	COEFFICIENTS de pose.	AGRANDISSEMENT.	COEFFICIENTS de pose.
1 (Image égale au sujet).	4	1 (Image égale à l'objet).	4
1 1/2 —	2,8	1 1/4 —	5,04
2 —	2,2	1 1/2 —	6,24
2 1/2 —	2	1 3/4 —	7,48
3 —	1,75	2 —	9
3 1/2 —	1,64	2 1/4 —	10,54
4 —	1,55	2 1/2 —	12,24
5 —	1,43	2 3/4 —	14,04
7 —	1,30	3 —	16
10 —	1,22	3 1/4 —	18
15 —	1,17	3 1/2 —	20,24
20 —	1,08	3 3/4 —	22,66
25 —	1,07	4 —	25
50 —	1,03	4 1/2 —	29,24
100 —	1	5 —	36

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le temps de pose nécessaire pour la reproduction d'un objet au $\frac{1}{100}$ est pris comme base. — Au delà de la réduction au $\frac{1}{100}$ il n'y a plus à se préoccuper des variations de la longueur focale, et même en pratique, on peut les négliger au delà de la réduction au $\frac{1}{10}$.

228. En dernier lieu, la table (228-A) a pour but d'éviter à l'opérateur, lorsqu'il s'agit de sujets très rapprochés, de mesurer l'allongement de la longueur focale principale qui en résulte et de calculer la diminution du pouvoir lumineux de l'objectif qui s'en suit. — Il lui suffira de connaître la distance du sujet à l'appareil. — Lorsque cette distance devient supérieure à 10 fois la longueur focale principale, les variations de pouvoir lumineux deviennent négligeables. La pose nécessaire à la reproduction du sujet, lorsque la longueur focale est égale à la longueur focale principale, est prise pour unité.

Coefficients de distance. (**228. A**).

LONGUEURS FOCALES PRINCIPALES EN CENTIMÈTRES. \ DISTANCES DE L'OBJET A L'OBJECTIF EN MÈTRES.	0.15	0,20	0,30	0,40	0,50	0,75	1.0	1.25	1,50	2,0	2.50	3.0	4.0	5,0
10	9,0	4,0	2,2	1,8	1,6	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0
15		16,0	4,0	2,6	2,0	1,6	1,4	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1,0
20			9,0	4,0	2,8	1,9	1,6	1,4	1,3	1,3	1,2	1,1	1,1	1,1
25			36,0	7,1	4,0	2,2	1,8	1,6	1,4	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1
30				16,0	6,2	2,8	2,0	1,7	1,6	1,4	1,3	1,2	1,2	1,1
35				64,0	11,1	3,5	2,4	1,9	1,7	1,5	1,3	1,3	1,2	1,1
40					25,0	4,6	2,8	2,2	1,8	1,6	1,4	1,3	1,2	1,2
45					100,0	6,2	3,3	2,4	2,0	1,7	1,5	1,4	1,3	1,2
50						9,0	4,0	2,8	2,2	1,8	1,6	1,4	1,3	1,2
55						14,1	4,9	3,2	2,5	1,9	1,6	1,5	1,3	1,3
60						25,0	6,2	3,5	2,8	2,0	1,7	1,6	1,4	1,3

229. De la constitution des lentilles.

C'est le dernier facteur optique que nous ayons à examiner et qui provient du nombre, de la forme et de la nature des verres et nous pourrions ajouter du mode de collage des lentilles entre elles. Son importance est à peu près négligeable par suite des progrès actuellement réalisés dans l'optique photographique.

Il est certain, toutes choses étant égales d'ailleurs, que la clarté d'un objectif sera d'autant plus grande que le nombre des lentilles qui le composent sera plus faible et que leur épaisseur sera

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

moindre : mais nous le répétons, en pratique, ces différences sont peu importantes.

Ce qui nous paraît plus intéressant à signaler, c'est l'importance du diamètre des lentilles sur la clarté, fait dont on ne tient pas compte en général. — Ainsi deux objectifs de même foyer et diaphragmés également doivent, d'après ce qui a été dit précédemment, avoir la même clarté. Et cependant, si les lentilles du premier sont de plus grandes dimensions que celles du second, il n'en est pas ainsi comme nous l'avons déjà indiqué (102).

III

FACTEURS CHIMIQUES

230. Ils tiennent à la nature de la surface sensible et à l'énergie du révélateur.

1° **De la sensibilité de la couche photographique.**

Celle-ci dépend du procédé employé tout d'abord et, dans un même procédé, des conditions de fabrication qui peuvent amener des différences qui sont loin d'être négligeables. On devra donc, par un des procédés indiqués auparavant (198), déterminer la sensibilité de la préparation employée.

Si l'on emploie des plaques orthochromatiques dont la sensibilité est profondément modifiée par l'introduction des substances susceptibles d'exalter leurs qualités pour la reproduction de telle ou telle couleur ou, si l'on interpose un écran jaune soit avec ces plaques soit avec les plaques ordinaires, on devra rechercher avec soin ces modifications de sensibilité et connaître exactement le retard qu'apporte la présence du verre coloré.

231. A titre d'exemple, nous donnons le coefficient de sensibilité de diverses couches sensibles :

	NATURE DE LA PLAQUE.	Coefficient de pose.
Plaque	au gélatino-bromure d'arg. marquant 25 au sensitomètre Warnerke.	1,0
	— — 24 —	1,3
	— — 23 —	1,8
	— — 22 —	2,4
	— — 21 —	3,2
	— — 20 —	4,2
	— — 15 —	17,8
	au collodion humide — 13 —	31,6
	au gélatino-chlorure d'argent	30 à 200
	au collodio-bromure d'argent	50 à 250
	au collodion sec (développé à l'acide pyrogallique)	300
	daguérienne	500 à 1500

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

232. De l'énergie du révélateur.

L'énergie propre du révélateur a une influence qu'on ne saurait nier sur la détermination du temps de pose; en effet, plus elle sera grande, plus on pourra réduire l'exposition et réciproquement.

Malheureusement la détermination de l'énergie du révélateur est une question bien délicate puisqu'elle dépend de la nature des produits constituants, de leurs proportions, de la température, de la durée d'action et même, dans une certaine mesure, de la manière dont ils auront été mélangés et du moment précis de leur action sur la plaque.

Il nous paraît d'ailleurs plus raisonnable et plus sûr, non pas de régler l'exposition d'après le développement mais plutôt de conduire celui-ci avec méthode pour corriger les erreurs inévitables que l'on commettra (332).

Il faudra, d'autre part, ne pas oublier que d'après certaines observations faites l'image latente tend à s'affaiblir avec le temps (197); par suite, il sera recommandé d'augmenter les temps de pose d'une manière générale et d'autant plus qu'il doit s'écouler plus de temps entre l'exposition et le développement. C'est une remarque que les voyageurs ne devront jamais oublier.

La combinaison de ces différents facteurs a permis à M. de Chapel d'Espinassoux qui nous a servi de guide dans cette partie de notre travail, d'établir des tables très complètes avec des objectifs déterminés. Il est facile à tous de faire des tables analogues, et elles peuvent être très utiles dans les nombreuses hypothèses de la pratique.

A titre d'exemple nous donnons une des tables dressées par l'auteur (222-A) pour un de ses objectifs (aplanétique de 0.27 de longueur focale principale).

Les diamètres des divers diaphragmes correspondent à peu près aux ouvertures suivantes :

Numéros des diaphragmes.	Coefficients de clarté.
1	$\frac{F}{7}$
$1\frac{1}{3}$	$\frac{F}{8}$
4	$\frac{F}{14}$
16	$\frac{F}{28}$
64	$\frac{F}{57}$
256	$\frac{F}{100}$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Temps de pose pour un objectif aplanétique de 0m,27 de distance focale principale, par plein soleil, le 21 juin, milieu du jour. Latitude moyenne de la France. Plaques Monckhoven. (D'après M. de Chapel d'Espinassoux.)

COEFFICIENTS DE CLARTÉ.	F/100	F/56	F/28	F/14	F/8	F/7
1. Nuages	0m1s3	0m0s32	0m0s08	0m0s02	0m0s0075	0m0s0056
2. Mer. Neige	2,6	0,64	0,16	0,04	0,015	0,011
3. Bateaux en mer. Glaciers avec rochers	9	2,2	0,56	0,14	0,045	0,034
4. Lointains et vues panoramiques sans masses de verdure	5,6	1,4	0,36	0,09	0,03	0,022
5. — — avec masses de verdure claire	9	2,2	0,56	0,14	0,04	0,034
6. — — avec masses de verdure foncée	11	2,8	0,7	0,18	0,06	0,045
7. Vue de verdure avec nappe d'eau	16	4	1,0	0,24	0,08	0,06
8. — rapprochée seule	28	7	1,8	0,44	0,15	0,11
9. Bords de rivières ombragés	1,0	14	3,5	0,9	0,3	0,22
10. Dessous de bois à couvert léger, très éclairé	1,0	14	3,5	0,9	0,3	0,22
11. — — moins éclairé	2,0	28	7	1,8	0,6	0,45
12. — à couvert épais	3,0	44	11	2,7	0,9	0,67
13. — avec masses de verdure ou troncs foncés à l'avant-plan.	7,20	1,50	28	7	2,2	1,7
14. Fonds de ravins ombragés	7,20	1,50	28	7	2,2	1,7
15. Excavations de rochers	2	28	7	1,8	0,6	0,45
16. Monuments blancs et vues avec plans rapprochés bien éclairés	12	3	0,8	0,2	0,7	0,05
17. — sombres et vues avec plans rapprochés peu éclairés	18	4,4	1,1	0,28	0,9	0,07
18. Détails d'architecture, pierre claire	28	7	1,8	0,45	0,15	0,11
19. — pierre sombre	1,0	14	3,5	0,9	0,3	0,22
20. Cours intérieures en partie dans l'ombre	1,0	14	3,5	0,9	0,3	0,22
21. Sujets animés. Natures mortes	28	7	1,8	0,45	0,15	0,11
22. Groupes et portraits en pied, à l'ombre,	»	28	7	1,8	0,6	0,45
23. — — très près d'une fenêtre ou d'un abri	»	»	14	3,6	1,2	0,9
24. — — à l'atelier	»	»	22	5,6	1,9	1,4
25. — — dans un salon ordinaire	»	»	»	30	10	7
26. Reproductions de traits, cartes ou gravures	28	7	1,8	0,44	0,15	0,11
27. — de photographies	40	10	2,6	0,7	0,22	0,17
28. Intérieurs d'appartements bien éclairés	20,0	5,0	1,10	18	7	4,5
29. — — sombres	1	14,0	3,30	52	18	13
30. Intérieur d'église bien éclairé	4h15m	1h4m	16,0	4,0	1,20	1,0

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

233. Pour nous résumer dans cette question capitale de l'appréciation de la durée d'exposition, suivant les diverses hypothèses de la pratique, nous reconnaissons qu'il faut être pénétré des principes généraux que nous venons de poser et savoir les appliquer judicieusement.

L'approximation que l'on obtiendra avec un peu d'expérience sera compensée par la latitude que donne un développement conduit rationnellement. Il n'en sera pas de même avec les développements à formule fixe qui ne permettent pas de corriger avec autant de facilité les écarts de pose.

On peut d'ailleurs établir en principe qu'il vaut mieux dépasser légèrement la pose normale que de rester en dessous. En effet, par le développement rationnel, on peut toujours obtenir un bon négatif même quand la pose normale a été quelque peu dépassée, tandis que si elle a été insuffisante, il sera impossible malgré toutes les ressources du développement d'obtenir un négatif complet. Le révélateur ne saurait en effet faire apparaître ce que la lumière n'a pas imprimé ; au contraire, dans l'hypothèse inverse, il sera toujours possible d'obtenir le résultat cherché.

Cette méthode générale qui consiste à dépasser sûrement la pose normale constitue la méthode de la surexposition dont nous aurons à parler longuement à propos de son influence sur la valeur du négatif (340). En effet, non seulement dans le cas présent, elle assure la réussite qui serait plus que douteuse avec une sous exposition, mais encore elle permet d'obtenir de bons résultats lorsque le négatif présente des oppositions très fortes ou de valeurs ou de couleurs. Dans ce dernier cas elle doit être d'autant plus forte que les oppositions du modèle seront plus grandes.

Mais nous dira-t-on, puisque nous ne pouvons déterminer d'une manière exacte la pose normale, comment ferons-nous pour réaliser la surexposition qui consiste à prolonger plus ou moins la pose normale? C'est encore l'expérience qui devra nous guider et si le débutant commet d'abord quelques erreurs inévitables, il saura bien vite dans quelles limites il devra poser dans chaque cas déterminé.

Cette appréciation rapide que l'opérateur doit faire au moment d'opérer et qui consistera à déterminer la part de chacun des facteurs susceptibles de modifier la durée de la pose, nécessite l'intervention obligatoire du raisonnement et de l'intelligence appuyée sur une éducation préliminaire à la fois théorique et expérimentale.

La pose, qui pour les profanes n'est qu'une opération très simple

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui consiste à ouvrir l'objectif un temps quelconque, est au contraire une opération capitale dont toute la valeur des manipulations qui suivent dépendra entièrement. Nous aurons du reste à étudier plus loin les rapports intimes qui doivent exister entre la durée d'exposition et la conduite du développement, rapports qui sont indispensables pour obtenir la traduction exacte de l'original (341).

Ceci est d'ailleurs une nouvelle preuve que la photographie même dans son exécution ne saurait être considérée comme un travail machinal et en quelque sorte automatique : il n'en est rien et dans toute la suite des opérations, non seulement le bon goût et le sens artistique seront nécessaires mais encore l'intelligence et le raisonnement.

DE LA DÉTERMINATION DE LA DURÉE D'EXPOSITION EN PHOTOGRAPHIE INSTANTANÉE.

234. La photographie instantanée a pour but, au moyen d'un obturateur, d'obtenir avec une netteté suffisante la reproduction des objets en mouvement. Par suite, le facteur vitesse propre du modèle prendra une importance considérable, au point qu'il sera dans la plupart des cas impossible de se conformer aux règles que nous venons d'exposer à propos de la photographie posée. Il faudra le plus souvent sacrifier certaines parties qui ne pourront venir avec l'intensité et les détails nécessaires, la question de netteté du sujet à reproduire étant prédominante. Si même la vitesse de celui-ci est trop considérable, il sera impossible d'avoir et la netteté et une impression suffisante.

Les conditions du travail seront donc absolument différentes et on pourra poser en principe que tous les efforts de l'opérateur devront tendre à ne diminuer la durée d'exposition que de la quantité nécessaire pour obtenir une netteté suffisante. Ceci ne sera pas du reste sans difficultés puisqu'il faudra apprécier rapidement la vitesse propre du sujet à reproduire et régler l'obturateur au degré convenable.

235. On a dressé des tables très intéressantes qui donnent la durée de pose à réaliser pour des vitesses différentes d'un modèle passant à des distances diverses. On sait en effet qu'en photographie instantanée, la distance du modèle à l'appareil a une importance particulière ; plus cette distance est grande plus la vitesse apparente diminue. C'est ce que montre la table (235-A).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

235-A

DISTANCE DU SUJET à l'objectif. Foyer = 1.	VITESSE DU SUJET EN MOUVEMENT. — IL PARCOURT PAR SECONDE																	
	0m,1	0m,2	0m,3	0m,4	0m,5	0m,6	0m,7	0m,8	0m,9	1m,0	1m,5	2m,0	2m,5	3m,0	3m,5	4m,0	4m,5	5m,0
	Le temps de pose exprimé en secondes sera																	
50 F	0"05	0"01	0"01	0"01	0"01													
100 F	0,10	0,05	0,03	0,02	0,02	0"01	0"01	0"01	0"01	0"01	0"01							
200 F	0,20	0,10	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0"01	0"01						
300 F	0,30	0,15	0,10	0,07	0,06	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02	0,01	0"01	0"01				
400 F	0,40	0,20	0,13	0,10	0,08	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,02	0,02	0,01	0,01	0"01			
500 F	0,50	0,25	0,16	0,12	0,10	0,08	0,07	0,06	0,05	0,05	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0"01		
600 F	0,60	0,30	0,20	0,15	0,12	0,10	0,08	0,07	0,06	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0"01	

Cette table est très intéressante à étudier. Elle montre d'une part les difficultés que l'on rencontre à photographier de près les objets en mouvement : il faut en effet des durées d'exposition très courtes qui ne donnent que des impressions en général insuffisantes ; de l'autre, que l'on peut arriver à saisir les mouvements les plus rapides en s'éloignant suffisamment.

En pratique cette question de la distance à laquelle il faut se placer, est un point sur lequel l'opérateur devra être fixé d'une façon absolue d'après les instruments qu'il emploiera. D'ailleurs les vitesses données par ce tableau ne sont que des moyennes et au moment de l'expérience elles peuvent présenter des variantes. Elles ont été calculées pour un modèle se déplaçant parallèlement à l'appareil : s'il vient dans une direction plus ou moins oblique, la vitesse apparente se trouve d'autant plus réduite que l'axe du mouvement se rapprochera de celui de l'objectif.

Enfin comme nous l'avons vu, il est pratiquement impossible de régler un obturateur pour donner une vitesse déterminée : il s'en suit que c'est par des expériences préalables que l'opérateur pourra savoir à quelle distance il doit opérer dans les cas variés de la pratique et quels sont les résultats qu'il peut espérer avec les divers degrés de réglage de l'appareil qu'il possède.

L'infériorité des photographies instantanées sur les photographies posées provient sans conteste de la brièveté de la pose qui est imposée par la nécessité de reproduire avec une netteté suffisante l'objet en mouvement. Mais rien n'empêche de tirer parti des coefficients dont on est maître. C'est ainsi que l'emploi d'un objectif très lumineux, l'augmentation ou même la suppression du diaphragme, le choix de préparations très sensibles, l'usage d'un révélateur énergique et enfin le travail limité aux heures de pleine lumière permettront, même avec des durées d'exposition

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

très courtes, d'obtenir des images modelées et suffisamment intenses. Il est clair que, dans ces conditions, la netteté générale de l'image laissera à désirer, que seul le plan dans lequel se meut l'objet et les plans très voisins seront au point mais ce sacrifice est nécessaire.

En pratique l'image d'un objet en mouvement paraît suffisamment nette sur un négatif de moyenne dimension lorsque le flou ne dépasse pas $\frac{1}{10}$ de millimètre.

236. Pour terminer nous donnons un extrait du tableau si intéressant, dû à M. James Jackson, qui indique les vitesses de divers mobiles. Connaissant la vitesse de l'obturateur employé, on pourra se rendre compte des distances auxquelles il faudra se placer pour obtenir une reproduction satisfaisante.

236-A

Tableau de diverses vitesses exprimées en mètres par seconde.

	Mètres par seconde.
Vitesse d'un piéton gravissant une montagne	0,08 à 0,11
— ascensionnelle d'un homme montant un escalier	0,15
Homme au pas (4 kilomètres à l'heure)	1,11
— à la nage (J. Haggerty) 91m,44 en 65 secondes	1,40
— au pas (6 kilomètres à l'heure)	1,66
Tramways	2 à 3,50
Rivière à cours rapide	4
Course à l'aviron (Universités d'Oxford et de Cambridge, 1873 (6803 mètres en 19 minutes 35 secondes)	5,79
Marsouin (d'après Joule)	6
Navire (12 milles marins à l'heure)	6,17
Vague de 30 mètres d'amplitude par une profondeur de 300 mètres	6,82
Navire (17 milles marins à l'heure)	8,75
Course à pied (George Seward) 91m,44 en 9 secondes 1/4	9,89
Vélocipède (Charron) 500 mètres en 40 secondes	12,50
Cheval au trot (Westmont, 1884) 402m,33 en 29 secondes 3/4	13,53
Pierre lancée avec force	16
Train express (60 kilomètres à l'heure)	16,67
Cheval au galop (Bob Wade, Butte, Montana, 20 août 1890) 402m,33 en 21 seconndes 1/4	18,71
Train express (75 kilomètres à l'heure)	20,83
Vitesse maximum du pied d'un homme courant à raison de 9m,89 par seconde	23,04
Course du levrier	25,34
Vol du pigeon voyageur (d'après A. Gobin)	27
Tempête	25 à 30
Vague de tempête dans l'Océan	40
Vitesse maximum d'un sabot de cheval galopant à raison de 18m,713 par seconde	40,10
Vol de l'hirondelle (d'après Spallanzani)	67

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE VI

CHOIX DU SUJET

Maintenant que nous avons posé les règles générales qui permettront à l'opérateur exercé d'apprécier avec une approximation très suffisante la durée d'exposition, nous croyons utile d'examiner avec le lecteur les différents sujets qui pourront se présenter à lui, afin de voir la conduite à tenir dans chaque cas particulier. Nous aurons à étudier le travail d'atelier, qu'il soit fait avec la chambre à reproduction ou avec la chambre à portrait, puis le travail exécuté au dehors devant les modèles si variés de la nature. Ici nous devrons distinguer entre les sujets posés et les sujets instantanés. Enfin il nous restera à examiner la question toute spéciale des photographies d'intérieur.

I

L'ATELIER VITRÉ

Atelier à reproduction.

237. L'atelier vitré est employé pour le travail industriel et pour l'obtention des portraits. Il consiste en principe en une pièce de dimensions variables garnie de vitrages plus ou moins étendus, de façon à permettre d'opérer à la lumière du jour mais à l'abri des intempéries de l'atmosphère. Les règles primordiales qui devront guider dans l'installation de l'atelier en ce qui concerne l'emplacement et l'orientation seront les mêmes, qu'il soit destiné au travail de reproduction ou à l'exécution du portrait. Seules les dimensions de la pièce ou du vitrage et les détails d'agencement intérieur seront quelque peu différents suivant le but cherché. Nous parlerons donc de l'atelier d'une manière générale, en indi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quant seulement en temps voulu les modifications particulières qui résulteront du genre de travail.

En principe, l'atelier doit être élevé en terrain découvert de façon à ne pas être masqué par des constructions ou des arbres situés dans le voisinage. Il faut éviter non seulement la diminution de lumière qui résulte de leur présence mais encore les reflets qu'ils pourront émettre, c'est ainsi que la lumière, tamisée par les verdures, prend une coloration verte qui est absolument défavorable pour les opérations photographiques.

238. Orientation. — La lumière du nord étant la plus actinique on recommande d'orienter toujours l'atelier face au nord. A défaut, il faut adopter le nord-est ou l'est mais en tous cas rejeter d'une façon complète les orientations du midi ou de l'ouest, qui permettent l'accès du soleil pendant la plus grande partie de la journée.

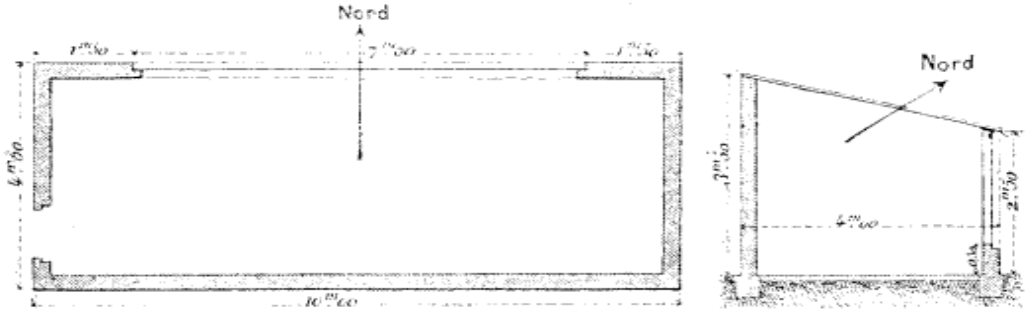


Fig. 147. — Coupe et plan de l'atelier vitré.

239. Dimensions. — Celles-ci sont absolument variables suivant l'importance des travaux à exécuter et les intentions de l'opérateur. Il est reconnu cependant qu'un atelier destiné aux reproductions doit avoir des dimensions plus considérables qu'un atelier à portrait, ce travail exigeant l'emploi d'appareils volumineux et encombrants. C'est ainsi, qu'à notre avis, on ne devrait pas descendre en dessous de 10 à 12 mètres.

La hauteur de l'atelier est importante à déterminer, car l'expérience à montré qu'il n'y avait pas d'avantages à l'augmenter, au contraire. L'atelier à reproduction doit cependant être plus élevé que l'atelier à portrait, parce que l'on peut être amené à reproduire des modèles de grandes dimensions. En principe, on ne doit guère donner moins de 3 m. dans la partie la plus basse de l'atelier. Le toit ayant une pente de 30 à 40°, la plus grande hauteur dépendra naturellement de la largeur adoptée. Celle-ci ne doit pas être inférieure à 4 m. pour l'atelier à portrait, mais elle peut être beaucoup plus considérable pour l'atelier à reproduction (fig. 147).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

240. Vitrage. — Le choix des verres destinés à garnir le toit et les côtés de l'atelier est très important; ceux-ci doivent être bien polis et bien blancs, toutes les feuilles colorées en vert ou en jaune seront rigoureusement éliminées. La toiture est formée de fers à T renversés sur lesquels on pose les feuilles de verre qui sont mastiquées avec soin. Le bord inférieur de chaque feuille doit être légèrement arrondi et les joints faits avec le plus grand soin. Malgré toutes les précautions prises, on a souvent à constater des infiltrations d'eau qui se font par ces jointures; celles-ci d'ailleurs seront promptement salies par les poussières qui s'y glisseront peu à peu. Pour éviter ces inconvénients, il nous paraît préférable d'employer des feuilles de verre de grande longueur que l'on trouve actuellement dans le commerce. La C^ie^ de Saint-Gobain fournit en particulier des verres striés que nous expérimentons depuis plusieurs années et qui nous ont donné d'excellents résultats. Ces verres d'une seule pièce ont 3^m^,50 de longueur.

On adopte généralement la toiture à une seule pente lorsqu'il s'agit d'ateliers de dimensions ordinaires : pour des dimensions supérieures, nécessaires quelquefois dans l'industrie, rien ne s'oppose à adopter la double pente. C'est du reste ainsi qu'est organisé le vaste atelier photographique de la Bibliothèque nationale qui a été construit d'après les données de notre éminent collègue M. Davanne.

Le vitrage doit toujours être entretenu en parfait état de propreté ; on effectuera donc de temps en temps des lavages à l'eau acidulée avec de l'acide chlorhydrique, puis on terminera par un polissage au blanc d'Espagne. On emploie ordinairement, comme nous l'avons dit, le verre blanc mais il peut être avantageux de se servir soit de verre dépoli soit de verre strié. La quantité de lumière admise est, il est vrai, un peu diminuée mais l'éclairage est plus doux et plus harmonieux. On évitera aussi de cette manière les reflets provenant d'un voisinage fâcheux. En ce qui concerne les côtés de l'atelier, on se contente en général d'en vitrer un seul, celui qui fait face à l'orientation la plus favorable. C'est ainsi que sont faits le plus souvent les ateliers à portrait.

Dans l'atelier à reproduction les deux côtés latéraux et même celui qui est en arrière de l'appareil peuvent être vitrés. Seul, et ceci dans tous les cas, celui qui constituera le fond devra être plein pour éviter les inconvénients qui résulteraient de l'arrivée directe des rayons dans l'objectif.

Il est nécessaire de ménager dans la toiture et dans les deux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

côtés des vasistas qui permettront de ventiler convenablement pendant la saison chaude.

241. Rideaux. — On dispose sous le toit et le long des vitrages latéraux des rideaux mobiles qui permettent de régler la lumière à volonté. Leur emploi est beaucoup plus important dans l'exécution du portrait mais il peut avoir également son utilité dans le cas de la reproduction. Quel que soit le système de suspension des rideaux adopté, il est nécessaire que ceux-ci soient divisés en morceaux de faible largeur, de façon à permettre de diriger la lumière sur tel ou tel point, ce qui ne serait pas possible avec des rideaux d'une seule pièce.

Une des dispositions les plus recommandables est celle qui consiste à monter les rideaux au moyen d'anneaux sur des fils de fer

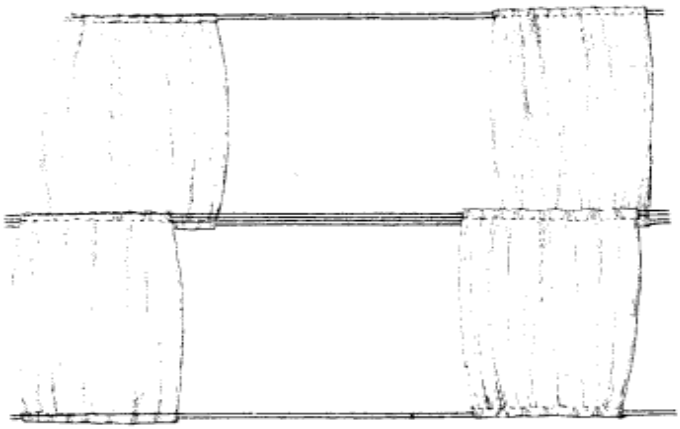


Fig. 148. — Disposition des rideaux de la toiture (petits rideaux de 1 m. à 1m,50).

parallèles (fig. 148). Pour la toiture, ces fils seront disposés suivant la plus grande longueur de l'atelier. Les rideaux montés sur les anneaux glisseront facilement sur ces fils. Avec une baguette de longueur suffisante on les déplacera aisément. Ce système, le plus simple, convient parfaitement lorsque les rideaux sont divisés en petites fractions de 1 m. ou de 1 m. 50, ce qui est préférable à notre avis.

Si les rideaux sont d'une seule pièce on peut les actionner au moyen de cordelettes passant sur des poulies et les manœuvrer ainsi à distance. Dans ce cas les deux extrémités du rideau sont garnies d'une petite baguette légère montée également sur des anneaux afin que la traction ne se fasse pas sur l'étoffe. On peut ainsi le faire avancer ou reculer (fig. 149). Ce système, beaucoup plus compliqué que le précédent, ne nous paraît pas devoir être

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

appliqué lorsque le rideau est fractionné, à cause du nombre considérable de cordelettes qu'il faudrait employer et de la complication qui en résulterait.

Pour les rideaux latéraux on peut disposer les fils parallèlement

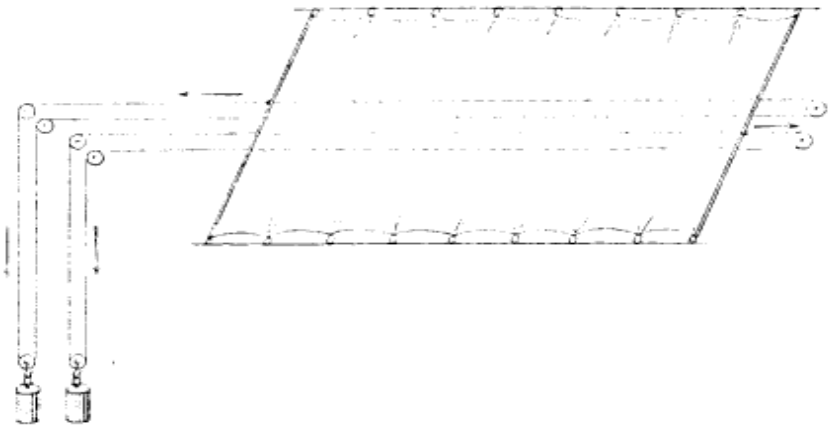


Fig. 149. — Disposition des rideaux de la toiture (rideaux de grande longueur se manœuvrant à distance au moyen de cordelettes).

au sol et avoir des rideaux fractionnés dans la hauteur (fig. 150). On peut encore disposer les fils perpendiculairement au sol (fig. 151).

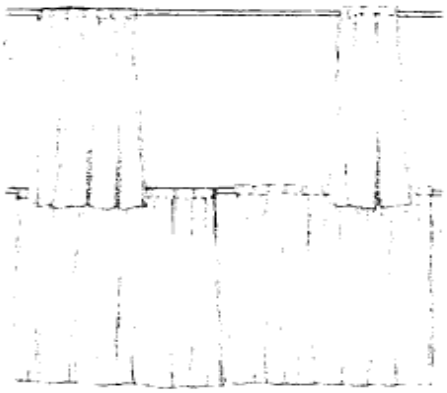


Fig. 150 — Disposition des rideaux latéraux. (Rideaux de 1m à 1m.50).

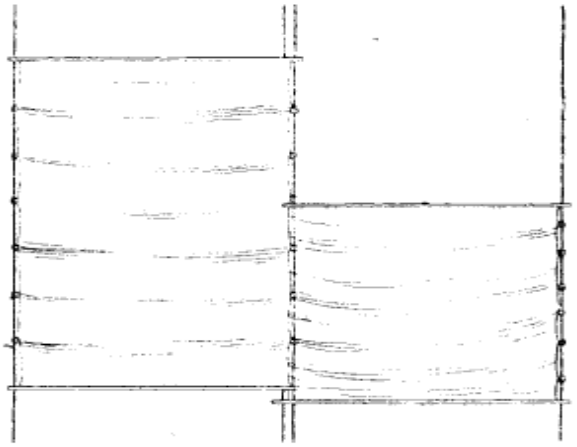


Fig. 151. — Disposition des rideaux latéraux. (Rideaux perpendiculaires au sol en forme de stores).

Dans ce cas il faudra que leur tension soit suffisante pour maintenir le rideau aux diverses hauteurs, sinon on devra se servir d'une petite cordelette passant sur une poulie et redescendant à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

portée de la main. Le système des fils parallèles au sol et des rideaux fractionnés dans la hauteur nous paraît préférable.

Dans tous les cas il faut disposer les fils de fer de façon qu'il y ait un recouvrement entre les rideaux voisins et que la lumière ne puisse passer en aucune façon par l'intervalle qui les sépare. Ce résultat est obtenu en mettant les séries de fil de fer en retrait alternativement (fig. 152). La couleur des rideaux adoptés est ordinairement blanche ou bleue. Quelquefois même on installe un double jeu de rideaux, dans ce cas on en met un de chaque

Fig. 152. — Disposition des fils de suspension des rideaux.

couleur. Les rideaux sont généralement en toile, mais ils peuvent être également en mousseline ou en toute autre étoffe analogue.

242. Fonds. — La partie de l'atelier qui fait face à l'objectif et qui servira de fond, doit présenter une surface absolument unie sur laquelle le modèle se détachera convenablement. Suivant le genre de travail et principalement la nature de l'original, la teinte de ce fond devra être différente. Aussi est-on amené à posséder divers fonds mobiles que l'on utilisera à tour de rôle suivant les besoins. Ces fonds seront unis dans les applications industrielles et ne varieront que par la valeur du ton : ces mêmes fonds seront utilisés également pour le portrait mais il faudra en posséder d'autres qui, par la dégradation de la teinte, la composition d'une peinture quelconque, contribueront à donner des effets particuliers qui rehausseront le caractère artistique de l'épreuve ; nous étudierons plus spécialement ces fonds dans un instant. Occupons-nous actuellement des fonds unis qui peuvent présenter une variété considérable. Cependant cinq fonds seront en général suffisants, un noir, un blanc et trois variétés de gris, le gris clair, le gris moyen et le gris foncé. La coloration propre des fonds n'a pas grande importance pourvu que sur le négatif on obtienne des valeurs correspondant exactement à ces cinq tons bien définis. La nature de la matière qui constitue le fond importe peu au point de vue du résultat final ; on emploie indifféremment le drap, le velours, des étoffes diverses, la toile, le papier.

243. Suivant leur nature, le montage de ces divers fonds ne

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pourra se faire de même. Ils sont en général fixés sur des cadres en bois montés sur roulettes: de cette manière leur tension est absolument régulière, et on les déplacera facilement (fig. 153).

On peut encore les munir à la partie supérieure de deux crochets qui servent à les suspendre à des fils métalliques tendus en travers de l'atelier (fig. 153 *bis*),

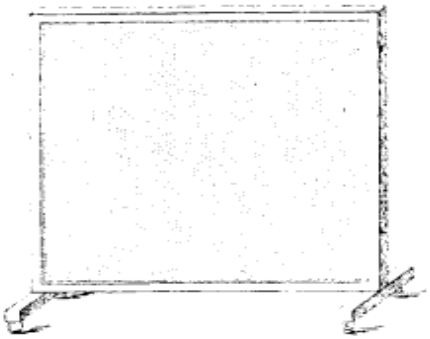


Fig. 153. — Fond d'atelier à roulettes.

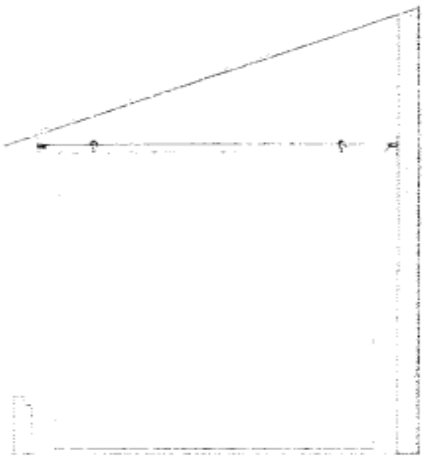


Fig. 153 *bis*. — Mode de suspension des fonds d'atelier. Accrochage sur un fil métallique.

dans ce cas le bâti nécessaire pour supporter le cadre est supprimé et

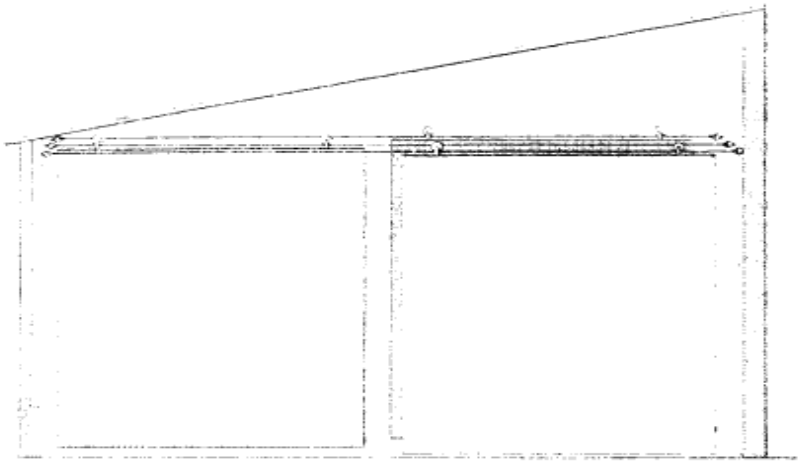


Fig. 154. — Mode de suspension des fonds d'atelier. (Fonds roulants sur des fils métalliques.)

l'on peut plus aisément les empiler les uns sur les autres lorsqu'ils ne servent pas.

Pour opérer rapidement la substitution d'un fonds à un autre et éviter des accidents qui sont toujours possibles, on a indiqué deux procédés qui sont à recommander. Le premier n'est applicable que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

si l'atelier a le double de la largeur du fond, il consiste à faire glisser tous les fonds sur des guides parallèles rapprochés (fig. 154). On tire celui que l'on désire pour l'amener derrière le modèle. La manœuvre est très simple et les fonds suspendus les uns derrière les autres sans se toucher sont à l'abri de tout accident. On atteindra le même résultat si l'on peut disposer à côté de l'atelier, d'une pièce communiquante et qui sera de la dimension voulue pour loger les fonds.

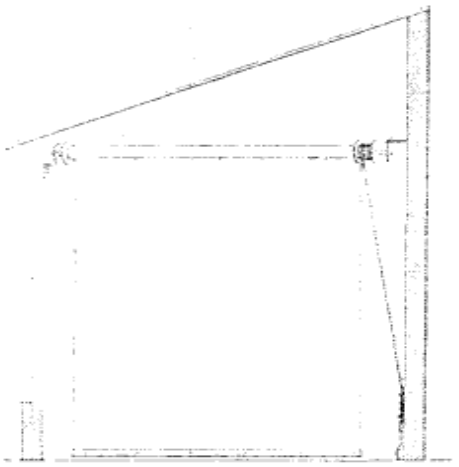


Fig. 155. — Mode de suspension des fonds d'atelier. (Enroulement sur tambour.)

Le deuxième procédé consiste à en rouler les divers fonds sur de larges tambours parallèles disposés sous la toiture, et commandés chacun par une corde s'enroulant sur une poulie métallique montée sur l'axe (fig. 155). Ce dispositif est également très commode et il a l'avantage de ne pas tenir autant de place que le précédent. Cependant il n'est utilisable qu'avec les fonds en étoffe ou en toile, ceux en papier ne pouvant résister suffisamment.

244. Peinture. — Ordinairement l'atelier est peint en gris clair ou bleu pâle : la couleur doit être mate et non pas brillante ce qui occasionnerait des reflets.

TRAVAUX EXÉCUTÉS DANS L'ATELIER A REPRODUCTION

245. Ces travaux consisteront généralement à reproduire un objet quelconque susceptible d'être transporté dans l'atelier, cet objet ayant une surface plane ou comportant plusieurs plans, étant monochrome ou polychrome. Dans ces différentes hypothèses il faudra apporter non seulement des variantes dans la durée d'exposition mais mettre en œuvre des procédés opératoires spéciaux que nous ne pouvons décrire convenablement qu'en prenant un certain nombre d'exemples qui serviront de guide au lecteur lorsqu'il se trouvera dans des cas analogues.

Dans un atelier de reproduction bien organisé, pour assurer toujours le parallélisme absolu entre l'appareil et le modèle, on fait glisser la chambre noire sur des rails sur lesquels on pourra placer

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le chevalet de reproduction destiné à porter les modèles plans (fig. 156) ou le pied qui servira de support dans d'autres hypothèses. De cette manière la position rigoureuse est assurée. Un dispositif plus simple mais moins précis, consiste à tracer sur le plancher de l'atelier deux lignes parallèles, au moyen de traits en couleur ou de séries de clous enfoncés complètement dans le parquet, de façon à placer la chambre et le chevalet sans hésitation dans la position voulue. Le verre dépoli quadrillé sera très précieux pour contrôler si la position du modèle est correcte par rapport à la chambre, c'est ainsi que les bords d'un dessin rectangulaire devront être rigoureusement parallèles aux divisions du verre dépoli. Ce n'est qu'à cette condition que l'on pourra obtenir des reproductions absolument exactes.

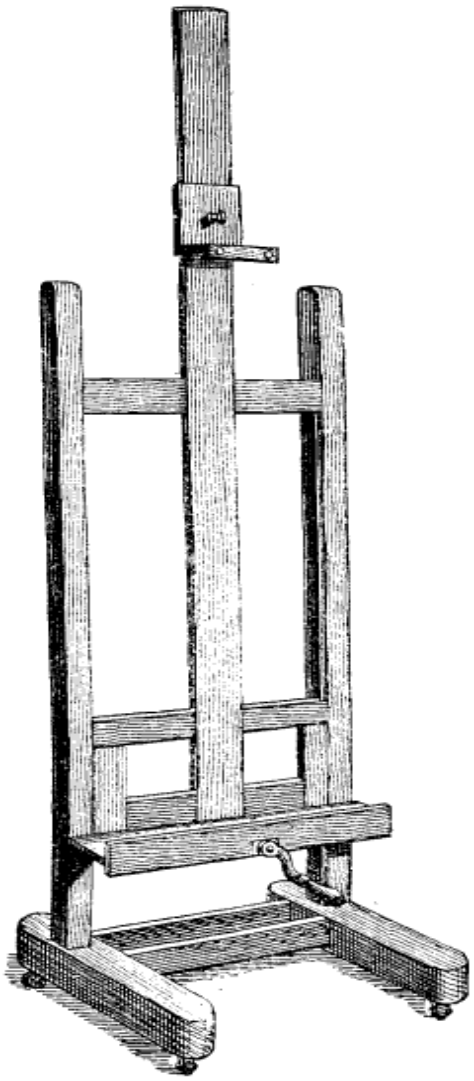


Fig. 156. — Chevalet de reproduction.

On emploiera la chambre de reproduction, avec des objectifs du genre rectilinéaire permettant d'éviter toute déformation (119). En général, on pourra travailler sans l'intervention des rideaux; cependant ils pourront être utiles avec les modèles à divers plans pour uniformiser la lumière et éviter les reflets que l'on constate fréquemment avec les objets polis ou métalliques. Il sera également indiqué de faire usage de réflecteurs pour éclairer les parties en creux où les ombres seraient trop fortes et ne permettraient pas l'obtention de détails suffisants.

L'obturateur n'est nécessaire en aucune façon et on pourra se servir de plaques de rapidité moyenne, puisqu'il sera toujours possible de poser le temps convenable.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

246. Modèles comportant un seul plan.

Nous rangeons dans une même catégorie, les divers modèles qui se présentent sous l'aspect d'une surface unie et ne constituent par suite qu'un seul plan. Pour éviter la formation de plis ou effacer ceux qui pourraient exister, on place le modèle dans un grand châssis avec glace forte qui est disposé sur le chevalet de reproduction. La pression devra être suffisante pour assurer le contact absolu entre le modèle à reproduire et la glace. Celle-ci, d'ailleurs, doit être parfaitement nettoyée et ne présenter aucuns défauts, tels que rayures, bulles, fils, etc. Au cas ou les dimensions de l'original ne permettraient pas de le mettre dans un châssis on le fixe sur une grande planche à dessin au moyen de punaises ou de petites pointes.

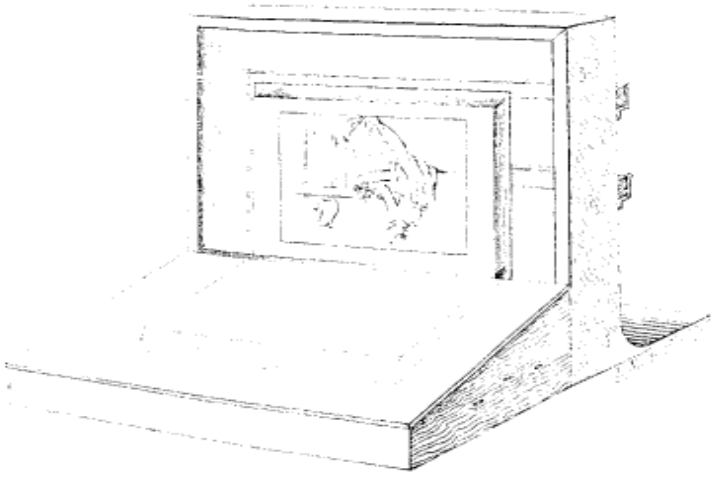


Fig. 157. — Châssis spécial pour la reproduction des feuilles d'un livre.

Quelquefois la pièce à reproduire fait partie d'un livre et l'on ne peut la détacher. On emploie alors un dispositif spécial dont voici la description (fig. 157). Qu'on s'imagine un châssis positif garni d'une glace forte et n'ayant que 3 côtés, le grand côté inférieur étant remplacé par une boîte creuse s'étendant en avant de la glace.

On ouvre le livre à l'endroit voulu, on applique la page à reproduire contre la glace, l'autre côté du livre se logeant dans la boîte inférieure. Au moyen de barrettes garnies de vis de pression, on applique exactement contre la glace la partie à photographier.

La reproduction sera faite à l'échelle voulue, en rapprochant ou en éloignant le modèle.

Passons maintenant à l'examen des divers cas particuliers.

247. Traits noirs sur fond blanc. — On éclaire bien le modèle, on diaphragme suffisamment l'objectif pour avoir la netteté

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

convenable mais pas au delà, car le négatif sera d'autant plus brillant que l'objectif travaillera à plus grande ouverture. Le temps de pose doit être plutôt court afin d'avoir des oppositions. Le développement s'effectuera avec un bain fort en réducteur, chargé en retardateur et faible en alcali. Il faut l'arrêter dès que l'on perçoit un léger voile dans les blancs et, si l'intensité n'est pas suffisante, on procédera ultérieurement à un renforcement énergique. L'emploi des glaces lentes est tout indiqué dans cette hypothèse ; dans l'industrie on se sert exclusivement du procédé au collodion humide qui donne à la fois de très grandes finesses et une pureté absolue.

Les mêmes procédés seront employés pour les reproductions d'autographes, de manuscrits, de dessins à la plume, de cartes imprimées en noir, etc.

Au cas ou le papier présenterait une teinte jaunâtre, il est indiqué d'augmenter la pose; on peut encore interposer un verre jaune et se servir de préparations orthochromatiques (285).

248. Cartes en couleurs. — On rencontrera, dans ce cas particulier, des difficultés très grandes pour obtenir la reproduction de différentes couleurs dans leurs vraies valeurs. Il faudra alors se conformer aux mêmes règles que pour la reproduction des tableaux (250).

249. Modèles à demi-teintes. — Dans ceux-ci nous comprendrons les dessins au crayon, les fusains, les photographies, etc.

On opérera comme précédemment mais avec la pose normale et plutôt une tendance à une légère surexposition pour obtenir des détails dans les parties les plus sombres. Le développement sera conduit normalement de façon à chercher les détails d'abord puis l'intensité. L'emploi des plaques de sensibilité moyenne ou même extra-sensibles sera préférable à celui des plaques très lentes. En ce qui concerne les photographies, on aura de meilleurs résultats en reproduisant des épreuves virées au bleu et au violet, tandis qu'il est plus difficile d'obtenir des détails dans les noirs, si le ton de virage se rapproche du sépia ou du marron.

250. Modèles polychromes. — Les aquarelles, les pastels comportant les mêmes difficultés de reproduction que les tableaux, nous leur appliquerons les mêmes règles. Il est recommandé de les désencadrer, si possible, afin d'éviter les reflets dus au verre de recouvrement. Si la planité n'est pas suffisante, on les met dans un châssis positif à glace de dimensions appropriées.

Les tableaux sont placés sur le chevalet de reproduction et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

éclairés d'une manière toute spéciale afin d'éviter les reflets. On admet généralement qu'il ne faut opérer qu'avec l'éclairage venant d'en haut, tous les autres étant supprimés. On arrive à ce résultat en plaçant des écrans ou des étoffes qui forment un espace clos latéralement dans lequel l'objectif se trouve d'un côté et le tableau de l'autre, la partie supérieure recevant seule la lumière (fig. 158).

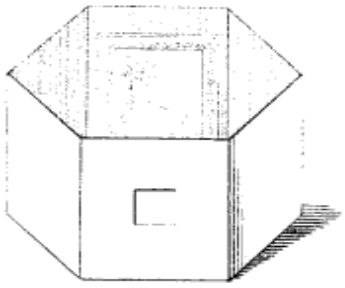


Fig. 158. — Dispositif pour éviter les reflets dans la reproduction des tableaux.

En dehors de la difficulté d'éviter les reflets de la peinture, de la complication du dispositif spécial que nous venons de décrire et qui entraine une notable diminution de la lumière, il faudra faire usage des procédés orthochromatiques qui seuls permettront d'obtenir sensiblement avec leurs valeurs les différentes colorations du modèle. La reproduction des tableaux n'est guère devenue possible qu'avec cette méthode générale que nous traiterons plus loin d'une façon particulière et à laquelle nous renvoyons (285).

231. Modèles comportant plusieurs plans.

En dehors de ces cas spéciaux que nous venons d'étudier et dans lesquels la surface du modèle est sensiblement plane, il faut voir la conduite à tenir lorsque le modèle comportera un certain nombre de plans. Nous aurons dans cette hypothèse à faire un usage judicieux des diaphragmes qui nous permettront d'arriver le plus souvent à la netteté complète de ces divers plans (108). En règle générale, autant que possible, la mise au point exacte se fera sur le plan moyen, le diaphragme convenable devant reporter la netteté en avant et en arrière du plan focal. Il y aura cependant des exceptions à cette règle lorsque les divers plans seront assez écartés ou que l'on fera la reproduction à trop courte distance. Dans ce cas on devra s'occuper avant tout de la partie la plus importante quitte à sacrifier les autres. Non pas qu'on ne puisse arriver à la rigueur à obtenir ces divers plans nets mais on n'ignore pas qu'en dehors de cette difficulté d'exécution, la perspective se trouvera faussée, les divers plans étant reproduits à des échelles différentes. Il vaudra mieux, pour éviter ce défaut, ou sacrifier les plans accessoires ou faire la reproduction à plus faible échelle. Dans ce cas l'image pourra être nette aux divers plans et ne pas choquer au point de vue de la perspective. On procédera ensuite, si cela est nécessaire, à un agrandissement par les procédés habituels (580).

Nous aurons d'autre part à faire usage des fonds de valeurs diffé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rentes pour faire ressortir le modèle et à employer soit des écrans pour modérer la lumière et éliminer des reflets, soit des réflecteurs pour éclairer les parties trop sombres.

252. Meubles. — Ceux-ci présentent certaines difficultés d'exécution tenant à la nécessité de reproduire avec la même netteté les divers plans, à leur coloration plus ou moins foncée et aux reflets des parties brillantes. Il est recommandé d'opérer plutôt avec une lumière faible pour éviter ces reflets que la photographie tend toujours à augmenter et de faire un bon usage des réflecteurs. Ceux-ci peuvent être fixes ou mobiles. Dans ce dernier cas, on obtient de bons résultats avec un large carton blanc ou un miroir qui sert à diriger la lumière vers les parties les moins éclairées et ceci de façon à ne pas détruire l'harmonie générale qui doit exister entre les lumières et les ombres pour conserver la sensation de relief.

253. Objets en métal. — Ils sont délicats à reproduire soit à cause de leur coloration qui est souvent jaune, soit à cause des reflets qu'ils émettent. On devra, d'une manière générale, opérer à très faible lumière de façon à éteindre ces reflets autant que possible.

S'il s'agit d'objets de forme courbe tels que cuirasses, vases, coupes, etc., il sera difficile, pour ne pas dire impossible, de les supprimer complètement. Si on peut le faire sans inconvénients on graisse légèrement pour la reproduction des détails de la surface. Avec les objets formant récipient on a proposé l'emploi d'un liquide réfrigérant qui amène sur la surface extérieure une condensation de vapeur d'eau qui ternit celle-ci et améliore les résultats.

Lorsqu'il s'agit de fines ciselures il est nécessaire de les faire ressortir par un éclairage plus puissant et latéral. Si ce procédé ne suffit pas on peut, comme l'a indiqué M. Trutat, remplir les tailles d'une poudre de couleur vive; de cette manière les plus délicates gravures peuvent être reproduites.

254. Statues. — On opérera comme s'il s'agissait de faire un portrait dans l'atelier, en se servant des rideaux, écrans et réflecteurs pour éclairer convenablement le modèle. Le fond devra être choisi de façon à faire ressortir l'original : c'est ainsi qu'on reproduit les bronzes sur des fonds de teinte moyenne, et les marbres sur des fonds sombres (le velours noir ou rouge foncé sont excellents dans ce cas particulier).

255. Observations diverses. — La question d'installation du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

modèle à reproduire exigera de la part de l'opérateur un goût personnel suffisant pour bien le mettre en valeur par le choix du fond, la disposition de draperies destinées à masquer le support, le réglage et la direction de la lumière ; il faudra également une certaine adresse manuelle pour fixer convenablement devant l'appareil l'objet qui peut être de formes très variables. On se sert à cet effet de planchettes de bois ou de liège recouvertes du fond approprié et au moyen de clous, d'épingles, de ficelles, on arrive au résultat cherché. Il est très important de dissimuler avec soin les points d'attaches, ce qui ne sera pas toujours facile. Aussi croyons-nous que, dans un atelier de reproduction, la chambre verticale peut rendre les plus grands services pour photographier des faïences, des porcelaines, des émaux, des miniatures, des pièces d'orfèverie, des armes, des monnaies, etc., il suffira de disposer ces objets sur la base de l'appareil. Si leur forme est sphérique, des cales convenablement découpées pourront les soutenir par dessous, le poids de l'objet suffisant à les maintenir. Avec un appareil ordinaire l'amateur pourra arriver au même résultat au moyen d'un pied à tête brisée qui permet de mettre la chambre dans une position absolument verticale. (Voir fig. 40 et 41.)

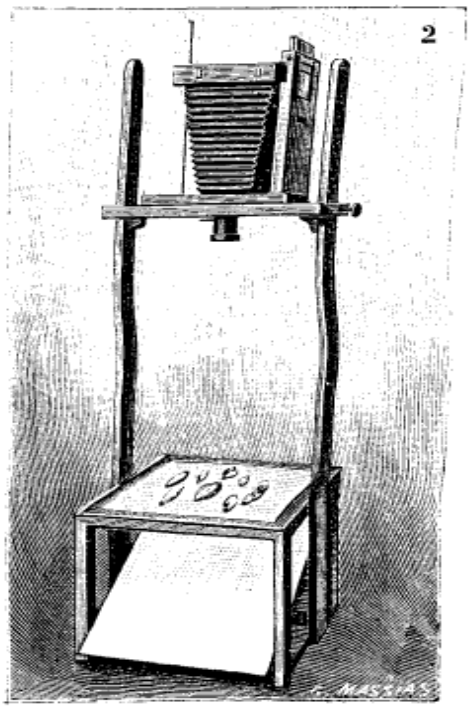


Fig. 159. — Chambre verticale avec dispositif permettant d'éviter les ombres portées.

256. Pour éviter les ombres portées, on peut avec la chambre verticale poser horizontalement l'objet à reproduire sur une plaque de verre surélevée et interposer en dessous, à une distance suffisante, un papier teinté de la nuance voulue et devant servir de fond (fig. 159). Ce procédé est employé couramment pour les reproductions de médailles ou de monnaies et pour les applications de la photographie à l'histoire naturelle en ce qui concerne la photographie des coquillages, des plantes desséchées, etc.

L'appareil vertical permet également de placer le modèle dans un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

récipient rempli d'eau. Ce dispositif, très employé également en

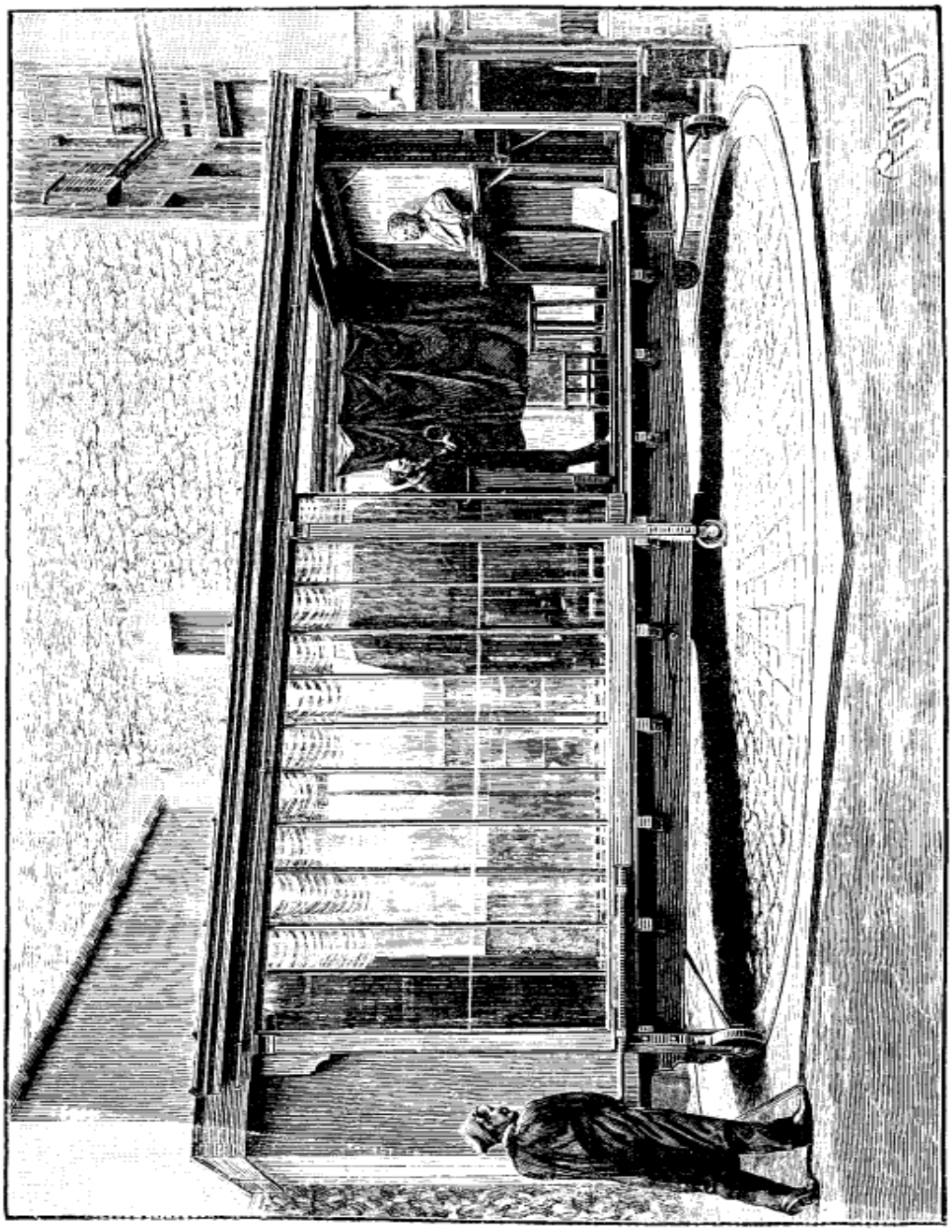


Fig. 160. — Atelier à orientation variable.

histoire naturelle, a le grand avantage de permettre la suppression à peu près complète des reflets.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

256 *bis.* **Atelier à orientation variable.**

L'atelier installé comme nous venons de le décrire convient parfaitement pour les travaux courants surtout si l'on fait un usage rationnel des écrans et des réflecteurs. Néanmoins la direction de la lumière variant par suite de la marche du soleil, il faudra modifier l'éclairage suivant les heures de la journée. Les praticiens habiles arrivent à connaître parfaitement leur atelier et savent exactement les effets qu'ils peuvent obtenir de préférence à tel ou tel moment. Néanmoins on conçoit facilement que la mobilité de l'atelier par rapport à la direction de la lumière présenterait certains avantages indiscutables, en permettant principalement de recevoir à chaque instant le maximum de lumière ou d'obtenir certains effets particuliers, par suite de l'obliquité plus ou moins grande de l'éclairage par rapport au modèle.

C'est ce qu'a parfaitement compris notre habile collègue M. Dujardin, dont les travaux en héliogravure sont universellement connus. Il a fait installer en plein air un atelier monté sur un axe et des galets roulants sur un rail circulaire (fig. 160). Un seul homme suffit à le déplacer. Ce dispositif permet facilement, le modèle étant en place, de chercher l'éclairage le plus convenable ; il n'exclut pas d'ailleurs l'emploi des rideaux.

II

ATELIER A PORTRAIT

257. Nous venons de décrire un modèle d'atelier qui convient également pour la reproduction et le portrait. Examinons maintenant les dispositifs spéciaux qui sont employés plus particulièrement dans ce dernier cas (fig. 161).

Les dimensions peuvent être moindres néanmoins, dans la pratique, on ne descend guère en dessous de 8 à 10 m. de longueur et de 3 à 4 m. de largeur. On se contente en général de vitrer la toiture d'un seul côté et encore fréquemment ce vitrage ne s'étend pas sur toute la longueur. On laisse en effet aux deux extrémités 1 m. ou 1 m. 50 de plein. D'un côté ce sont les fonds qui se trouvent logés et comme il est recommandé de mettre le modèle à une certaine distance en avant, l'éclairage latéral de l'extrémité de l'atelier ne serait jamais utilisé. De l'autre sera placé l'appareil et l'on a reconnu qu'il était nécessaire de préserver celui-ci de toute autre lumière que celle émanant du modèle. Cette disposition

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

constitue du reste une économie et le chauffage se fera plus facilement que si tout l'atelier était vitré.

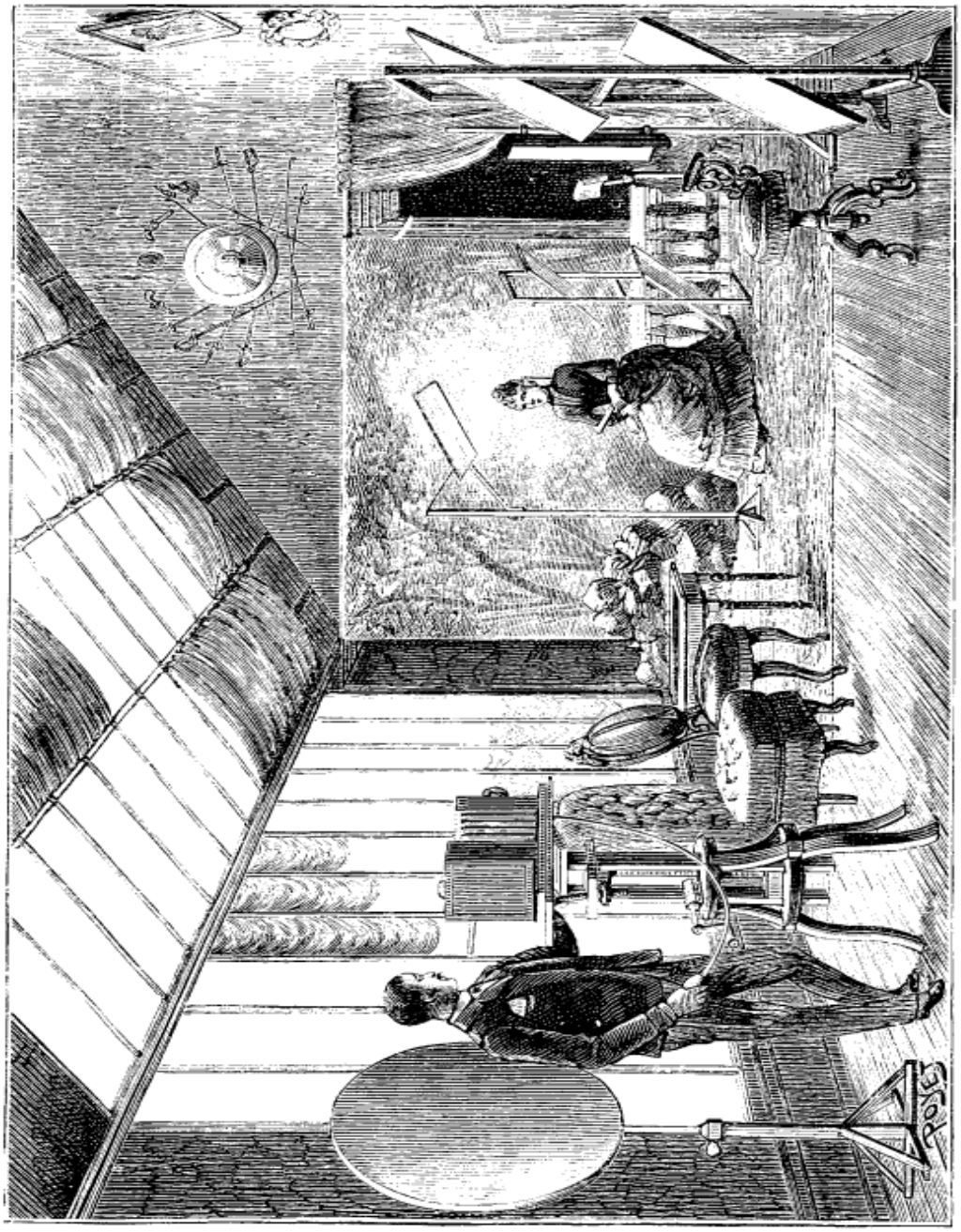


Fig. 161. — Vue d'ensemble d'un atelier à portrait.

Il est nécessaire d'avoir tout d'abord un certain nombre de fonds unis de teintes différentes comme dans l'atelier de reproduc-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tion puis des fonds variés soit non unis soit peints avec des sujets différents.

Le choix du fond doit être fait d'après le genre de photographie que l'on désire obtenir, d'après la nature du modèle, la couleur de ses cheveux, la nuance du costume et son caractère spécial.

Un fond convenable concourt à donner des effets, à faire valoir la figure et il constitue, dans certains cas, un cadre approprié qui accompagne le sujet principal et le fait ressortir. Il doit donc être choisi avec goût et tact car s'il rehausse l'effet d'une photographie, il peut d'autre part, employé sans discernement, en changer complètement le caractère ou la rendre ridicule.

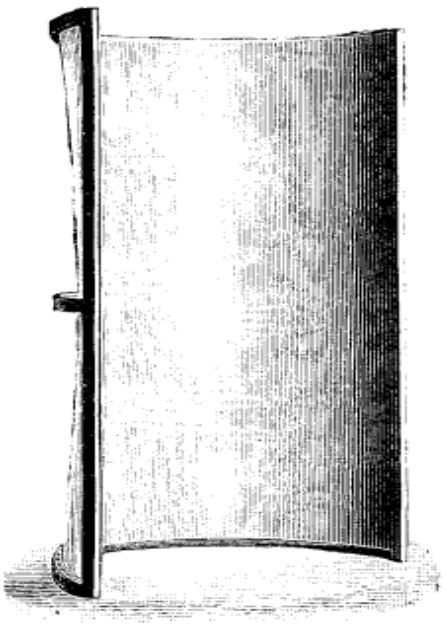


Fig. 162. — Fond cintré dit fond Adam Salomon.

238. Emploi des fonds unis.

Le fond blanc permet à la tête de se détacher complètement sur un fond clair : il donne de bons résultats à condition que les grandes lumières du modèle aient tous leurs détails, si non elles se confondraient avec le fond. Il doit en être de même si les cheveux ou la barbe du modèle sont blancs ainsi que le vêtement. Ce fond est principalement employé pour permettre les dégradés sur fond blanc. Les fonds de diverses nuances sont de beaucoup préférables car ils permettent aux lumières et aux demi-teintes de ressortir également bien.

Le fond noir est indiqué pour obtenir les dégradés sur fond noir dits portraits russes. Il est nécessaire que les cheveux, la barbe et les vêtements ne soient pas trop foncés, auxquels cas ils ne pourraient se détacher convenablement sur le fond noir. Aussi est-il généralement employé pour les photographies de femmes en toilette de bal et encore est-il nécessaire que les demi-teintes soient admirablement rendues.

239. Emploi des fonds non unis.

Ces fonds sont établis de façon à donner soit des teintes dégradées ou nuageuses soit des sujets quelconques constituant des fonds appropriés au caractère du modèle.

260. Fonds dégradés. — Ces fonds sont destinés à faire déta-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cher le côté éclairé du modèle sur une teinte plus foncée, la partie la plus lumineuse faisant ressortir le côté de l'ombre.

Le plus connu est celui d'Adam Salomon qui est constitué par un demi-cylindre vertical garni d'étoffe plus ou moins foncée et placé derrière le modèle (fig. 162). On comprend facilement que ce fond présentera sa partie ombrée du côté éclairé du modèle, et la partie la plus claire du côté de l'ombre. On peut se servir égale-

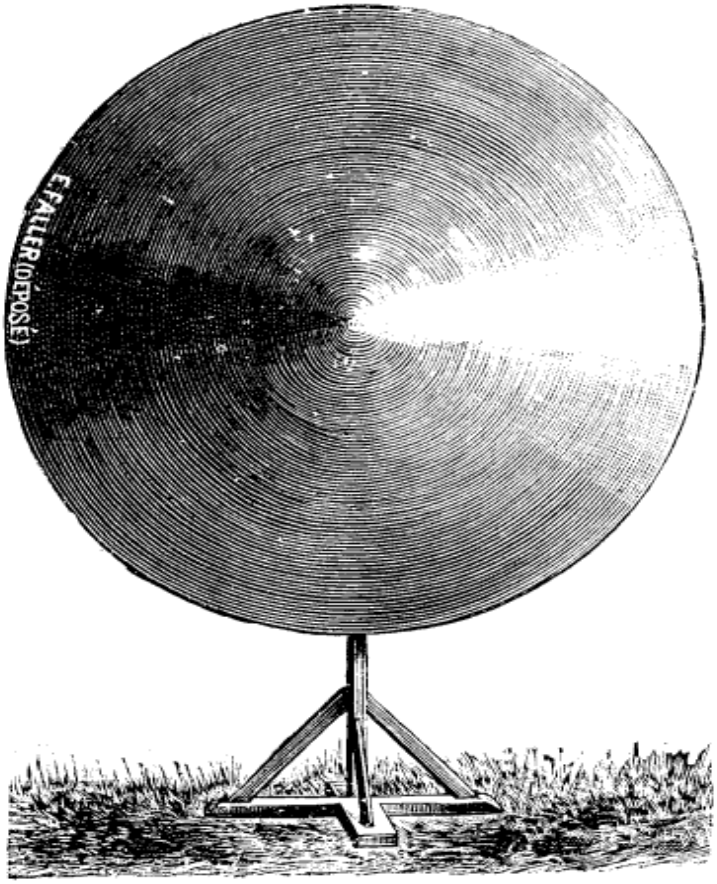


Fig. 163. — Fond circulaire rotatif.

ment d'un grand cône placé derrière le modèle et qui donnera un résultat à peu près semblable.

Enfin le dispositif le plus simple et le moins encombrant est un écran circulaire mobile sur son centre et peint de façon à donner les mêmes effets d'ombre et de lumière que les appareils précédents (fig. 163). Il a de plus, sur ceux-ci, un avantage appréciable c'est qu'il permet de placer le côté le plus teinté soit à droite du modèle soit

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à gauche, soit en haut soit en bas. Cette dernière combinaison est surtout avantageuse puisqu'elle fait détacher la tête du modèle sur une partie claire, la teinte du fond s'accentuant jusqu'au sol.

Nous devons signaler également un fond à transformation très ingénieux dû à M. Faller, qui permet d'obtenir à volonté un fond ordinaire ou un fond cylindrique analogue à celui d'Adam Salomon. Le drap est monté d'une part sur deux montants en bois et de l'autre, sur deux lames métalliques flexibles. Si on rapproche les montants, les lames se courberont plus ou moins suivant l'écartement et l'étoffe se cintrera. On maintient l'écartement voulu au moyen de cordelettes. Lorsqu'on les lâche, le fond se redresse de lui-même.

261. Fonds peints. — Ceux-ci sont exécutés sur toile et peints à la colle en grisaille de façon à ne pas présenter de reflets. Ils ne doivent pas être trop poussés de façon à présenter un léger flou qui fera ressortir d'autant le modèle. — La composition de ces fonds est variable à l'infini et dépend du goût de l'artiste qui les exécute. Dans un atelier bien monté ils doivent être en nombre considérable si l'opérateur veut placer son modèle dans le cadre approprié. — C'est la seule raison d'être de ces fonds, et les employer à tort et à travers indique un mauvais goût indéniable de la part de celui qui s'en sert de cette façon. Il est cependant un certain nombre de fonds en quelque sorte classiques et qui seront indispensables dans un atelier bien monté, tels un jardin, une bibliothèque, un salon, un paysage, une vue de mer, etc. Nous en dirons autant des fonds nuageux qui donnent d'excellents effets.

En terminant nous ferons remarquer que, quelque soit le fond adopté, il faut le placer à une certaine distance du modèle pour que celui-ci ne soit pas plaqué dessus et que l'on sente l'air et l'espace autour de lui.

262. Écrans et réflecteurs.

Nous avons vu que l'atelier devait être garni de rideaux mobiles destinés à guider la lumière sur le modèle; leur jeu n'est pas toujours suffisant pour obtenir tels ou tels effets et leur emploi doit être complété par celui de réflecteurs ou d'écrans destinés à augmenter ou à diminuer la lumière sur certains points.

Le réflecteur le plus employé est constitué par un bâti en bois monté sur roulettes et qui contient une série de cadres parallèles pouvant pivoter sur des axes horizontaux (fig. 164). Ces cadres sont garnis d'étoffe claire et par leur inclinaison plus ou moins forte ils permettent d'éclairer facilement tel ou tel point. Il se met ordi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nairement du côté de l'ombre, il fait alors fonction de réflecteur, mais placé du côté de la lumière il peut servir d'écran.

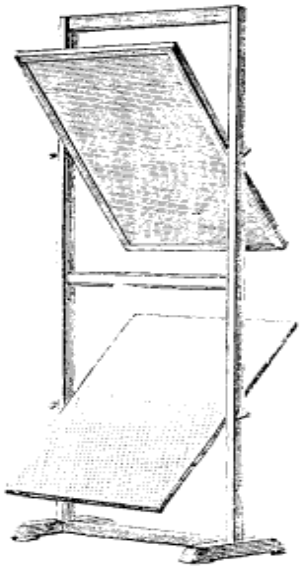


Fig. 164. — Réflecteur à cadres.

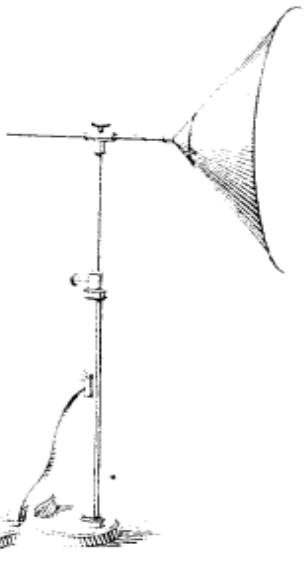


Fig. 165. — Ecran cônique Bouillaud.

Nous signalerons, dans le même ordre d'idées, l'écran cônique employé par M. Bouillaud de Macôn (fig. 165). C'est un cône métallique peint en jaune clair qui se place du côté de l'ombre et à faible distance de la figure ; son diamètre est de 80 cent., et sa profondeur de 20. Il se monte sur un pied d'appuie-tête.

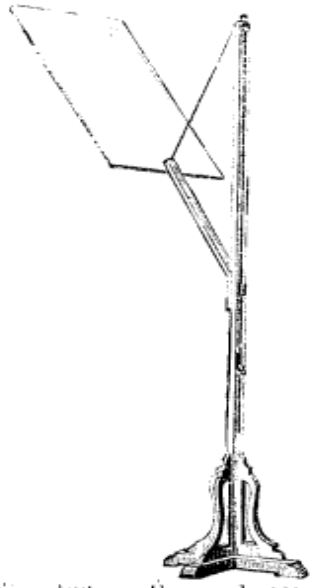


Fig. 166. — Écran de tête Klary.

L'écran de tête imaginé par M. Klary est indispensable (fig. 166). Il est constitué par un cadre en fil de fer, garni d'étoffe légère soit blanche soit colorée, qui est fixé par la partie inférieure à un pied solide au moyen d'une cordelette passant sur une poulie placée à la partie supérieure ; on peut l'incliner plus ou moins. Le cadre a 85 cent. de côté. Cet écran est surtout employé pour adoucir les parties supérieures de la figure et le sommet de la tête.

On peut employer encore des petits écrans circulaires, de teintes variées suivant les cas, que l'on tient à la main et qui permettent pendant la pose d'éclairer ou d'adoucir certaines parties.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

263. Meubles et accessoires.

Pour compléter l'installation, il est nécessaire d'avoir quelques meubles choisis avec soin qui seront utilisés en cas de besoin, des tapis qui permettront de masquer le plancher de l'atelier. Généralement on néglige beaucoup trop les accessoires et pour ne parler que des meubles destinés à figurer dans un atelier, ils sont le plus souvent d'un goût fort douteux.

Comme accessoires, des fleurs, des plumes, des étoffes, des man-

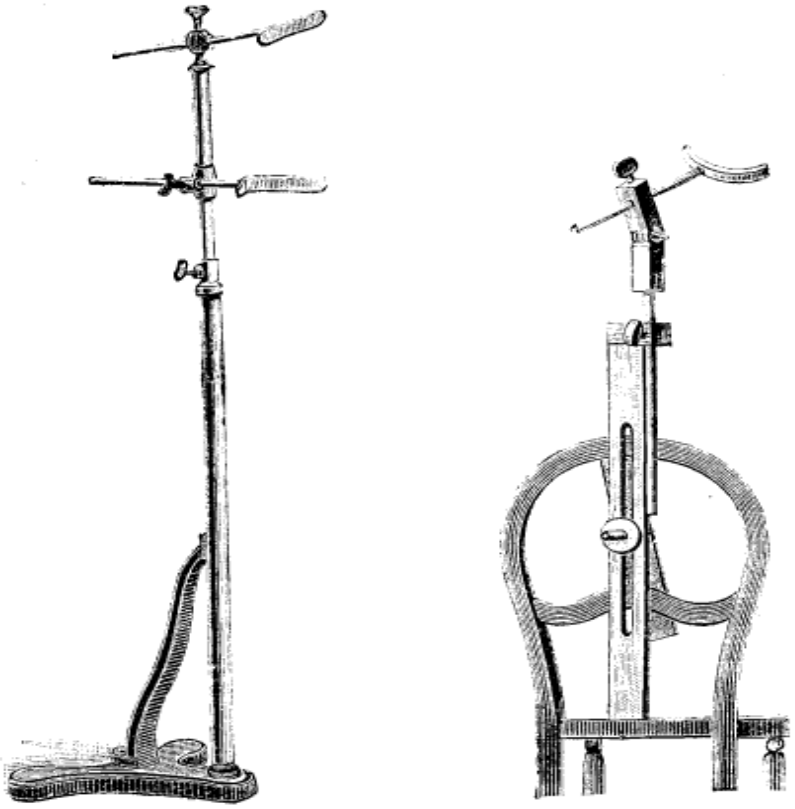


Fig. 167. — Appuies-tête.

tilles, des bijoux, pourront être très utiles pour improviser ou compléter un arrangement seyant au modèle à reproduire.

Nous ne pouvons donner sur cette matière que de simples indications car le choix du costume, l'arrangement de la chevelure, l'emploi de tels ou tels accessoires, d'un fond plutôt qu'un autre, varient suivant le sujet, le goût et le sens artistique de l'opérateur. C'est lui qui sera seul juge et devra modifier ses dispositions dans chaque cas particulier.

On se sert fréquemment dans l'atelier d'un support spécial arti

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

culé destiné à assurer la position du modèle et à l'empêcher de remuer, c'est l'appuie-tête. Il est monté sur un pied solide en fonte ou encore plus simplement après un siège quelconque (fig. 167). Cet accessoire indispensable avec les anciens procédés est beaucoup moins nécessaire avec le gélatino-bromure d'argent dont la sensibilité permet facilement des durées d'exposition fort courtes.

263 *bis*. Dégradés directs.

Les photographies dégradées dont nous aurons à parler plus loin au moment du tirage (371), sont constituées par des épreuves dans lesquelles, par un artifice convenable, on n'a laissé venir que certaines parties de l'image, la tête et les épaules par exemple, ces parties s'estompant sur un fond clair ou sombre suivant l'effet que l'on veut obtenir. On peut obtenir ces résultats en interposant lors du tirage des écrans convenables mais il peut être plus avantageux d'obtenir le négatif dégradé lui-même; de cette manière l'impression se fera sans aucunes modifications sur les procédés habituels et avec beaucoup plus de sûreté.

Voyons donc les dispositifs que l'on peut employer, pour obtenir directement le négatif dégradé. — Si l'on interpose à l'intérieur de la chambre un écran portant une ouverture en rapport avec la forme générale de dégradé que l'on veut obtenir, l'image traversant cette ouverture sera seule reçue sur la plaque et les autres parties ne s'impressionneront pas. Si l'écran était placé près de la surface sensible, les contours de l'ouverture se projetteraient avec netteté : au contraire si on l'écarte, ces contours deviennent flous et donnent une impression parfaitement dégradée. L'importance du flou est d'autant plus grande que l'écran est plus éloigné de la surface sensible.

Les dimensions de la surface démasquée par une ouverture donnée seront d'autant plus grandes que l'écran sera plus près de l'objectif. Par suite, en avançant ou en reculant l'écran, on règlera exactement les dimensions du dégradé par rapport à l'image reçue sur le verre dépoli; on trouve dans le commerce un dispositif qui s'adapte à l'intérieur de la chambre et qui, au moyen de tubes à coulisses, permet de placer l'écran à la place convenable. Celui-ci peut être constitué, comme la figure l'indique, par un dégradateur Persus (fig. 168). Ce dispositif est employé pour obtenir les dégradés dits sur fond russe. Son emploi doit être combiné avec celui du fond noir. Le modèle se détachera par suite en dégradé sur noir.

On peut encore mettre l'écran entre le modèle et l'objectif et les mêmes résultats seront obtenus en ce qui concerne les dimensions du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dégradé et l'estompage des bords. Néanmoins ce procédé offre plus de latitude parce que, suivant la coloration de l'écran, on pourra obtenir soit des dégradés sur fond noir comme précédemment soit des dégradés sur fond blanc. On pourra donc employer à volonté un fond d'atelier noir ou blanc, ceux-ci devant toujours accompagner le dégradé sur fond noir ou blanc. L'écran peut être monté sur un pied coulissant que l'on place à la distance convenable : on peut encore le faire supporter par un avant-corps relié à la chambre noire. Dans ce cas des vis de rappel permettront de le centrer exactement par rapport au modèle. Des guides en bois fixés sur la partie supérieure de la chambre reçoivent un voile noir que l'on avance

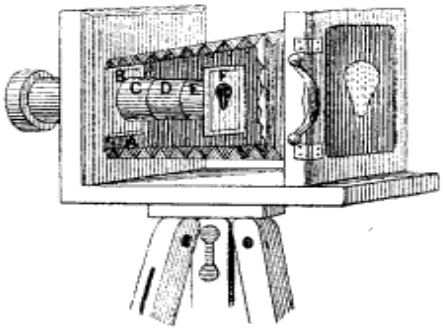


Fig. 168. — Chambre noire munie d'un dégradateur placé à l'intérieur pour donner le dégradé fond russe.

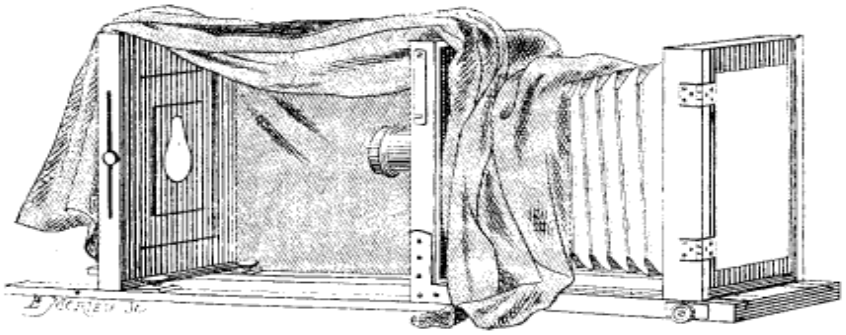


Fig. 169. — Dispositif permettant d'obtenir des négatifs dégradés directement.

plus ou moins de façon à modifier la tonalité générale de l'écran (fig. 169). Lorsque l'on veut exécuter un dégradé sur fond russe, on ferme complètement l'espace qui existe entre le corps d'avant et l'écran. Nous avons vu ce dispositif employé avec le plus grand succès par M. Bellingard, l'habile artiste lyonnais qui obtient directement avec ce procédé tous ses dégradés soit sur fond noir, soit sur fond blanc.

ESTHÉTIQUE DU PORTRAIT

264. Nous arrivons maintenant à l'exécution même du portrait qui comprendra la disposition du modèle, son éclairage et la pose proprement dite.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il est incontestable tout d'abord, qu'il faut un réel savoir et un véritable talent pour poser le modèle dans l'attitude qui sera la plus favorable et l'éclairer convenablement de façon à faire ressortir la caractéristique de sa physionomie. Alors que le peintre a tout le temps voulu pour examiner son modèle, l'étudier, le photographe au contraire n'a généralement que quelques instants. Le client qu'il ne connaît pas, qu'il n'a jamais vu, arrive chez lui et se place devant l'objectif.

Il faut donc, croyons-nous, dans cette hypothèse, que l'opérateur ait un goût très sûr et une faculté d'observation très grande pour se rendre compte en quelques instants de la pose qu'il doit donner à son modèle. En effet, la photographie, qui en somme ne peut rien créer mais ne fait que copier, peut et ceci arrive fréquemment, dénaturer complètement l'original au point que la ressemblance n'existe plus. La faute en est à l'opérateur qui n'a pas su placer son modèle ni l'éclairer de façon à mettre en lumière le côté saillant de sa physionomie. L'art en photographie ne consiste pas à copier servilement un modèle mais bien à le présenter à l'objectif de telle sorte que l'épreuve soit l'interprétation fidèle de l'impression qui s'en dégage.

Dans ces conditions, et puisque la réussite dépend principalement du goût et de l'art qui présideront au choix de la pose, à la direction de la lumière, il est très difficile, pour ne pas dire impossible, de donner dans un livre des indications précises, d'autant plus que la multiplicité des modèles amènera forcément des variantes continuelles.

265. Nous nous contenterons de dire, en ce qui concerne la pose du modèle, qu'il faut en général conserver celle qui lui est habituelle à moins qu'elle ne soit défectueuse, que l'on doit préférer les poses simples et naturelles et éviter celles qui sont trop recherchées et trop empruntées. En un mot il ne faut pas que l'on sente que le modèle pose.

Souvent le modèle présentera quelques défauts qui tiendront à la non symétrie des deux côtés de la figure, des yeux, des oreilles ou encore à un développement exagéré du front, du nez ou du menton. Le talent de l'opérateur consistera à remarquer ces imperfections qui, peu sensibles sur une physionomie toujours en mouvement, seront peut-être trop accentuées dans l'immobilité de l'épreuve et à les atténuer par une pose convenablement donnée.

266. La question de l'éclairage est également difficile à traiter parce que, suivant l'emplacement de l'atelier, son mode de cons-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

truction, les résultats peuvent être sensiblement différents. Nous ne croyons pas d'autre part, à supposer qu'il existe réellement quelques éclairages typiques, que l'on puisse *à priori* décider que tel modèle devra être éclairé de l'une ou de l'autre de ces manières.

Il y aura dans chaque cas particulier des variantes à introduire ce qui fait, qu'à notre avis, il faut éclairer le modèle d'après son caractère général et non pas le soumettre de parti pris à certains éclairages par trop conventionnels.

Celui qui veut se livrer à l'étude du portrait doit procéder par la méthode expérimentale. Dans son atelier, les résultats qu'il obtiendra, les effets qu'il réalisera peuvent être tout différents de ceux qu'il obtiendra dans un autre.

Il prendra comme modèle un buste en plâtre et, par le jeu des rideaux puis par l'interposition des écrans ou l'approche des réflecteurs, il étudiera le maniement de la lumière jusqu'au moment où il en sera maître. Pour cette étude il sera commode de placer le modèle sur un support tournant de façon à le présenter sous divers côtés. C'est ainsi qu'il formera son goût en se rendant compte des modifications que subit la ligne et l'aspect général du modèle pour des déplacements quelquefois très faibles. A ce moment il pourra travailler d'après nature et, suivant les cas, appliquer ce que l'expérience lui aura appris.

On constatera que le modèle peut se présenter sous cinq aspects différents principaux : de face, de trois quarts droit ou gauche, de profil droit ou gauche, des variations à l'infini existent pour les portraits trois quarts.

Les portraits de face laissent souvent à désirer car il est nécessaire que les traits du modèle soient d'une régularité parfaite, ce qui est rare ; ensuite la figure se trouve comme aplatie et si l'on opère à courte distance, les différentes parties de la physionomie ne gardent plus leurs proportions.

Ces réserves faites pour les figures arrivées à leur développement normal, nous devons constater que pour les enfants, au contraire, c'est l'épreuve de face qui est en général la plus satisfaisante. Ceci tient évidemment à ce que leurs traits ne sont pas encore très accentués et n'ont pas un caractère suffisant pour se prêter aux portraits trois quarts.

Un portrait de face ne doit pas être éclairé également des deux côtés sinon il manquerait de relief et d'effet. Les portraits de trois quarts avec leurs variétés infinies sont en général plus avantageux en permettant d'éviter la monotonie et la symétrie du portrait de face.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La possibilité d'éclairer à volonté le grand ou le petit côté donne des effets fort variés.

Les profils ne doivent être employés qu'avec des têtes caractéristiques ou d'une perfection de ligne absolue ; on peut éclairer ou laisser dans l'ombre le côté qui fait face à l'objectif et obtenir des effets très beaux surtout dans les clairs-obscurs. L'éclairage ne doit jamais être perpendiculaire à l'axe de la figure mais bien latéral à cette direction avec plus ou moins d'obliquité. En principe, l'éclairage vient d'en haut et de côté, jamais d'arrière le modèle, si ce n'est dans l'éclairage dit à la Rembrandt qui permet à un profil ou à un trois quarts très prononcé de se détacher en lumière sur le fond, le reste de la figure étant dans la demi-teinte.

Mais, nous le répétons, tout ceci ce ne sont que des indications qui doivent mettre le lecteur sur la voie et lui signaler les procédés généraux à suivre, procédés qu'il variera constamment et dans lesquels il pourra affirmer son goût et son sens artistique.

267. Il n'oubliera pas qu'en dehors de la pose il y a l'expression qui vient animer le visage et, dans cet ordre d'idées, il devra s'occuper particulièrement du regard qui doit être naturel et normal à la direction générale de la figure sauf dans quelques cas tout à fait exceptionnels. C'est là un point qu'on néglige fréquemment et qui conduit à des résultats choquants. Il convient donc d'indiquer un point pas trop rapproché que le modèle devra regarder et non pas fixer, car dans ce cas cette fixité trop grande du regard donnerait inévitablement de la dureté. Il est bien entendu que le mouvement du corps et la position des membres doivent accompagner naturellement l'attitude de la tête.

Il y a certainement de ce côté dans l'exécution photographique du portrait certaines difficultés qui tiennent aux divers plans du modèle que l'on cherche à obtenir avec la même netteté et sans trop de disproportion. Une épaule, les genoux, les mains qui se trouvent trop en avant prendront des proportions disgracieuses. Ce sera à l'opérateur à éviter ces poses délicates à reproduire ou à s'éloigner suffisamment pour que la différence des plans ne produise plus d'effets choquants.

En résumé, nous voyons que l'exécution du portrait est loin d'être une opération banale mais qu'elle demande chez l'opérateur un sens artistique très développé. C'est à cette seule condition que les résultats obtenus sortiront de la médiocrité et pourront devenir de véritables œuvres d'art dans toute l'acception du mot.

Nous arrivons maintenant aux études faites au dehors et qui, sauf

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les cas du portrait en plein air, ne comportent plus pour l'opérateur des ressources aussi variées puisqu'il n'est plus maître de sa lumière et qu'il doit se borner à reproduire les sujets variés qui peuvent l'intéresser.

Nous verrons qu'il rencontrera de ce côté des difficultés particulières mais qu'il pourra ou les vaincre ou les tourner de façon à obtenir le résultat qu'il cherche dans la majorité des cas.

268. Portraits en plein air.

Bien des personnes n'ont pas à leur disposition un atelier vitré et il ne faudrait pas croire que l'étude du portrait leur soit interdite à cause de cela. Il est certain qu'elles ne pourront pas obtenir certains effets qui nécessitent l'emploi habile d'une lumière dirigée

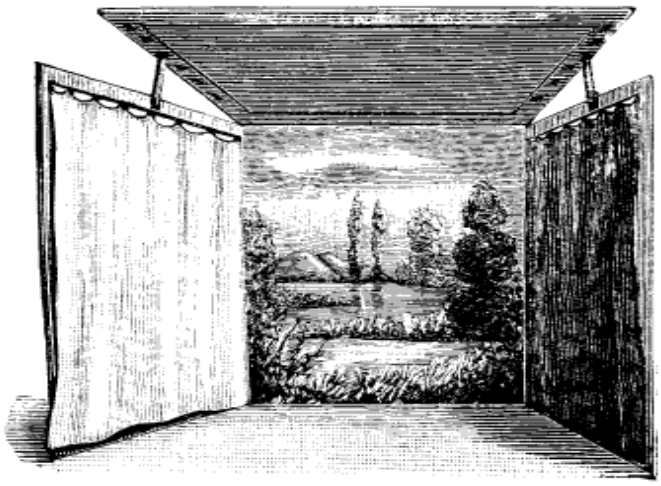


Fig. 170. — Modèle d'atelier pour exécuter le portrait en plein air.

savamment mais elles peuvent néanmoins exécuter des œuvres très satisfaisantes en s'ingéniant à opérer dans des conditions qui rappellent celles du travail normal à l'atelier.

On trouve d'ailleurs dans le commerce des dispositifs démontables qui constituent les ateliers en plein air. La figure 170 représente un modèle de ce genre composé de quatre panneaux qui se rabattent les uns sur les autres pour le transport. Celui d'arrière est constitué par un fond quelconque, les deux de côté sont garnis de rideaux clairs d'une part et plus foncés de l'autre. On ouvre ceux-ci plus ou moins suivant l'éclairage que l'on veut obtenir. Le panneau supérieur peut se relever à volonté. Nous croyons que dans ce dispositif il faudra absolument masquer les ouvertures qui existent entre le plafond et les côtés pour éviter les faux jours.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Un autre modèle d'atelier a été présenté par un de nos collègues M. Lequeux (fig. 171). Il comporte également un fond et deux panneaux latéraux : le plafond est à double pente comme dans l'atelier. Les panneaux de côté sont pleins dans le bas et garnis dans le haut, ainsi que les panneaux supérieurs, d'une étoffe légère telle que la gaze blanche. Des petits rideaux mobiles peuvent glisser le long des panneaux latéraux. C'est en somme une reproduction très parfaite de l'atelier ordinaire mais avec des matériaux légers et des dispositifs qui en permettent le démontage facile.

269. Laissant de côté ces dispositifs tout spéciaux, ce que nous voulons étudier maintenant c'est l'obtention du portrait en plein

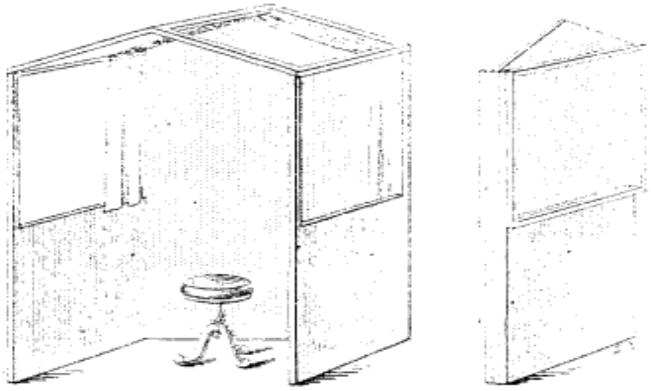


Fig. 171. — Atelier à portrait portatif et démontable de M. Lequeux.

air exécuté sans installation spéciale et avec les simples ressources que l'on peut rencontrer partout.

En général il faudra chercher un endroit situé à l'ombre, la pleine lumière venant de côté, et un mur ou à défaut un écran, constitué par une étoffe claire, éclairant par réflexion le côté de l'ombre. On évitera avec soin les murs frappés par le soleil qui pourraient envoyer des reflets de mauvais effet ou les masses de verdure trop épaisses. Il faudra, d'ailleurs, tenir compte de la présence de ces dernières pour augmenter en conséquence la durée d'exposition. Si l'on veut un fond uni on placera, à une certaine distance du modèle, un drap, une couverture, un tapis ou toute autre étoffe de la nuance voulue. Cette étoffe ne devra pas faire de plis. Si ceux-ci étaient impossibles à éviter, on priera deux personnes de bonne volonté d'agiter ce fond improvisé pendant toute la durée de la pose. De cette manière les imperfections ou les plis ne seront pas visibles sur le négatif.

S'il est nécessaire, on constituera un écran en faisant tenir par un aide une ombrelle claire de façon à modérer la lumière d'en haut.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le réflecteur sera fait avec un morceau de carton blanc ou une serviette posée sur une planche ou encore un miroir.

Avec une installation pareille qui peut se faire n'importe où, en quelques instants, on pourra, nous le répétons, obtenir d'excellents portraits, à condition de ne pas chercher les effets d'éclairage compliqués.

270. Mais au lieu de chercher à obtenir au dehors ce que nous appellerons le portrait du photographe, ne serait-il pas mieux de profiter des admirables fonds que la nature nous offre à chaque pas et qui ont l'avantage de la vérité et de la beauté sur ceux de l'atelier et de faire non pas le portrait banal mais bien le portrait vrai, c'est-à-dire celui qui consiste à reproduire le modèle dans son vrai cadre et dans son milieu habituel. C'est là une voie dans laquelle les amateurs se sont lancés avec grand succès depuis quelques années et qui leur a ouvert des horizons nouveaux. Les œuvres ainsi obtenues sortiront forcément de la banalité et permettront à leur auteur de déployer toutes ses facultés de composition. C'est ainsi que nous arriverons à la scène de genre qui est une variété de portrait mais avec un personnage placé dans une attitude vraie, dans un cadre et des accessoires vrais.

Ici le rôle du photographe grandira, car tout l'art qui pourra exister dans son épreuve dépendra du goût et du sens artistique qu'il aura déployé pour trouver son sujet, le placer, l'animer en quelque sorte et ceci dans un cadre et un milieu appropriés. C'est, nous le répétons, une voie nouvelle dans laquelle l'opérateur aura à exercer les mêmes talents que le peintre ou le dessinateur mais qui aura sur eux l'avantage de fixer sa composition beaucoup plus rapidement. On pourra bien lui objecter qu'il ne peut pas, comme le peintre, introduire des modifications capitales dans son sujet, négliger certaines parties, en rapporter certaines autres, donner plus ou moins d'importance à telles ou telles. Ceci n'est vrai que partiellement : le choix d'un motif également pondéré dans toutes ses parties sera évidemment plus difficile à faire mais le mérite n'en sera que plus grand en cas de réussite : d'autre part l'emplacement de l'appareil, le genre de l'objectif permettent de modifier dans une certaine mesure la vue embrassée, enfin les variations de la mise au point donnent le moyen de reporter la netteté sur tel ou tel plan et de laisser tels ou tels autres dans un flou qui contribue à donner la perspective et le relief. Et nous ne parlons pas ici des ressources données par les modifications de la durée d'exposition, par la conduite du développement, par les retouches et enfin par le mode de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tirage, facteurs qui contribuent tous, pour leur part, à la réalisation artistique de la conception de l'auteur.

Il est certain qu'au point de vue technique, on rencontrera de véritables difficultés pour obtenir un négatif complet, susceptible de donner de suite une épreuve irréprochable: c'est donc pour cette raison que nous admettons la possibilité de la retouche, bien qu'en principe nous n'en soyons pas partisans. Nous sommes en effet d'avis que la retouche ne doit pas être une opération habituelle destinée à suppléer aux imperfections du négatif, imperfections qu'on aurait pu éviter avec du soin et de l'habileté, mais bien une opération exceptionnelle qui ne devra être exécutée que lorsque toutes les ressources réunies que nous donne la technique, n'auront pu vaincre les difficultés rencontrées pour traduire avec vérité l'original. Ainsi comprise et faite par l'opérateur lui-même, guidé par la conception de son œuvre, la retouche deviendra acceptable et même nécessaire dans certains cas.

C'est avec cette restriction formelle que nous comprenons la retouche dans les compositions d'ordre artistique, et nous n'admettons pas qu'elle ne serve uniquement, comme cela arrive encore trop souvent, qu'à masquer l'inexpérience ou la maladresse de l'opérateur.

271. Groupes.

Nous ne pouvons passer sous silence l'exécution des groupes qui présente de réelles difficultés en ce qui concerne l'arrangement des divers personnages. Les règles générales qu'il faudra appliquer dans l'espèce, consisteront à éviter la trop grande symétrie et l'uniformité qui résultent de modèles placés dans un même plan et dans des attitudes semblables.

On évite ces inconvénients en étageant ceux-ci à des niveaux différents et en les plaçant convenablement. Sans pouvoir donner encore ici des règles précises, nous devons reconnaître que c'est surtout le goût de l'opérateur qui devra s'exercer de la façon la plus entière. Si le groupe ne comporte que deux personnages, l'un doit être assis et l'autre debout: s'il y en a trois, deux pourront être assis et le troisième debout. On accepte en général assez bien les groupes affectant la forme d'une pyramide et par suite, il sera toujours plus facile d'obtenir un bon résultat avec un nombre impair de modèles qu'avec un nombre pair.

En laissant de côté les groupes nombreux de collégiens, de militaires ou de sociétés quelconques qui sont exécutés généralement sans souci des règles artistiques et avec le but de ne pas trop sacrifier les uns aux autres dans l'échelle des réductions, il y aura

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plus à faire du côté des groupes pittoresques placés dans un cadre approprié et où les personnages et les fonds se compléteront réciproquement au point de vue de la beauté de l'ensemble. Ces études constitueront les sujets de genre à plusieurs personnages : les mêmes règles seront appliquées comme précédemment et chacun des modèles devra bien se souvenir qu'il doit contribuer à l'effet général de l'ensemble dont il n'est qu'une partie plus ou moins importante. Les difficultés d'exécution seront d'autant plus grandes que le nombre de personnages sera plus élevé, mais le succès n'en sera que plus méritoire en cas de réussite.

272. Paysages.

Nous arrivons maintenant à l'étude du paysage proprement dit. Ici, la variété des sujets que la nature nous offre est innombrable et nous aurons par suite à examiner un certain nombre de cas plus spéciaux qui correspondent aux principales variantes, après avoir posé tout d'abord certains principes généraux qui régissent la question.

Et, tout d'abord, nous devons faire une distinction capitale dans la façon de traiter le sujet suivant le but que l'on se propose. La photographie peut être d'une part, un moyen de reproduire tel ou tel motif qui nous intéresse à un point de vue documentaire ; dans ce cas, elle doit nous donner la copie de l'original avec tous ses détails et la plus grande finesse, notre but étant avant tout d'obtenir une image sincère et fidèle ; de l'autre elle devient un moyen d'interpréter la nature pour en fixer les beautés et la poésie que nous y avons rencontrées : dans ce second cas, l'extrême finesse des détails, la reproduction rigoureuse des divers plans peuvent nuire à l'effet général que nous cherchons et qui doit provenir de l'harmonie des lignes, de la pondération des effets de lumière et d'ombre, et il faudra savoir faire un usage habile des ressources que la technique met à notre disposition pour passer la limite de rendu qui sépare une épreuve documentaire d'une épreuve artistique.

Depuis quelques années, et à l'étranger surtout, la question de l'art en photographie s'est nettement posée : c'est ainsi qu'en Angleterre plusieurs expositions brillantes ont prouvé d'une façon indéniable que l'art en photographie n'était pas un vain mot. En France le mouvement a été suivi et la première exposition organisée par le Photo-Club de Paris, a été couronnée d'un vrai succès. Il faut avouer cependant que ce succès a été dû pour la plus grande partie aux exposants étrangers et principalement aux Anglais qui ont pris sur nous une réelle avance qu'on ne saurait discuter.

273. A propos de cette exposition nous avons vu discuter très

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sérieusement une question qui nous intéresse particulièrement dans notre étude présente, c'est celle du flou en photographie. Il y a déjà longtemps que les opérateurs habiles savent tirer parti des imperfections des objectifs ou même les faire naître ou les augmenter pour donner aux arrière-plans un certain flou, qui a pour effet de laisser le modèle se détacher avec pleine netteté et attirer sans peine l'œil de l'observateur. C'est l'application d'une loi générale que les artistes peintres ou dessinateurs mettent en pratique en poussant toujours davantage le sujet principal de leurs compositions qui ne doit pas être écrasé par son entourage mais bien simplement mis en valeur. Cependant la nouvelle école veut aller plus loin et pose en principe que le flou général est seul compatible avec l'art photographique.

Nous ne discuterions pas cette théorie, si nous n'en avions vu déjà les inconvénients, inconvénients qui ne tendent rien moins qu'à abaisser le niveau de la photographie au lieu de l'élever. Un négatif non mis au point, développé d'une façon quelconque mais médiocre, sera tiré sur un papier ou un autre à gros grain, mal viré de façon à obtenir un ton auquel ne nous a pas habitué la photographie et voilà une épreuve que l'on prétendra artistique. En un mot, si nous nous faisons bien comprendre, nous protestons contre cette idée qui tend à être admise, à savoir qu'il n'est pas besoin de faire un bon cliché pour avoir une épreuve artistique et que celle-là aura ces qualités parce qu'on aura employé un papier à grain et obtenu un ton différent du ton photographique, l'image laissant d'ailleurs deviner le sujet plutôt qu'elle ne l'indique. Nous aurons à étudier dans un instant dans quelle mesure le flou peut et doit être admis, quelle est la valeur du papier adopté et du ton de l'épreuve pour contribuer à l'effet artistique mais ce que nous devons déclarer, c'est que l'art en photographie réside tout d'abord dans celui de la composition puis après dans l'exécution ; et nous ne nous avançons pas trop en disant que la bonne exécution du négatif est primordiale et qu'avant d'être artiste il faut être excellent technicien. Or c'est ce qu'on ne pense pas généralement. Autant admettre qu'un peintre, qui ne saurait pas manier les couleurs ou qu'un dessinateur qui ne saurait pas tenir son crayon puissent arriver néanmoins à faire des œuvres artistiques.

Comme conclusion, et nous croyons être dans le vrai, pour se lancer dans la photographie artistique, il faut, en dehors du goût et du sens artistique qui sont les qualités essentielles, savoir faire la photographie et être un praticien des plus habiles.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

D'ailleurs, comme preuve de ce que nous avançons, nous renvoyons à l'examen des œuvres de certains artistes anglais qui se manifestent d'une façon indiscutable comme des maîtres en photographie et qui n'appartiennent en aucune façon à l'école dont nous parlions précédemment.

En résumé donc, si la façon de traiter le paysage exige, quand il s'agit de documents, une netteté complète s'étendant à tous les plans et une minutie de détails qui est nécessaire pour percevoir les divers objets, il n'en sera plus de même lorsque l'art sera le but unique de l'opérateur. Dans ce cas, par l'emploi judicieux de la mise au point, du jeu des diaphragmes, il arrivera à adoucir la netteté trop grande de certaines lignes ou de certains contours, à donner de l'air et de la profondeur, à régler les oppositions de la lumière et de l'ombre de manière à bien mettre en valeur la composition. Il devra donc être complètement maître de ses appareils et de la technique spéciale de façon à utiliser les nombreuses ressources qui sont à sa disposition.

274. Il aura d'autre part à appliquer d'une manière générale les règles de la composition, règles qui sont immuables et s'appliquent tout aussi bien au photographe qu'au peintre ou au dessinateur, du moment que tous ont un but commun, l'Art. Certains auteurs ont prétendu formuler ces règles en vue des applications photographiques et donner des indications précises sur la ligne d'horizon, l'emplacement du sujet principal, les points de fuite, les composantes du sujet, etc. Nous ne saurions les suivre dans cette voie trop étroite qui conduit forcément à des compositions uniformes et calquées les unes sur les autres. Nous ne croyons pas d'ailleurs que l'art s'apprenne, il peut se développer, s'affiner mais certains sont par nature absolument rebelles quand les autres ont, en quelque sorte, l'intuition native. Ceux-là seuls peuvent s'élever à un niveau tel que l'art se dégage de leur œuvre, parce qu'ils le sentent, parce qu'en un mot ils sont des artistes : les autres, quelque satisfaisantes que soient leurs productions au point de vue technique, n'y arriveront que difficilement pour ne pas dire jamais.

Laissons de côté la question de la photographie artistique et examinons les diverses constituantes d'un sujet général de paysage qui comprendront les avants-plans, les arrières-plans et le ciel, le sujet principal pouvant être l'une quelconque de ces parties. Les dimensions respectives des différentes parties varieront donc suivant qu'elles constitueront ou non le sujet principal. Mais comme en photographie les dimensions des objets reproduits sont d'autant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plus faibles que les plans sont plus éloignés, il faudra tenir compte de cette perspective particulière qui produira des effets totalement différents de ceux que notre œil perçoit. Il est nécessaire d'acquérir une éducation spéciale qui nous permet d'apprécier les transformations que l'objectif va imposer à l'image et de savoir quels seront les résultats définitifs. C'est ce manque d'éducation qui fait que certains opérateurs, attirés par un beau sujet, sont absolument désappointés en voyant la traduction qui n'a plus aucun caractère, que d'autres laissent échapper une étude que l'œil n'a pas remarquée et qui, à la chambre noire, donne une composition charmante.

Les artistes, véritablement dignes de ce nom, ont un œil exercé qui, d'un seul coup, leur indique le tableau à faire : le photographe doit avoir également cette faculté mais encore plus développée parce que la traduction de son modèle est réglée à peu près invariablement par des lois optiques. Il faut reconnaître cependant que par le choix de l'objectif, le rapprochement ou l'éloignement de l'appareil, l'opérateur est maître dans de larges mesures de modifier les dimensions respectives des divers plans et par suite la composition en général.

Voyons maintenant la conduite à tenir dans quelques cas particuliers.

273. Études d'arbres.

Les arbres ont une part importante dans le paysage non seulement par leur forme mais encore par les colorations diverses de leurs feuillages. Leur aspect est variable suivant les saisons et ils se prêtent par suite à des études fort différentes.

Si la tonalité du tronc de l'arbre et de ses branches peut être rendue avec exactitude il n'en est pas de même des feuillages qui comportent toutes les gammes du vert et du jaune.

Ces deux couleurs sont peu actiniques et si le brillant des feuilles ne contribuait pas à renvoyer quelque peu de lumière blanche, leur reproduction par les procédés ordinaires serait à peu près impossible. Il est à remarquer que la traduction photographique des verdures est toujours de beaucoup en dessous de l'effet vrai. Il faudra donc, dans ces études, mettre largement à contribution les procédés orthochromatiques si l'on désire un rendu plus conforme aux effets de la nature.

La durée de la pose doit être augmentée en considération de ce que nous venons de dire et ceci d'autant plus que la verdure est plus accentuée. C'est pour cette raison que les sous-bois qui ne

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sont guère éclairés que par la lumière transmise au travers des feuillages sont si difficiles à rendre. Pour éviter les masses par trop sombres, dans ce cas particulier, il est recommandé d'opérer de préférence au printemps ou à l'automne, lorsque le feuillage plus clair permet au soleil de filtrer par les interstices. Les résultats obtenus seront d'un bel effet à condition de pratiquer une large surexposition.

Les arbres dégarnis de feuilles ne présenteront pas les mêmes difficultés d'exécution et la fine dentelure des branches se découpant sur le ciel se prêtera admirablement à la reproduction photographique.

L'hiver, par la neige, les conditions seront changées, les troncs et les branches des arbres se détachant en noir sur la couche d'un blanc immaculé. Ce sera encore matière à employer la surexposition pour obtenir à la fois les détails dans les troncs, les branches et la neige.

Les effets de neige peuvent être très remarquables surtout après la première neige et en cas de givre ou de verglas. Dans ce cas toutes les branches sont recouvertes d'une couche de neige ou de glace qui donne des effets ravissants mais en général peu durables. Il faudra donc se hâter.

Ce que nous venons de dire à propos de la surexposition s'applique à tous les paysages neigeux. L'interposition d'un verre jaune et l'emploi de plaques orthochromatiques donnent également de bons résultats.

Une des difficultés que l'on rencontrera dans les photographies d'arbres proviendra du vent qui les agite et ne permet pas d'obtenir la netteté cherchée. Il faudra donc choisir un temps calme ; on a remarqué, d'autre part, que le vent était quelquefois moindre le matin et le soir, qu'il avait des moments d'accalmie, principalement après une bonne pluie ; il est également variable suivant les saisons. On devra retenir ces indications et les utiliser le cas échéant.

Fréquemment les arbres ne constitueront pas le sujet principal et ils seront dans le voisinage d'habitations, de rivières, de lacs ou d'étangs, de chutes d'eau, autant d'études nouvelles.

276. Études d'arbres et de monuments.

La reproduction d'arbres feuillés et d'un monument blanc constitue, dans l'espèce, la difficulté la plus grande et est un exemple en quelque sorte classique du sujet à oppositions. Il faudra faire usage de la surexposition ou encore, par l'interposition d'un verre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

coloré (293), retarder la venue des grands blancs tout en ne contrariant pas l'action des rayons verts. S'il s'agit de reproduire un monument en briques rouges et avec un toit rouge, le tout entouré de verdures, nous devrons, pour rendre l'effet de tonalité faire usage de plaques orthochromatiques, sinon la maison et le toit se traduiront en note foncée sur des verdures plus claires, ce qui est précisément l'inverse de la sensation perçue par notre œil.

277. Études d'arbres et d'eau.

Les résultats obtenus par la présence de l'eau dans un paysage, sont des plus intéressants à cause des reflets qui contribuent à augmenter l'effet et la perspective: ils seront donc recherchés fréquemment, mais ils constitueront un sujet à grandes oppositions, principalement si le ciel clair est réfléchi plus ou moins comme les verdures environnantes. En principe donc, il faudra opérer comme nous venons de le dire pour les arbres et les monuments. Mais cette surexposition sera souvent difficile à réaliser à cause du mouvement de l'eau. Si celle-ci est calme, dans un lac ou un étang et encore quand il n'y a pas de vent, on arrivera sûrement au but. Si l'on a à reproduire un cours d'eau plus ou moins rapide, ou que le vent ride la surface de l'eau dans les cas précédents, le reflet est toujours mobile, il change constamment. Les effets d'ailleurs n'en sont que plus intéressants et variés, mais avec une pose d'une durée quelconque ils disparaîtront sur le négatif, l'eau n'étant plus représentée que par une zone entièrement noire sans détails aucun.

Cette traduction de l'eau qui était inévitable avec les anciens procédés qui demandaient de longues durées d'exposition, ne l'est plus aujourd'hui que la photographie instantanée permet de reproduire les mouvements les plus fugitifs.

Mais si la pose instantanée convient pour saisir l'eau avec toute sa vérité, il est probable que les verdures n'auront pas une pose suffisante. Il sera donc tout indiqué de n'employer qu'une très faible vitesse d'obturation et ne pas trop diaphragmer pour permettre aux verdures de venir d'une manière satisfaisante. Celles-ci d'ailleurs devront être autant que possible en pleine lumière.

Il est certain que ces difficultés, qu'on ne saurait nier, deviendront à peu près insurmontables, s'il s'agit de photographier des cascades, des chutes d'eau, qui nécessitent des durées d'exposition très réduites, car elles sont en général situées dans des gorges, des ravins, entourées de bois et parsemées de rochers sur lesquels elles bondissent et rebondissent.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans cette hypothèse, qui met en opposition l'écume toute blanche de l'eau et les arbres ou rochers voisins, nous devrions appliquer la surexposition mais la chose est impossible, car notre chute d'eau dont nous admirons le tourbillonnement et le saut de roches en roches, l'écume rejaillissante, la buée qui l'environne sera traduite par une traînée blanche sans dessin, ni détails, ni modelé. Comment devrons-nous faire pour résoudre ce problème délicat ?

Il faut tout d'abord décider si la cascade en elle-même est le sujet principal ou au contraire une partie seulement plus ou moins importante d'un ensemble ; dans le premier cas, on devra indubitablement tout mettre en œuvre pour la saisir dans son mouvement, de là nécessité d'une pose quelquefois très réduite, avec laquelle le cadre sera forcément quelque peu sacrifié ; il est alors recommandé de travailler à grande ouverture et de développer de façon à diminuer autant de possible les contrastes.

Dans le second cas, la cascade n'étant qu'un accessoire, on pourra augmenter la pose, de façon à avoir convenablement tout le paysage, l'eau se trouvant légèrement remuée. C'est à l'opérateur à prendre dans chaque cas la solution qui paraîtra répondre le mieux à ce qu'il veut rendre.

278. Des ciels.

La lenteur des anciens procédés ne permettait en aucun cas d'obtenir les nuages avec le paysage, et par suite jusqu'à ces dernières années, on avait pris l'habitude des épreuves présentant un ciel d'une blancheur immaculée. Du reste, quand celle-ci n'était pas suffisante, on se hâtait de l'obtenir par le silhouettage. Il est évident que ces résultats ne sauraient plus être admis aujourd'hui, l'importance du ciel dans un paysage n'étant méconnue par personne. On est même allé plus loin dans cette voie en voulant ajouter un ciel à chaque épreuve. Il y a cependant un juste milieu qui est de reproduire la nature telle qu'elle est, avec des nuages quand il y en a, sans nuages quand il n'y en a pas, si non on risque fort de commettre des non-sens, l'éclairage du paysage n'étant pas en rapport avec celui du ciel.

La reproduction simultanée du paysage et du ciel devrait donc être la règle ; en pratique il est cependant fort difficile de la suivre, l'actinisme de ces deux parties du sujet étant complètement dissemblable. Si l'on arrête le développement lorsque les nuages seront venus, le sujet manquera de détails et d'intensité, si au contraire on pousse à point le paysage, les nuages disparaîtront dans l'opacité

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

trop grande du ciel. On n'obtient en général de bons résultats avec une pose unique qu'avec de gros nuages gris-foncé ou noirs qui n'ont plus l'actinisme des nuages blancs.

Parmi les procédés employés pour atteindre ce résultat, nous signalerons l'usage d'un obturateur à volet comme celui de Guerry qui permettra, par une ouverture progressive de laisser poser davantage les premiers plans, le ciel ayant eu la pose minima. Un autre consiste à faire deux clichés du même sujet, l'un pour avoir le sujet et l'autre le ciel. Par un double tirage, chose assez délicate d'ailleurs, on pourra arriver au résultat cherché. Enfin on peut, pendant le développement, supprimer l'action du révélateur sur le ciel lorsque celui-ci est à point en inclinant la cuvette de telle façon que seul le paysage soit en contact avec le bain. Inutile de dire que ce procédé ne peut être employé que si la ligne de démarcation du ciel et du paysage n'est pas coupée par des parties quelconques se détachant sur le ciel.

Pour arrêter l'action du révélateur d'une façon complète en certains points, on pourra se servir encore du procédé indiqué par H. Fourtier (356).

En dernier lieu, sur un cliché quelconque, dont le ciel est trop intense, on peut essayer un baissage partiel, ou encore préserver au tirage le paysage lorsqu'il est à point, et continuer l'insolation du ciel.

Nous prévenons le lecteur que la plupart de ces procédés sont délicats à mettre en œuvre, certains peuvent même compromettre l'existence du négatif et ils ne devront être employés que lorsque, par des expériences préliminaires, on aura acquis l'habileté suffisante.

S'il s'agit d'obtenir uniquement le ciel avec ses nuages, les difficultés ne seront plus les mêmes, en principe : il suffira de donner une exposition très courte, l'objectif étant fortement diaphragmé et d'employer un révélateur susceptible de donner des oppositions. En effet, l'actinisme du ciel nuageux est tel qu'il est indispensable de faire de la photographie instantanée, et d'autre part, malgré les différences de colorations des diverses parties du ciel, il est difficile de traduire les nuances qu'elles présentent pour l'œil.

Cette question sera du reste traitée à fond à propos des applications à la météorologie et nous y renvoyons le lecteur.

279. Marines.

Au bord de la mer, l'actinisme de la lumière est remarquable et on n'éprouvera aucune difficulté à faire de bonnes épreuves instantanées. On pêchera même en général par excès de pose, c'est dire

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que, sans inconvénients, on peut employer les poses les plus rapides même avec des diaphragmes relativement petits $\left(\frac{f}{20}\text{ et au-dessous}\right)$. — On n'éprouvera de difficultés réelles que pour obtenir les coups de mer se brisant sur les rochers ou les bateaux se détachant sur l'eau et le ciel. Ces sujets présentent des oppositions extrêmes, aussi faudrait-il faire de la surexposition, malgré la nécessité de la pose instantanée. Le procédé à employer consistera à opérer avec de grands diaphragmes et même à les supprimer complètement si l'objectif a un champ suffisant. — De cette manière, sans modifier la durée de pose, on augmente la somme de lumière admise dans des proportions telles que l'épreuve sera surexposée et donnera une reproduction beaucoup plus harmonieuse.

En passant, nous remarquerons que c'est au bord de la mer que l'on aura fréquemment occasion de faire des clichés de nuages et surtout de couchers de soleil. L'immensité de l'horizon qu'aucun obstacle ne vient couper facilite de beaucoup ces études.

280. Montagnes et glaciers.

Les difficultés que l'on rencontre dans l'étude de la montagne, lorsqu'il s'agit de reproduire des vues très éloignées, tiennent d'une part, à la présence des grandes masses de verdure et de l'autre, à celle de l'atmosphère interposée. Avec des plaques ordinaires, les différentes tonalités des verdures seront traduites généralement d'une manière trop foncée et trop monotone, avec insuffisance de détails. Si l'on augmente intentionnellement la pose pour obtenir ces parties avec plus de perfection, les plans éloignées, le ciel et les nuages se solarisent. Il convient donc, dans ce cas particulier, de faire un large usage des préparations orthochromatiques et d'un écran jaune destiné à éteindre le plus possible les radiations bleues dues à la présence de l'air interposé.

Ce mode opératoire est surtout indiqué pour les photographies de lointains et de glaciers. Les expériences faites à ce sujet par M. J. Vallot ne laissent aucun doute à ce sujet. Avec les plaques ordinaires et l'écran jaune, on obtiendrait déjà des résultats bien supérieurs à ceux qu'elles donnent sans écran, mais leur faible sensibilité pour le jaune et le rouge exigera encore et, précisément à cause de la présence de l'écran coloré, des poses d'une certaine durée tandis qu'avec les plaques orthochromatiques elles pourront être diminuées d'une façon incontestable.

281. Paysages animés.

Les procédés rapides actuellement employés permettent facile-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment, en raison de la brièveté de la pose, d'admettre dans le paysage des sujets animés. Mais de ce qu'un personnage bien placé peut contribuer à l'effet artistique, doit-il s'en suivre inévitablement que tout paysage ait besoin d'être animé. C'est là une erreur contre laquelle nous nous inscrivons. La présence d'un personnage, voire même d'un animal quelconque, n'a de raison d'être que si ces sujets apportent leur part contributive à la composition, sinon ils en compromettront absolument l'effet. — Le type, le costume, l'emplacement, l'attitude du modèle que nous aurons accepté, devront concourir à l'effet général et on appliquera les mêmes règles que dans l'exécution des scènes de genre quoique, dans le paysage animé, le ou les personnages ne doivent avoir qu'une importance moindre.

L'introduction des animaux dans le paysage est plus délicate, car il n'est guère possible de les amener où l'on voudrait, de les placer comme il faudrait. Néanmoins en s'armant de patience et avec un coup d'œil prompt et sûr, on pourra les saisir au moment où ils se présentent de la façon la plus avantageuse. Cette étude se fera d'ailleurs beaucoup plus facilement avec les appareils portatifs sans pied ou à main, c'est dire qu'il faudra faire usage presque constamment de poses instantanées. Le choix d'objectifs à grande ouverture et la conduite du développement permettront d'obtenir des épreuves modelées malgré la brièveté de la pose nécessaire dans la circonstance.

232. Sujets animés.

Nous arrivons ainsi peu à peu à l'étude des sujets en mouvement qui ne peuvent s'obtenir qu'en faisant usage de l'obturateur.

On choisira des plaques extra-rapides, un objectif d'un coefficient de clarté élevé ; on diaphragmera le moins possible, on opérera par une belle lumière, au soleil de préférence et enfin, on emploiera un révélateur énergique. Ce qu'il faut combattre à tout prix dans les épreuves instantanées, c'est l'excès d'opposition entre les lumières et les ombres et le manque de détails dans celles-ci. On devra donc tout combiner pour avoir l'image la plus lumineuse possible. D'autre part, on ne réduira la durée d'exposition que juste de la quantité nécessaire pour obtenir la netteté indispensable, toute diminution inutile ne pouvant que nuire aux qualités générales du négatif.

Si l'on se sert d'appareils à pied, il faudra déterminer au préalable dans quel plan passera le sujet en mouvement et régler la mise au point pour ce plan. On notera bien l'endroit précis où devra se trouver le modèle au moment de déclencher, soit en prenant des repères, soit mieux encore en se servant d'un bon viseur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Avec les appareils sans pied ou à main, réglables d'après la distance, on mesurera au préalable la distance qui sépare l'opérateur de l'endroit présumé où doit passer le modèle et on mettra l'index de l'appareil sur le chiffre correspondant. Avec les appareils automatiques, il suffira de se mettre au delà de la distance à partir de laquelle l'automatisme est assuré.

Cette manière d'opérer ne donnera évidemment de bons résultats que si le sujet en mouvement passe à l'endroit prévu, sinon la netteté se trouvera compromise, surtout s'il se présente dans un plan antérieur ; de plus il faut se préparer d'avance, et dans le cas ou un sujet arriverait inopinément, on risquera fort de commettre une erreur quelconque dans l'appréciation de la distance ou le réglage de l'appareil.

C'est pour éviter ces inconvénients que nous nous servons, pour notre usage particulier, d'une chambre à double corps, qui nous permet de suivre le modèle, de le maintenir au point et d'opérer au moment voulu. Les appareils à vision simultanée rendent le même service et au point de vue de la photographie instantanée, ce sont évidemment ceux qui ont le plus de souplesse et donnent le maximum de rendement.

283. Intérieurs.

Reste la question de la photographie des intérieurs, question délicate à cause de l'éclairage qui est en général insuffisant. Il faut donc en principe des expositions assez prolongées, d'autant plus que l'emploi des objectifs grands angulaires est indispensable et que ces objectifs sont ordinairement fort lents. Pour suppléer à la lumière naturelle insuffisante, il sera avantageux d'employer les lumières artificielles, question qui sera traitée à fond dans la deuxième partie de cet ouvrage.

Un accident qui se produira fréquemment dans les études d'intérieur autour des ouvertures fortement éclairées par la lumière extérieure et se présentant en face de l'appareil, c'est le halo. Nous allons en étudier les causes et les remèdes.

DU HALO

284. Le halo est dû à plusieurs causes, la plus importante provenant des réflexions de la lumière sur les faces de la plaque de verre qui sert de support à la couche. La théorie démontre que ce phénomène cessera de se produire si on place, sur la face postérieure du verre, une couche opaque de même indice que le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

verre, qu'il diminue d'importance au fur et à mesure que l'épaisseur du verre devient plus faible et qu'il est à peu près supprimé avec les préparations pelliculaires. Ces supports seront donc tout indiqués. Si l'on veut se servir de verre, il faudra en recouvrir le dos d'une des préparations suivantes.

1° On fait un mélange de terre de Sienne avec de la dextrine de façon à obtenir un liquide épais et presque pâteux que l'on applique avec un pinceau sur le dos de la plaque.

On prend 100 gr. de terre de Sienne, 30 gr. de dextrine et 2 gr. de glycérine en ajoutant la quantité d'eau nécessaire pour obtenir une pâte suffisamment consistante. Ce procédé était employé couramment avec le procédé du collodion sec qui nécessitait de longues poses favorisant la production du halo.

On enlevait la couche avant le développement au moyen d'une éponge mouillée.

Notre excellent collègue et ami M. Drouet a repris l'étude de ce procédé pour les plaques au gélatino-bromure. Il mélange à sec :

Ocre rouge ordinaire	100 gr.
Dextrine.....	50 gr.

Il ajoute ensuite :

Eau.....	50 à 55cc
Glycérine.....	5cc

La pâte obtenue est passée dans un tamis métallique et étendue sur le dos de la plaque avec un large pinceau. On met sécher à l'abri de la lumière. M. Drouet n'enlève la couche qu'à la fin du développement pour juger de l'intensité. A notre avis, cette opération devrait être faite avant de préférence.

2° M. Cornu qui s'est particulièrement occupé de la question au point de vue théorique indique le procédé suivant :

On fait un mélange de six parties d'essence de térébenthine et d'une partie d'essence de girofle. Ce mélange doit avoir le même indice que le verre. Pour s'en assurer, on met dans ce liquide un petit fragment du verre employé pour la fabrication des plaques, et celui-ci doit être tout à fait invisible. S'il n'en était pas ainsi on rajoute une petite quantité des deux liquides précédents jusqu'à ce que l'on soit arrivé au résultat. Ce liquide se conserve bien.

Au moment de l'emploi on incorpore du noir de fumée jusqu'à ce que l'on ait obtenu une pâte que l'on applique au pinceau sur le dos de la plaque. Cette préparation doit être faite peu de temps avant, ses qualités ne persistant qu'à l'état humide. Avant le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

développement on a soin d'enlever la couche avec un chiffon.

Ce procédé donne d'excellents résultats.

3° MM. Henry frères ont proposé de recouvrir l'envers des plaques d'une couche de collodion normal contenant en dissolution une petite quantité de chrysoïdine. Ce vernis, d'un indice de réfraction peu différent de celui du verre, supprime complètement le halo. Ces savants l'ont employé avec le plus grand succès pour la photographie des étoiles et il est incontestable que ce mode opératoire sera tout aussi efficace dans le travail ordinaire. Ce vernis n'a pas besoin d'être enlevé lors du développement car à cause de sa parfaite transparence, il permet de surveiller facilement la venue de l'image et sa coloration n'est pas autrement gênante.

Mais en dehors du halo provenant de la réflexion il existe certainement une autre cause d'obtention de ce phénomène, c'est ce que l'on pourrait appeller le halo chimique, qui provient de la réduction par voisinage de parties de la couche entourant une région très éclairée. Ce halo augmente d'autant plus que la pose est plus prolongée. Il est difficile de remédier à cet accident si l'on ne peut réduire suffisamment la pose pour éviter sa formation.

En pratique, on évitera sa production par des moyens détournés qui consisteront à recouvrir d'un papier translucide l'ouverture trop éclairée, ou à la masquer complètement par un écran opaque et à ne l'ouvrir, une fois la pose pour l'intérieur faite, que le temps très court nécessaire pour son impression. On a indiqué également la suspension devant l'appareil et à une certaine distance d'un carton masquant l'image de l'ouverture et qui n'est enlevé à la fin de la pose qu'un instant comme précédemment. Ce procédé cependant nous semble plus délicat d'emploi.

En dernier lieu on peut, une fois le cliché terminé, chercher à enlever le halo au moyen d'une retouche locale (366), méthode assurément dangereuse entre des mains peu expérimentées.

En résumé, dans l'état actuel de la question, la suppression du halo paraît être acquise par l'emploi soit de plaques convenablement préparées au dos soit de pellicules mais, dans un cas comme dans l'autre, à la condition de ne pas exagérer outre mesure la durée de l'exposition.

Cette question a du reste, à notre avis, moins d'importance à l'heure actuelle par suite de la facilité que l'on a maintenant pour reproduire les intérieurs avec ou sans ouvertures à l'aide de la lumière artificielle.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ORTHOCHROMATISME OU ISOCHROMATISME

285. Nous venons de voir à plusieurs reprises et principalement lorsqu'il s'agissait de la reproduction d'objets colorés qu'il était nécessaire d'employer des plaques spécialement préparées, les plaques dites *isochromatiques* ou *orthochromatiques*.

Il nous reste à étudier cette question toute spéciale et d'une importance indiscutable.

Lorsque l'on se sert des plaques ordinaires pour la photographie des objets colorés, on constate que les diverses couleurs ne sont pas rendues avec les mêmes valeurs que perçoit notre œil. L'étude des procédés ou des moyens qui permettent de corriger cette traduction défectueuse constitue l'*isochromatisme* ou l'*orthochromatisme*.

286. Voici, du reste, d'après Vogel, des courbes qui indiquent

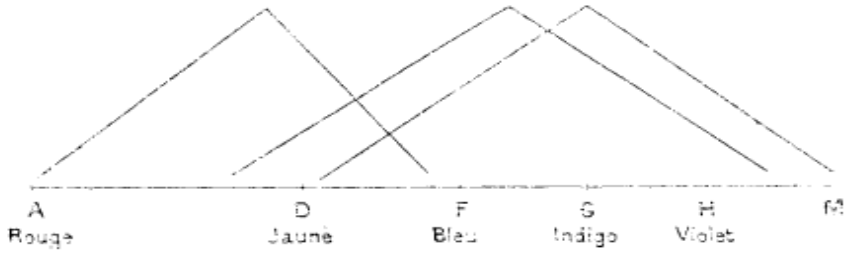


Fig. 172. Action comparée du spectre sur l'œil et sur la plaque.

l'intensité des différentes parties du spectre sur l'œil et l'action chimique du même spectre sur une plaque au collodion et sur une plaque au gélatino-bromure d'argent (fig. 172).

Cette figure schématique montre nettement la différence d'action du spectre, soit sur l'œil, soit sur les préparations photographiques et explique pourquoi la traduction des différentes valeurs est loin d'être comparable à l'impression ressentie. Le maximum d'intensité pour l'œil est dans le voisinage de la région jaune, le maximun d'action sur les préparations sensibles est reporté dans la région bleue et violette : il varie d'ailleurs suivant la nature de la couche sensible. C'est ce que montre la figure suivante (fig. 173).

L'iodure d'argent est peu sensible aux radiations jaunes et rouges, le maximum se trouve dans l'indigo. Le chlorure d'argent n'est pas plus sensible aux radiations jaunes et rouges mais le maximum est reporté dans la région violette. Par contre, le bromure d'argent permet plus facilement la reproduction des jaunes et des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rouges, le maximum étant dans le voisinage des régions bleue et indigo. Ce tableau montre clairement la supériorité des préparations au gélatino-bromure d'argent, mais nous sommes encore loin de la courbe des luminosités.

Cet inactinisme de la plaque photographique, qui est à *priori* un inconvénient sérieux puisque la traduction des différentes valeurs est forcément inexacte, aura cependant des avantages dans certains cas. C'est ainsi que l'éclairage jaune avec les préparations anciennes et l'éclairage rouge avec les plus récentes, permettent de préparer les plaques et de les manipuler sans inconvénients. Cette inactivité pour certaines radiations a reçu de très intéressantes

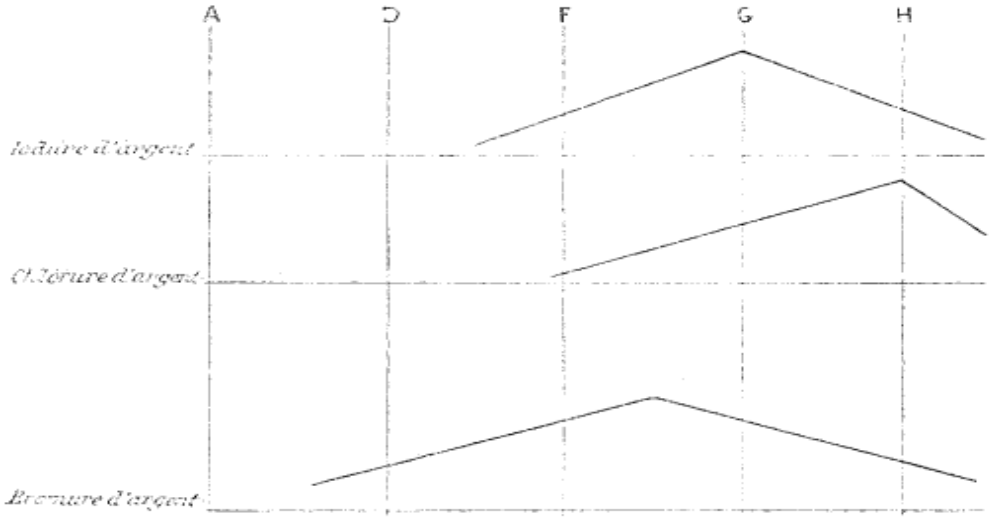


Fig. 173. Action du spectre sur diverses couches sensibles.

applications dans la recherche des falsifications ainsi que nous le verrons plus loin. Par contre, la grande sensibilité des préparations photographiques pour les radiations bleues et violettes a permis d'étudier certaines régions du spectre et entre autres la région ultra-violette qui est invisible à l'œil.

Tout en mettant à profit ces imperfections des couches photographiques, le cas échéant, il est de toute nécessité dans la pratique courante de leur demander de traduire avec plus de sincérité les modèles généralement colorés qui se présentent à nous.

On est arrivé à ce résultat en appliquant un principe trouvé par Vogel et qui constitue la base de l'orthochromatisme.

287. *La sensibilité de la plaque photographique peut être augmentée pour une région déterminée du spectre, en ajoutant au sel*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'argent une substance capable d'absorber cette radiation et en même temps l'iode ou le brome mis en liberté.

Pour étudier les substances jouissant de ces propriétés, il suffira de connaître leur spectre d'absorption.

Le tableau suivant indique, d'après Vogel, les spectres d'absorp-

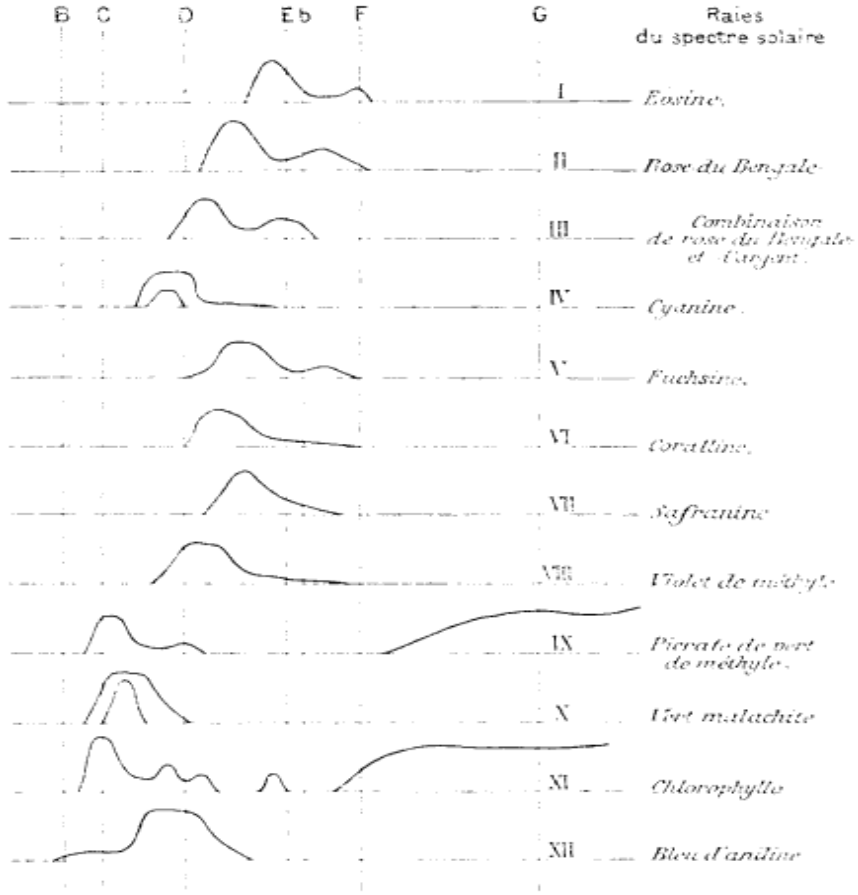


Fig. 174. — Spectres d'absorption des principales substances employées en orthochromatisme (d'après Vogel).

tion des principales substances employeés en orthochromatisme (fig. 174).

Les courbes sont rapportées à une ligne horizontale divisée selon les raies du spectre, la hauteur de la courbe est d'autant plus élevée que l'absorption à été plus grande au point considéré.

Des essais préliminaires devront donc être faits pour choisir la substance qui, dans telle ou telle hypothèse, sera préférable, essais qui porteront tout d'abord sur la nature des radiations à reproduire. C'est là un point important et que l'on néglige trop souvent car

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

on s'imagine que l'isochromatisme de la plaque est souverain. C'est une erreur, ce qui est vrai lorsque nous faisons des essais de laboratoire avec des couleurs pures, n'est pas toujours exact lorsque nous opérons dans la pratique, où les couleurs sont plus ou moins mélangées. C'est ce qui peut expliquer l'insuccès de certains opérateurs qui, après une simple expérience, sans avoir étudié la nature des radiations à reproduire, ont éprouvé des échecs complets.

Après avoir étudié la coloration du modèle, il faudra adopter la substance qui permettra de se rapprocher le plus du but à atteindre.

Les procédés d'orthochromatisation des plaques sont de deux sortes le premier consiste à ajouter la substance à l'émulsion, le deuxième à tremper une plaque dans une solution de la substance choisie, c'est le procédé au bain.

Des maisons bien connues livrent au commerce des plaques préparées par la première méthode, la seconde peut être appliquée par l'opérateur sans difficultés aucunes.

Par suite de ce que nous avons dit sur l'appropriation de la substance à la nature des colorations du modèle, le deuxième procédé nous paraît préférable puisqu'il permet de se prêter à toutes les hypothèses de la pratique ; néanmoins pour certains travaux de même ordre, les plaques toutes préparées auront leurs avantages.

PRÉPARATIONS ORTHOCHROMATIQUES

288. Collodion humide.

Quel que soit le mode de préparation adopté, il ne faut faire usage que de substances absolument pures. Les impuretés que l'on trouve généralement dans les matières colorantes du commerce expliquent bien des insuccès et des différences dans les résultats trouvés.

Il doit être tout d'abord établi que le procédé au collodion humide est un de ceux qui se prêtent le mieux à l'orthochromatisme.

En effet, par les variations introduites dans la composition du collodion sensible et par l'incorporation facultative de telle ou telle substance en quantité variable suivant les cas, on obtient une souplesse que l'on ne saurait trouver dans le gélatino-bromure à moins de multiplier les formules, ce qui conduirait à une complication évidente dans la fabrication et l'emploi.

D'autre part, il a été reconnu que les qualités orthochromatiques de certaines substances étaient bien plus développées en présence du collodion qu'en présence de la gélatine.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Voici différentes formules également recommandables :

Procédé au collodion humide Obernetter. — On dissout à chaud 5 grammes d'azotate d'argent dans la plus petite quantité d'eau possible (2 cc.) et on ajoute une goutte d'acide nitrique pur. — On additionne alors de 250 centimètres cubes d'alcool à 96° en ayant soin d'agiter constamment. L'alcool doit au préalable être chauffé au bain-marie de façon à éviter tout précipité. — On ajoute alors 6 grammes de pyroxyle et 150 centimètres cubes d'éther. — On agite de temps en temps pour faciliter la dissolution et au bout d'une demi-heure environ le collodion est prêt pour l'usage. On doit le filtrer avec soin : néanmoins ses qualités s'améliorent par le temps comme il en est de même pour la plupart des collodions.

Avant d'être collodionnés les bords de la plaque sont enduits d'une solution d'albumine à 1 p. 100, afin d'éviter les soulèvements. Après collodionnage on passe la plaque cinq minutes dans le bain suivant :

Iodure de potassium	50 cc.
Eau	120 cc.
Acide nitrique pur	1 gtte.

On lave dans une cuve remplie d'eau et l'on sensibilise dans le bain d'argent suivant :

Azotate d'argent	12 cc.
Eau distillée	100 cc.
Iodure de potassium à 1/100	5 gttes.
Acide nitrique pur	1 gtte.

C'est dans la solution d'iodure de potassium que l'on ajoute la matière colorante choisie (éosine, violet de méthyle, etc).

D'autres auteurs, parmi lesquels M. Vogel, incorporent dans le collodion la substance choisie pour donner l'orthochromatisme.

Émulsion au collodion du Dr Eder. — On fait dissoudre comme précédemment l'azotate d'argent dans une petite quantité d'eau, puis on ajoute une certaine quantité de collodion à 4 p. 100 additionné d'alcool. Voici du reste la formule :

A.	Nitrate d'argent	15 gr.
	Eau	12 cc.
	Alcool à 95°	90 cc.
	Collodion normal à 4 p.100	150 cc.
B.	Bromure de cadmium	15 gr.
	Solution alcoolique d'éosine à 1/800	7 cc.
	Collodion normal à 4 p. 100	150 gr.

On émulsionne en versant B dans A. Il doit rester un léger excès de nitrate d'argent qui favorise la formation d'éosinate d'argent.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'émulsion est meilleure après une maturation de 12 ou 24 heures. On étend puis on lave pour éliminer les nitrates solubles et l'on expose la plaque encore humide.

M. Yves a employé avec succès les plaques au collodio-bromure orthochromatisées par l'emploi de la chlorophylle (1) seule ou mélangée avec de l'éosine. La solution de chlorophylle extraite des feuilles de tomate, de betterave, du myrte bleu américain, de la pervenche anglaise ou du plantin doit être employée fraîche. On coupe les feuilles en petits morceaux, on les lave plusieurs fois à l'eau tiède puis on les chauffe pendant 15 minutes avec 5 fois leur poids d'alcool pur. On filtre et on laisse refroidir.

La plaque recouverte d'émulsion au collodio-bromure est mise à sécher puis recouverte de la solution alcoolique de chlorophylle pendant quelques secondes et lavée à l'eau distillée. On peut ajouter à cette solution une petite quantité d'éosine, l'excès diminuant la sensibilité pour le vert jaune.

289. Émulsions à la gélatine.

M. le professeur Eder qui s'est particulièrement occupé de cette question avec l'autorité qu'on lui connaît, a étudié les diverses substances qui peuvent être employées avec les préparations au gélatino-bromure d'argent. Ce sont ou des couleurs d'aniline ou des teintures végétales. Les résultats les plus affirmés ont été obtenus avec les couleurs d'aniline mais certaines d'entre elles, en produisant un effet incontestable pour certaines radiations, diminuent la sensibilité générale, d'autres produisent le voile. Voici d'ailleurs, d'après ce savant, les substances qui sont les plus avantageuses pour les diverses radiations colorées :

Substances sensibilisant le bromure d'argent.

Pour le rouge.....	Les verts d'aniline. Le vert acide. Le vert d'iode.
Pour le rouge et l'orangé.....	La cyanine (Schumann). L'azaline (Vogel).
Pour l'orangé, le jaune et le vert ..	Le violet d'Hofmann. Les couleurs similaires.
Seulement pour le jaune et le vert.	L'éosine. La coralline. Le rouge de naphtaline.

La teinture choisie est ajoutée à l'émulsion en très petite quan-

1) L'emploi de la chlorophylle avait été antérieurement indiqué en 1874 par M. Edmond Becquerel. Les expériences de M. Yves ne datent que de 1884 environ.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tité, aucun autre changement n'étant introduit dans le mode opératoire. Si cette quantité est trop forte, non seulement la sensibilité générale est très diminuée mais également la sensibilité particulière pour le jaune ou d'autres radiations. Celle-ci peut même disparaître complètement.

Eder indique pour 100 cc. d'émulsion 2 ou 4 milligrammes de la substance choisie, et encore cette quantité doit être diminuée lorsque la puissance tinctoriale est plus élevée.

Schumann indique 80 gouttes d'une solution d'éosine à $\frac{1}{100}$ pour 120 cc. d'émulsion, Vogel donne 2 cc. de la même solution pour 100 cc. d'émulsion.

Actuellement on trouve couramment dans le commerce des plaques orthochromatiques. Il nous suffira de citer celles bien connues de M. Attout Tailfer qui a été un des premiers à entreprendre cette fabrication sur des données scientifiques, de Monckhoven et de MM. Lumière. Ces derniers livrent deux sortes de plaques, les unes sensibles au vert et au jaune, les autres au jaune et au rouge.

290. Procédé au bain.

Étant donné que pour obtenir un orthochromatisme aussi parfait que possible, il est nécessaire de modifier la sensibilité spéciale de la plaque suivant les dominantes colorées du modèle, ce procédé offrira plus de latitude et se prêtera mieux aux diverses hypothèses de la pratique

La méthode générale consistera à tremper la plaque pendant un temps plus ou moins long dans un bain contenant la substance convenable dissoute dans un dissolvant approprié et à la mettre sécher. La conservation de ces plaques est assez médiocre et il est recommandé de les utiliser le plus tôt possible.

Ordinairement la sensibilité générale est plus ou moins réduite, néanmoins l'addition de certaines substances et en particulier de l'ammoniaque, du nitrate d'argent, des carbonates alcalins contrebalancent, dans une certaine mesure, cette réduction.

Voici différentes formules

1° On prépare le bain suivant :

Eau	100 cc.
Solution d'éosine ou d'érythrosine au $\frac{1}{1000}$	25 cc.

Les plaques doivent séjourner deux minutes. On lave à l'eau distillée et l'on met sécher.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2° On plonge la plaque pendant deux minutes dans le bain suivant :

Eau	100 cc.
Solution d'érythrosine au $\frac{1}{1000}$	2 à 4 cc.
Ammoniaque	0,50 (Eder).

L'addition d'ammoniaque augmente légèrement la sensibilité pour le rouge, celle-ci étant considérable pour le vert, le jaune vert et le jaune.

3° MM. Mallmann et Scolik font usage d'un bain préalable à l'ammoniaque (10 p. 100) pendant deux minutes.

Ils passent ensuite pendant 100 secondes dans :

Eau	175 cc.
Solution d'érythrosine au $\frac{1}{1000}$	25 cc.
Ammoniaque	4 cc.

4° Le bain suivant est bon pour le jaune et le rouge :

Eau	70 cc.
Alcool	30 cc.
Solution alcoolique d'azaline au $\frac{1}{500}$	4 cc.
Ammoniaque	1 cc.

L'azaline est un mélange de 1 partie de bleu de quinoléine avec 10 parties de rouge de quinoléine. Ce mélange donne plus de sensibilité au rouge (Vogel).

5° On peut encore employer un mélange d'érythrosine et d'azaline :

Eau	1000 cc.
Érythrosine au $\frac{1}{1000}$	25 cc.
Azaline au $\frac{1}{500}$	2 cc.
Carbonate d'ammoniaque au $\frac{1}{6}$	50 cc.

Dans ce cas particulier on recommande de sécher à l'étuve pour éliminer l'excès de carbonate d'ammoniaque non combiné.

6° On prépare le bain suivant :

Eau distillée	De 50 à 100 cc.
Solution d'érythrosine au $\frac{1}{1000}$	25 cc.
Solution de nitrate d'argent au $\frac{1}{1000}$	25 cc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cette dernière formule contient du nitrate d'argent qui augmente beaucoup la sensibilité générale, mais on constate une diminution notable pour les radiations bleues et violettes. Ceci n'est du reste pas un inconvénient dans l'espèce, car on peut alors supprimer l'écran jaune qui est en général indispensable pour tirer le meilleur parti des plaques orthochromatiques.

Dans le procédé de sensibilisation au bain, il est recommandé d'éviter d'une manière absolue sur la plaque les bulles d'air qui formeraient autant de taches. Au besoin, on peut les enlever avec un tampon de ouate. D'autre part, les solutions doivent être bien filtrées et absolument limpides.

291. En terminant, nous croyons utile de reproduire le tableau suivant dû à M. Calmette et qui indique d'une façon très claire les effets d'un certain nombre de substances sur les plaques au gélatino-bromure d'argent.

Matières colorantes.	Rayons dont elles augmentent l'action.
Cyanine.....	Orangé et rouge (augmente aussi l'action du bleu).
Céruléine.....	Orangé et rouge.
Phyllocyanine.....	Tout le spectre jusqu'en A.
Vert Malachite.....	Orangé et rouge (augmente aussi le bleu, le violet et l'ultra-violet.
Vert à l'iode.....	Jaune, orangé, rouge.
Bleu Coupier.....	Jaune et orangé.
Eosine.....	Vert et jaune (diminue le bleu).
Erythrosine.....	— —
Rose Bengale.....	— —
Fuschine.....	— —
Rouge de toluène....	— —
Rouge de naphtaline.	— —
Chrysaniline.....	Vert (diminue beaucoup le bleu, le violet et l'ultra-violet).
Chrysoïdine.....	— — — —

292. Essai des plaques orthochromatiques.

Cet essai est indispensable à un double point de vue, pour savoir d'une part la diminution de sensibilité générale qui résulte de l'introduction de la substance destinée à obtenir l'orthochromatisme et de l'autre, l'augmentation de sensibilité spéciale pour telle ou telle radiation.

Le premier essai pourra se faire en photographiant un modèle non coloré avec une plaque préparée et une autre de même fabrication non préparée. Il faudra voir l'augmentation de pose qui sera nécessaire avec la plaque préparée pour obtenir la même intensité après un développement identique.

Pour le second, le mieux serait de photographier le spectre solaire mais ce procédé n'est pas à la portée de tout le monde. En

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pratique on pourra reproduire un spectre coloré comme il en existe dans les traités de physique ou un modèle quelconque présentant sensiblement la gamme des couleurs. Du moment que l'on prendra toujours le même modèle, les indications trouvées seront suffisantes pour guider l'opérateur.

293. Emploi des écrans colorés.

Nous avons vu que les spectres d'absorption des principales substances employées en orthochromatisme augmentaient la sensibilité pour telle ou telle partie de l'image spectrale, tout en la réduisant pour d'autres et les résultats obtenus seront plus exacts dans telle ou telle partie seulement. C'est alors qu'on a eu l'idée de compléter l'emploi de ces plaques par l'usage d'écrans colorés destinés à éteindre plus ou moins certains rayons trop actiniques, tout en permettant le libre passage des radiations que l'on veut spécialement reproduire dans leur note exacte.

Ces écrans sont formés de verres colorés à faces parallèles ou de pellicules minces également colorées soit en gélatine, soit en collodion, ou encore de cuves à faces parallèles et remplies de solutions colorées différentes, ou même d'objectifs dont les verres sont teintés dans la masse. Examinons ces diverses combinaisons.

294. 1° Emploi de verres colorés.

Ceux-ci doivent être à faces parallèles de façon à ne pas altérer la marche des rayons.

On les installera devant l'objectif en les fixant dans un manchon métallique qui se monte à frottement doux comme le bouchon.

Pour les employer derrière l'objectif il faut interposer, entre celui-ci et la planchette, une petite boîte à rainures qui permet de les glisser facilement. M. Monti a présenté un dispositif de ce genre qui est très bien compris (fig. 175). Il est plus difficile de loger le verre coloré dans le plan des diaphragmes, le logement de ceux-ci étant trop étroit. En général, on applique le verre coloré découpé en disque contre la monture intérieure du logement des diaphragmes et on l'y maintient au moyen de cire à modeler. On peut encore découper une bande étroite de carton noir de longueur égale à la circonférence intérieure du tube de l'objectif Cette lame courbée en cercle et formant ressort maintiendra parfaitement l'écran. Ces procédés sont évidemment un peu primitifs et ne permettent pas facilement les substitutions de verres colorés, puisqu'il faut démonter chaque fois l'avant de l'objectif. Des constructeurs ingénieux, MM. Duplouich et Henry ont eu l'idée, pour éviter cet inconvénient, d'intercaler dans l'objectif un diaphragme rotatif

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

placé immédiatement à côté du diaphragme habituel (fig. 176). Ce diaphragme rotatif porte quatre ouvertures, une libre et les autres garnies de trois verres colorés convenables. Ce dispositif permet facilement d'utiliser les verres colorés et de les substituer les uns aux autres.

On peut enfin mettre le verre coloré immédiatement devant la plaque. Cette combinaison n'a qu'un inconvénient, c'est d'être coûteuse car les verres à faces parallèles de grandes dimensions sont d'un prix très élevé. Il faut de plus avoir des châssis spéciaux

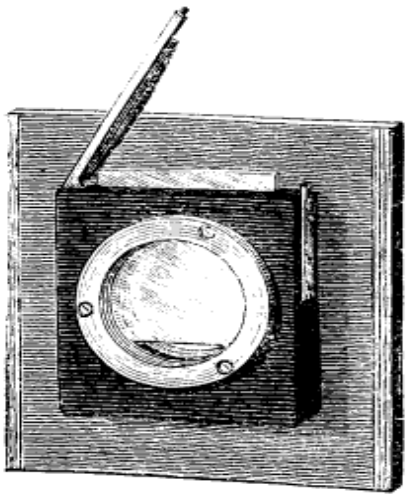


Fig. 175. — Dispositif de M. Monti, destiné à recevoir des verres colorés, monté sur la planchette de la chambre.

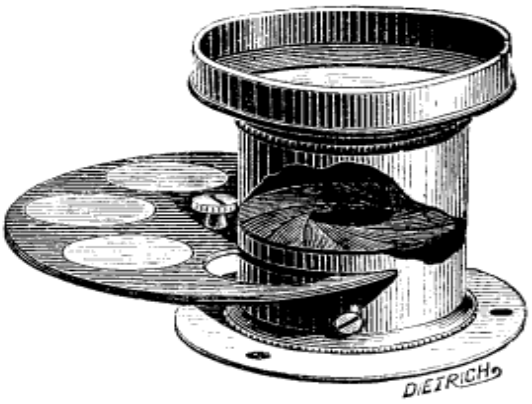


Fig. 176. — Disque portant des verres colorés pouvant se substituer facilement les uns aux autres et placé dans la monture de l'objectif. (Modèle de MM. Duplouich et Henry.)

munis d'une rainure supplémentaire pour loger le verre coloré ou disposer un cadre spécial dans le corps d'arrière de la chambre.

295. 2° Emploi de pellicules minces.

Ces pellicules sont constituées par des couches minces de gélatine ou de collodion contenant des matières colorantes convenables. Comme il est facile de les préparer soi-même et d'obtenir à volonté telle ou telle coloration, nous donnons les moyens permettant de les confectionner.

296. Écrans en gélatine colorée. — M. Boissonnas indique le procédé que voici :

On prépare les deux solutions suivantes :

A. Gélatine	75 gr.
Glycérine	10 cc.
Eau	950 cc.
Solution d'aurantia à 5 p. 100	50 cc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

B. Gélatine	75 gr.
Glycérine	10 cc.
Eau	1000 cc.

En modifiant les proportions de ces liquides, on obtient facilement des écrans de teintes variées. On cire d'abord une plaque de verre avec une solution de cire dans la benzine, en ayant soin de la chauffer à plusieurs reprises et de la polir avec soin au tampon de laine. Pour assurer l'adhérence de la couche, on recommande d'enlever les bords de la plaque, sur environ 5 mm., et on passe au pinceau à cet endroit mis à nu une couche d'albumine. — On coule alors le solution sur la plaque mise de niveau. (Consulter du reste au sujet de l'extension de la couche, les paragraphes 183 et 184.

Les mélanges suivants donnent diverses teintes :

NUMÉROS.	1	2	3	4
A	10	10	10	10
B	10	20	30	40

Après dessiccation, on enlève les pellicules que l'on monte sur des disques en carton qui permettent de les placer à l'endroit convenable.

La valeur de ces pellicules est la suivante : le n° 1 ne diminue pas sensiblement la durée d'exposition ; le n° 4 donne un orthochromatisme parfait, les bleus et les violets sont suffisamment retenus ; par contre la durée d'exposition doit être quadruplée. Pour les n°s 2 et 3, l'effet est moins prononcé et la pose doit être doublée ou triplée.

296 *bis*. **Écrans en collodion coloré.** — Les écrans colorés à base de collodion sont obtenus en faisant dissoudre de l'aurantia dans ce véhicule :

Collodion à 1,75 0/0 de pyroxyle	100 cc.
Aurantia	0.3 gr.

Les plaques doivent être cirées ou talquées.

M. Vidal a proposé l'emploi d'un collodion à l'acétate d'amyle qui est beaucoup plus résistant et n'offre pas de réseau. Ce collodion est préparé en dissolvant le pyroxyle dans l'acétate d'amyle.

La matière colorante, aurine, aurantia, jaune d'aniline, citronine

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est incorporée directement ou, en cas d'insolubilité, en dissolution préalable dans l'alcool.

Les écrans de diverses teintes seront obtenus par les mélanges suivants dans le collodion à l'acétate d'amyle contenant 3 gr., de pyroxyle p. 100 :

NUMÉROS.	1	2	3	4
Collodion à l'acétate d'amyle	200	200	200	200
Aurantia.....	0,1	0,2	0,3	0,4

On étend sur une glace bien propre et après dessiccation, on met dans l'eau. La pellicule se soulève bientôt, on la sèche dans du papier buvard et on la conserve pour l'usage.

Ces pellicules montées sur des petits cadres ou des petits disques en carton se placent devant ou derrière l'objectif. A cause de leur faible épaisseur on peut les coller aisément sur un diaphragme mince et les glisser avec celui-ci à la place habituelle. — On fait même des diaphragmes spéciaux qui s'ouvrent comme un livre et peuvent recevoir la pellicule facilement.

297. 3° Emploi d'écrans liquides.

Ces écrans sont constitués par des petites cuves à faces parallèles qui renferment les dissolutions colorées : on trouve dans le commerce des petits flacons plats préparés spécialement pour cet usage et qui pourront être utilisés avec profit.

Voici les liquides les plus usités :

Solution d'hélianthine rouge.....	Transparente	au jaune et au rouge.
— de bichromate de potasse.	—	au rouge et au vert.
— d'acide picrique.....	—	au jaune et au vert.

Ces cuves, qui sont plutôt employées dans les recherches de laboratoire ou le travail d'atelier, se placent soit devant soit derrière l'objectif. Pour les utiliser dans l'objectif il faudrait faire une monture spéciale.

298. 4° Emploi d'objectifs colorés dans la masse.

Divers auteurs ont proposé d'employer des objectifs dont les lentilles étaient composées de verres colorés destinés à donner les mêmes résultats que les écrans, ou encore de recouvrir la lentille postérieure de collodion coloré en jaune. Ce dernier procédé ne

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nous paraît nullement recommandable : quant au premier, il n'offre aucune latitude et c'est là un inconvénient majeur en orthochromatisme, la teinte de l'écran, son intensité devant varier suivant les colorations dominantes du modèle.

299. Essai de l'écran.

Quelque soit l'écran adopté il faudra faire des expériences précises pour savoir quel est le retard d'impression qu'il produit, si la pose doit être doublée, triplée ou quadruplée par exemple : on inscrira les chiffres 1, 2, 3, ou 4 sur les écrans correspondants.

Dans la détermination du temps de pose, il faudra tenir compte non seulement du retard provenant de la valeur de l'écran interposé mais encore de celui qui résulte de la préparation spéciale de la plaque comme il a été dit précédemment.

300. De l'emplacement préférable pour l'écran coloré.

Nous avons vu que l'on pouvait placer l'écran coloré soit devant, soit à l'intérieur, soit derrière l'objectif, soit enfin contre la plaque. Nous ne croyons pas qu'il ait été fait d'expériences rigoureuses sur la position préférable et il serait à désirer que cette question fut étudiée avec soin.

Les objectifs sont achromatisés en général pour deux ou trois couleurs, et la présence de l'écran en avant de la lentille frontale ou du diaphragme peut amener des modifications de la marche de certains rayons et en changer le point de concours. En principe, il vaudra donc mieux effectuer la mise au point, une fois l'écran coloré interposé. M. Vallot prétend en effet, que l'interposition du verre jaune produit un allongement de foyer qui peut atteindre $\frac{1}{200}$ de la distance focale principale. — A notre avis d'ailleurs, nous croyons que la position de l'écran placé derrière l'objectif ou contre la plaque est certainement préférable.

301. De l'orthochromatisme par expositions multiples.

Les procédés précédents qui ont pour but d'obtenir par une exposition unique sur une plaque convenablement préparée et exposée à travers un écran coloré, une reproduction exacte d'un modèle coloré donnent en pratique des résultats indiscutables, mais dire qu'ils soient toujours à l'abri de toute critique, c'est évidemment beaucoup s'avancer.

En effet, pour rendre les couleurs avec les valeurs exactes que perçoit l'œil, il faudrait d'après Eder que l'orangé (en C) et le bleu (en F) du spectre solaire, aient à peu près la même intensité. Par rapport au bleu clair, le jaune (en D) devrait être huit fois plus

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

intense, le jaune vert environ dix fois, le vert (en E) trois fois. Par contre le violet ne devrait avoir seulement qu'un dixième de l'intensité du bleu clair.

On comprend alors facilement que, malgré l'augmentation de sensibilité de la plaque pour certaines radiations et l'absorption de certaines autres par l'écran coloré, il ne soit pas toujours possible d'obtenir exactement la concordance des valeurs qui nécessiterait, en quelque sorte, une exposition différente pour chaque couleur.

Pour suppléer à cette lacune, on peut employer la méthode proposée par notre savant collègue M. Lippmann et qui consiste à faire des expositions successives sur une même plaque à travers divers écrans colorés et à donner chaque fois une pose proportionnelle à la nature des radiations admises. Les écrans colorés sont un écran bleu, un écran vert (ne laissant pas passer la moindre trace de bleu) et enfin un écran rouge. Les temps de pose doivent être respectivement 1 pour les radiations bleues, 40 pour les radiations vertes et 1000 pour les radiations rouges. Cette méthode *à priori* n'exige pas l'emploi de plaques orthochromatiques mais celles-ci présentent néanmoins une supériorité indiscutable parce qu'elles sont plus sensibles que la plaque ordinaire aux radiations jaunes et rouges. Les temps de pose que nous venons d'indiquer sont ceux qu'il faut employer avec une plaque orthochromatique : ils devraient être de beaucoup allongés, sauf pour le bleu, avec une plaque ordinaire.

302. De l'orthochromatisme par surexposition.

La pratique a démontré que l'on pouvait dans une certaine mesure contrebalancer la traduction inexacte des valeurs d'un modèle coloré en augmentant la pose, non pas que l'on puisse arriver à d'aussi bons résultats qu'avec les méthodes que nous venons de décrire, mais il est incontestable que la surexposition atténue les contrastes. Les diverses radiations colorées constituent pour la plaque photographique de véritables oppositions, et il sera tout indiqué d'appliquer dans l'espèce les règles générales de la surexposition (340).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE VII

DU DÉVELOPPEMENT

Lorsque la lumière vient frapper la plaque photographique, il se produit dans l'état de celle-ci un changement profond, quoique non perceptible à l'œil. Une image est formée mais à l'état latent. Pour la voir apparaître il faut la traiter par certains agents chimiques, la *développer* en un mot.

L'opération du développement doit s'effectuer dans des conditions particulières, à l'abri de toute lumière actinique qui viendrait détruire d'une façon irrémédiable l'image latente.

Avant donc d'étudier les différentes substances qui sont employées pour le développement il est indispensable de voir d'abord comment doit être installé le laboratoire spécial qui permettra d'effectuer cette opération d'une manière satisfaisante.

INSTALLATION DU LABORATOIRE

303. Il est difficile de décrire un type général de laboratoire, les travaux de chacun n'ayant pas la même importance, les locaux dont on peut disposer étant absolument variables. Nous nous contenterons d'indiquer les règles principales qui doivent être observées dans une installation de ce genre et les divers objets qu'elle doit contenir. Le mieux, si on le peut, est d'avoir deux pièces, l'une entièrement sombre et l'autre éclairée par la lumière du jour. La première, le laboratoire noir, est destinée aux diverses manipulations des préparations sensibles, chargement des châssis et développement ; la deuxième aux différentes opérations subséquentes, lavage des clichés, renforcement, virage et fixage, collage, etc.

Cette division n'a rien d'absolu : il est seulement nécessaire, si toutes les opérations doivent se faire dans la même pièce, d'avoir une extrême propreté et de cantonner chacune des opérations dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un emplacement déterminé. Ainsi il faut éviter de faire des développements au fer et à l'acide pyrogallique soit à la même place soit dans les mêmes cuvettes, ne jamais manier les papiers sensibles qu'à l'écart des révélateurs, mettre à part les bains d'hyposulfite de soude. Le mieux, d'ailleurs, est de se servir toujours des mêmes cuvettes pour chaque opération. On trouve du reste actuellement dans le commerce des cuvettes de porcelaine portant des inscriptions émaillées : elles seront d'un usage très pratique et avec cette simple précaution on évitera bien des taches et des accidents.

Le laboratoire noir ne doit pas avoir des dimensions trop restreintes. Toutes les fois qu'on le pourra il faudra le prendre vaste et spacieux : on travaille plus à son aise, on est moins incommodé pendant les chaleurs et les diverses opérations peuvent s'effectuer avec ordre et méthode.

L'éclairage se fera soit par une ouverture donnant au dehors, soit, si cette solution est impossible, au moyen d'une lanterne. L'ouverture ou la lanterne recevront un verre coloré qui ne doit laisser passer que des rayons n'agissant pas sur les préparations sensibles.

304. Éclairage du laboratoire.

Anciennement, avec le collodion humide et les collodions secs, on employait l'éclairage jaune ; actuellement, devant la rapidité des nouvelles préparations au gélatino-bromure d'argent, le verre jaune ne saurait suffire et l'on se sert généralement de verres rouges.

303. Essai du verre rouge. — L'industrie livrant un certain nombre de verres rouges de composition différente, il est important de pouvoir faire un choix en connaissance de cause. Cet essai peut se faire par des méthodes scientifiques ou par des méthodes pratiques.

Pour l'examen scientifique on se servira du spectroscope et, en interposant les divers verres à étudier, on verra de suite ceux qui ont les qualités requises. Un bon verre rouge doit absorber complètement le violet, le bleu, le jaune et le vert et ne laisser passer que le rouge.

Au lieu du spectroscope, qui ne se trouve que dans les laboratoires de physique et qui est un instrument coûteux, on peut employer un petit spectroscope à vision directe qui rendra les mêmes services (fig. 177). En fixant l'œil à cet appareil et en regardant soit le ciel soit une flamme quelconque, on aperçoit un spectre très éclatant. On interpose les verres à essayer entre le spectroscope et la source éclairante, et l'on voit de suite les couleurs qui sont absorbées.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Avec l'un ou l'autre appareil on ne devra adopter pour l'usage que le verre ne laissant passer que le rouge.

L'essai pratique est à la portée de tous et il ne nécessite l'emploi d'aucun appareil. Il suffit de mettre une plaque sensible dans un châssis négatif, puis de placer celui-ci à l'endroit où l'on doit effectuer l'opération du développement ; on ouvre alors le châssis par moitié et on le laisse ainsi pendant cinq minutes, temps moyen du développement du négatif. L'opération doit se faire, bien entendu,

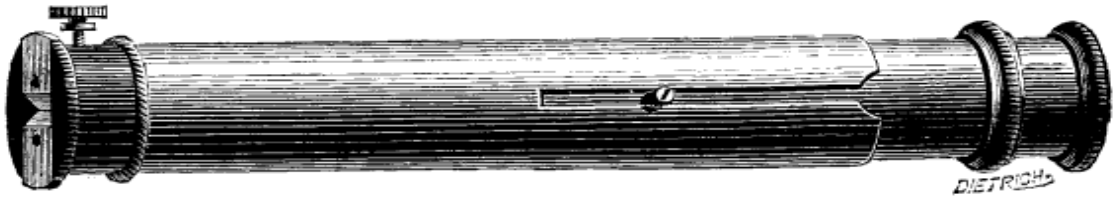


Fig. 177. — Spectroscope de poche pour l'étude des verres du laboratoire (Modèle de MM. Duplouich et Henry).

dans le laboratoire noir, le châssis étant éclairé par la lumière ayant traversé le verre rouge.

La plaque est alors développée et si le verre est bon on ne doit pas constater dans la partie exposée de voile appréciable. Il est bon, dans l'hypothèse, d'employer un révélateur à formule fixe et de le faire agir pendant un temps qui correspondra au temps moyen du développement, soit cinq minutes. De cette manière, les comparaisons que l'on pourra faire, en employant divers verres ou des sources de lumière différentes, seront absolument rigoureuses.

306. Choix de la source de lumière. — Le choix de la source de lumière n'est pas moins important, et si certaines personnes se servent de l'éclairage naturel, en interposant une feuille ou deux de verre rouge sur une fenêtre donnant sur le dehors, le plus grand nombre préfère employer l'éclairage artificiel. Dans ce cas, la source de lumière est enfermée dans une lanterne rigoureusement close et dont une ou plusieurs parois sont garnies de verres rouges.

Cette deuxième méthode est incontestablement supérieure, car il est de toute nécessité d'avoir pour le travail du laboratoire un éclairage toujours le même. En effet, l'appréciation de la venue du négatif et surtout de son intensité ne peut se faire avec quelque précision que si cet examen a lieu avec le même éclairage. Or la lumière du jour présente de telles variations, suivant l'heure de la journée, la saison et l'état de l'atmosphère, qu'elle introduit une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

trop grande part d'incertitude dans le travail. Aussi, à notre avis du moins, l'éclairage artificiel est-il de beaucoup préférable.

Comme source de lumière, on adoptera soit la bougie, soit les lampes à essence ou à pétrole, soit enfin le gaz dont l'usage est fort commode.

Il existe dans le commerce de nombreux types de lanternes également recommandables. Elles ne devront laisser filtrer aucune trace de lumière blanche : le verre rouge convenablement choisi et doublé d'un verre dépoli ne devra pas être de trop petites dimensions. La quantité de l'éclairage n'a pas d'inconvénients, il n'y a que sa qualité. Nous signalerons en particulier le modèle de lanterne représenté ci-contre (fig. 178). Elle est à l'huile ou à pétrole, et grâce à l'inclinaison du verre rouge, elle permet de suivre facilement le développement. Un verre supérieur plus clair permet à certains moment d'examiner le cliché avec plus de lumière. Ce verre se masque au moyen d'un écran à charnières.

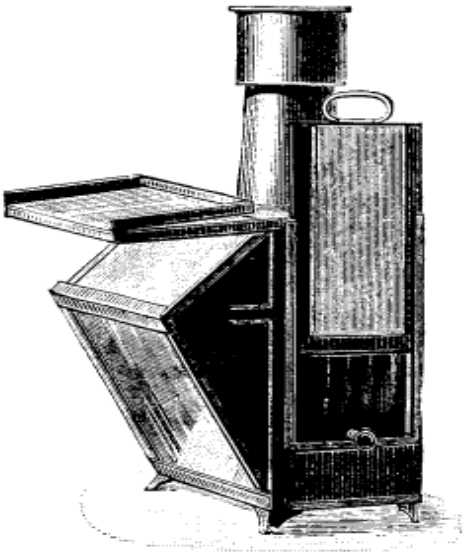


Fig. 178. — Lanterne de laboratoire.

Pour faciliter l'examen du cliché, il est avantageux de placer avant le verre rouge un verre dépoli ; la lumière sera plus douce, plus uniforme et la constatation de l'intensité se fera mieux.

L'amateur ainsi installé n'aura aucune surprise à craindre et il sera dans les meilleures conditions pour effectuer le développement.

307. Il est à remarquer cependant que cet éclairage tout particulier n'est pas toléré par tout le monde avec la même facilité. Les uns se plaignent de ne pas voir, les autres ressentent au contraire une véritable fatigue de la vue, accompagnée quelquefois même de nausées, mais le cas est rare.

Il est incontestable tout d'abord que l'œil doit se faire à la lumière rouge, que l'examen de l'image en cours de développement n'est pas toujours chose aisée, surtout quand il s'agit de fins détails : mais il faut dire aussi que bien souvent, de crainte de voiler les plaques, on s'éclaire d'une façon par trop insuffisante au moyen de lanternes ridiculement petites. C'est une erreur complète, on ne

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

doit être difficile que sur la qualité de la lumière et non pas sur sa quantité.

En ce qui concerne l'action de la lumière rouge sur certaines personnes, ces effets paraissent tenir au sujet lui-même et peuvent se rapprocher des phénomènes que l'on constate fréquemment dans l'hystérie : on sait en effet que les malades atteints de cette affection sont plus particulièrement sensibles aux radiations rouges.

308. Éclairage vert-jaune. — Pour éviter ces inconvénients, on a cherché à substituer au verre rouge d'autres combinaisons de verres colorés n'ayant pas les mêmes inconvénients au point de vue physiologique et permettent de voir plus facilement.

La combinaison qui a été proposée comporte trois verres :

1° Un verre cathédrale vert (1).
2° Un verre jaune à l'argent.
3° Un verre dépoli (2).

L'assemblage de ces trois verres donne un éclairage verdâtre qui ne paraît pas fatiguer comme le verre rouge, et qui, à cause de son intensité, facilite de beaucoup la surveillance de la venue du négatif.

DISCUSSION SUR LA VALEUR COMPARATIVE DES DIVERS ÉCLAIRAGES

309. Le lecteur se demandera de suite pourquoi, cet éclairage que nous appellerons dorénavant l'éclairage vert-jaune, n'est pas adopté d'une façon régulière dans la pratique, puisqu'il paraît *à priori* présenter des avantages incontestables ? S'il prend la peine de lire les comptes rendus des Sociétés Photographiques, il verra que depuis que cet éclairage spécial à été proposé, des discussions interminables ont eu lieu entre les partisans de l'un et de l'autre éclairage, discussions qui le laisseront naturellement dans le plus grand embarras en ce qui concerne la ligne de conduite qu'il devra adopter.

Nous voudrions l'éclairer d'une façon définitive à ce sujet, et bien le persuader que ce désaccord entre praticiens ne provient que de ce que la question a été mal posée, et que pour lui il ne peut y avoir aucun doute dans son esprit, s'il veut raisonner quelque peu.

(1) On entend par verre cathédrale un verre de coloration quelconque qui est coulé de façon à présenter un aspect moutonné et non pas uni.
(2) En pratique on se contente généralement de dépolir l'une des faces du verre jaune.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les partisans de l'éclairage vert-jaune, disent « nous nous servons de cet éclairage pour le développement et nos clichés ne sont pas voilés, donc l'éclairage vert-jaune ne voile pas ». Au premier abord ce raisonnement paraît juste, il est cependant faux complètement et nous allons le prouver. Puisque nous avons à comparer ensemble l'éclairage rouge et l'éclairage vert-jaune, nous pouvons demander à la théorie et à l'expérience de nous éclairer sur leur valeur respective.

La théorie nous dit que la quantité de rayons chimiques contenus dans chaque partie du spectre est beaucoup plus faible dans le rouge que dans le vert et dans le jaune : par conséquent, un éclairage rouge renfermera moins de rayons chimiques qu'un éclairage vert ou jaune ou que la combinaison des deux. Mais ce n'est pas tout, le verre coloré quel qu'il soit remplit, dans le cas qui nous occupe, le rôle d'un filtre qui doit arrêter la plus grande quantité des rayons chimiques provenant des autres régions du spectre et particulièrement des régions bleue et violette qui en renferment le plus grand nombre.

Ainsi un verre rouge convenablement choisi, comme nous l'avons indiqué précédemment, ne doit laisser passer que les rayons rouges, éliminant complètement l'orangé, le jaune, le vert, le bleu et le violet, c'est-à-dire qu'il ne sera traversé que par le petit nombre des rayons chimiques que renferme le rouge.

Au contraire l'éclairage vert-jaune, laisse non seulement passer les rayons jaunes et verts mais encore le rouge, l'orangé, le bleu et le violet, ceux-ci étant seulement partiellement éteints. L'éclairage vert-jaune n'absorbe complètement aucune des radiations colorées, il n'apporte seulement qu'une certaine diminution de l'image spectrale. Il est facile de contrôler ce fait en soumettant successivement à l'analyse par le spectroscope les deux combinaisons proposées. La conclusion est nette et, au point de vue théorique, la supériorité du verre rouge est indiscutable (1).

Voyons maintenant, au point de vue pratique, les résultats obtenus. Il suffit de constituer, avec les deux combinaisons de verres colorés, un écran qui sera placé sur une plaque sensible et exposé dans ces conditions à la lumière. Il est évident que l'impression, obtenue en un temps quelconque fixé pour l'expérience, sera d'autant plus forte que l'une ou l'autre des combinaisons arrêtera moins les rayons chimiques. Or, ainsi que la théorie nous l'annonçait, l'im-

(1) Nos essais ont été faits avec les verres fabriqués pour les usages photographiques.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pression effectuée à travers un écran vert-jaune, est de beaucoup supérieure à celle effectuée à travers un écran rouge. Par conséquent, dans les conditions habituelles de travail, il n'est pas indifférent de garnir sa lanterne de verres jaunes et verts ou de rouges, et si on pose la question comme elle devrait être posée, c'est-à-dire si, plaçant l'écran coloré à même distance d'une source de lumière déterminée, on demande quelle est la combinaison qui est préférable, il n'y a aucun doute, c'est le verre rouge.

Et encore, comme l'indique l'expérience, le verre rouge lui-même

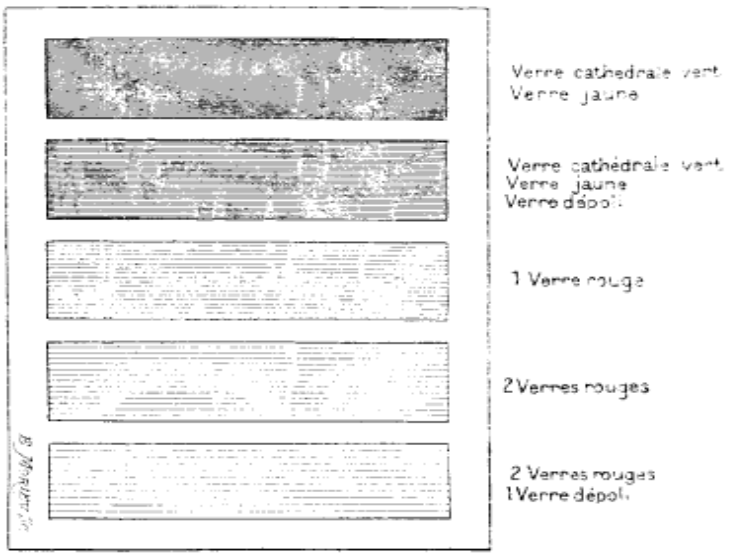


Fig. 179. — Fac-simile des impressions obtenues sur une plaque photographique à travers les principales combinaisons de verres colorés employées pour l'éclairage du laboratoire.

n'arrête pas tous les rayons chimiques; c'est ainsi qu'avec un temps de pose suffisamment prolongé on obtient des impressions de plus en plus fortes, mais toujours de beaucoup plus faibles que celles données par la combinaison vert-jaune.

En pratique, on trouvera donc avantage à employer deux verres rouges et un verre dépoli : un écran constitué par les trois combinaisons suivantes : 1° un verre rouge; 2° deux verres rouges; 3° deux verres rouges et un verre dépoli montrera que cette dernière combinaison est préférable au point de vue de la sécurité.

Pour nous résumer et relier ces diverses expériences, on constatera qu'à une même distance d'une source lumineuse, les impressions obtenues en un même temps avec les diverses combinaisons

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui suivent diminueront d'après l'ordre ci-dessous (fig. 179).

1° Verre cathédrale vert.
Verre jaune (non dépoli).

2° Verre cathédrale vert.
Verre jaune.
Verre dépoli.

3° Un verre rouge.

4° Deux verres rouges.

5° Deux verres rouges et un verre dépoli.

L'intensité de l'éclairage obtenu diminue également dans l'ordre ci-dessus.

Si, prenant la question autrement, comme l'a fait M. Houdaille, on étudie la valeur de l'éclairage vert-jaune et de l'éclairage rouge en se mettant dans des conditions telles que l'intensité de l'éclairage soit la même, on constatera que les deux combinaisons donnent sensiblement les mêmes résultats.

Mais alors on peut se demander quel avantage il y aura à prendre l'éclairage vert-jaune puisqu'il faudra se mettre dans des conditions telles que l'on ne verra pas mieux qu'avec le verre rouge. Or la seule qualité que pouvait avoir l'éclairage vert-jaune était de permettre de suivre avec plus de facilité les opérations du développement et de reposer la vue par suite d'un éclairage plus abondant. Nous ne retiendrons de la communication de M. Houdaille que la confirmation de ce que nous avancions sur la supériorité du verre rouge, dans les conditions habituelles d'utilisation. Si, en effet, il faut nous reculer de l'éclairage vert-jaune, pour avoir des résultats sensiblement les mêmes qu'avec le verre rouge à beaucoup plus courte distance, il est évident que dans les conditions habituelles d'emploi, lorsque l'éclairage vert-jaune présentera cette clarté qui constituait son principal avantage, son infériorité sera évidente. Une autre indication à retenir, c'est que plus on s'éloignera de l'éclairage jaune-vert, plus on évitera les voiles. C'est du reste ce que font en pratique les divers opérateurs qui se servent de cet éclairage.

Maintenant que nous avons discuté au point de vue théorique et pratique cette question de l'éclairage, que nous sommes arrivés à cette conviction inébranlable que le verre rouge est incontestablement supérieur, nous ne prétendons pas dire que l'on ne puisse pas développer avec l'éclairage vert-jaune et même avec d'autres éclairages encore plus défectueux en théorie.

Le développement du négatif comporte un mode opératoire absolument personnel qui peut amener des résultats contradictoires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avec ceux que l'on est en droit d'attendre et même, dans certaines conditions, le voile dû à la mauvaise qualité de l'éclairage peut être masqué et ne pas être développé.

Il est incontestable, tout d'abord, qu'un opérateur maladroit pourra parfaitement voiler un négatif, même avec un éclairage rouge irréprochable (nous avons vu en effet que le verre rouge n'arrête pas tous les rayons chimiques), tandis qu'un autre, plus habile et prenant des précautions toutes spéciales qui consisteront à éloigner sa cuvette au moment où la plaque est plongée, à la protéger par un écran opaque et à ne la regarder que de temps en temps et très rapidement, pourra la mener à bien. Ces expériences ainsi faites peuvent évidemment influencer celui qui n'est pas au courant de la question mais elles ne prouvent nullement, comme on l'a prétendu, que l'éclairage vert-jaune soit inoffensif. Au contraire cet ensemble de précautions minutieuses n'a qu'un but, c'est de laisser la plaque le moins longtemps possible à l'action de la lumière.

D'ailleurs, sans prendre ces précautions spéciales, le simple raisonnement peut indiquer très facilement le moyen de développer une image quelconque sans que le voile produit par un éclairage défectueux soit perçu, il suffit que l'impression primordiale soit plus intense que le voile, ce dernier ne constituant généralement qu'une impression faible.

Que se passe-t-il dans ce cas ? Les impressions apparaissent, lors du développement normalement conduit, dans l'ordre de leurs intensités, c'est un fait général, les grandes lumières d'abord puis les demi-teintes et enfin les ombres. Dans un cliché de paysage, par exemple, le ciel apparaîtra d'abord, le reste de la plaque ne présentant aucune trace d'image. Supposons que nous arrêtions le développement à ce moment, aurons-nous le droit de dire que la lumière n'a pas agi dans les parties non développées, évidemment non. Nous n'avons qu'à poursuivre le développement et elles apparaîtront à leur tour; nous avons ici en effet des impressions très intenses correspondant au ciel et d'autres faibles, produites par le paysage moins actinique. C'est exactement ce qui se produit lorsque nous opérons le développement d'un cliché posé en présence d'une lumière non actinique. Celui-ci s'effectuant normalement, les impressions fortes apparaîtront les premières et si à ce moment nous arrêtons l'action du bain, le voile qui constitue l'impression faible ne sera pas encore révélé. Donc avec un éclairage actinique on peut mener à bien le développement d'un cliché posé, à condition de ne pas prolonger le développement trop long-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

temps car l'action de l'éclairage s'ajoute constamment et au moment où elle sera égale à l'impression primitive, un voile général apparaîtra. Il en sera de même lorsque l'impression première aura été faible, comme dans un cliché instantané, ou que le modèle présentera des parties très peu éclairées.

Nous avons cru devoir donner ces diverses explications pour expliquer comment on peut développer avec l'éclairage vert-jaune sans constater de voile sensible. Ceci tient d'une part aux précautions prises pour soustraire la plaque à l'action de cette lumière et de l'autre à la nature des clichés traités. Si, à la rigueur, le développement d'un cliché posé peut s'effectuer convenablement, il n'en sera pas de même avec un instantané. En tous cas, de ce qu'on aura pu empêcher le voile ou ne pas le laisser développer, rien n'autorise à dire qu'il n'existe pas.

310. Table de développement.

Le développement s'effectuera devant l'écran rouge qu'il soit appliqué sur la fenêtre ou qu'il soit placé sur une lanterne quelconque. A cet endroit, on place ordinairement une table ou une planchette qui seront fixées à la hauteur convenable suivant que l'on travaille debout ou assis. Ce système simple mais primitif, ne permet guère d'opérer avec la propreté qui est indispensable dans les opérations photographiques. En effet, par suite des diverses manipulations que l'on effectue pendant le développement et que nous étudierons plus loin, l'endroit où l'on travaille est forcément souillé de divers produits qui peuvent être la cause de taches soit sur les négatifs soit sur les mains de l'opérateur.

311. Cuve à développer.

Il est préférable de faire le développement sur une caisse en bois doublée de plomb mince et munie à l'une de ses extrémités d'un tuyau de vidange. Les dimensions de cette caisse seront variables d'après l'emplacement dont on dispose et l'importance des travaux que l'on exécute habituellement. Elle sera garnie intérieurement d'une claie en bois dont les barreaux seront assez écartés et taillés en biseau à leur partie supérieure. Les points de contact avec les cuvettes se trouveront donc très réduits et les liquides ne pourront séjourner.

Toutes les opérations, y compris le lavage, pourront se faire au-dessus de cette cuve en plomb qui est maintenant employée d'une façon générale dans les laboratoires bien organisés (1).

(1) On peut employer également les éviers en terre vernissée ou en tôle émaillée qui existent dans le commerce.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

312. Balance-cuvette.

Nous plaçons sur notre cuve, à l'endroit adopté pour le développement, un appareil spécial qu'on nomme le balance-cuvette. Cet appareil a pour but de permettre de balancer la cuvette et de produire un va-et-vient continu du révélateur sur la plaque. L'utilité de cette agitation du révélateur n'est pas contestable : elle assure l'action uniforme de celui-ci et provoque l'expulsion des bulles d'air ou des poussières qui, dans un bain non remué, produiraient infailliblement des taches en empêchant le contact avec la plaque.

D'autre part, les différentes parties du révélateur viennent successivement agir sur la plaque, ce qui n'aurait pas eu lieu en cas d'immobilité de celle-ci, d'où accélération de l'opération ; enfin on a reconnu que le balancement du bain en permettant à la plaque de venir au contact de l'air à chaque balancement augmentait l'intensité de l'image. Pour ces diverses raisons cet appareil nous paraît indispensable. Le dispositif le plus simple consiste en une planchette supportée par deux montants cintrés (fig. 180) que l'on fait basculer sous l'action du doigt. Avec ce dispositif nous retombons dans les inconvénients que nous venons de signaler il y a un instant par suite de l'emploi de la planchette recevant directement la cuvette. Il serait facile d'y remédier en la faisant à claire-voie.

Fig. 180. — Balance-cuvette à montants cintrés.

Pour éviter d'entretenir constamment le mouvement du balance-cuvette, ce qui ne laisse pas d'être fastidieux si le développement se prolonge quelque peu, on a proposé des systèmes plus perfectionnés qui sont actionnés, soit par un mouvement d'horlogerie, soit par l'eau, soit par l'électricité. Ces appareils peuvent être très commodes mais sont coûteux d'achat et d'entretien, exception cependant pour celui qui est commandé par un mouvement d'horlogerie (1).

Nous préférons pour notre part employer un dernier système qui a été exécuté par M. Dessoudeix d'après nos indications et que l'on peut facilement faire soi-même (fig. 181). Deux tubes de cuivre sont brasés de façon à former une croix qui recevra la cuvette à développement. L'un de ces tubes est monté sur deux

(1) Il est à craindre que le séjour dans le laboratoire et le contact des bains révélateurs ne mettent promptement le mécanisme hors d'état de servir.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

couteaux et est prolongé à angle droit par une longue tige métallique à l'extrémité de laquelle est un fort contrepoids. Il suffit de donner une impulsion avec le doigt à ce dispositif pour obtenir un balancement assez prolongé, que l'on entretient du reste de temps en temps par le même procédé. Pour éviter le glissement des cuvettes sur les tubes de cuivre, on les garnit de caoutchouc :

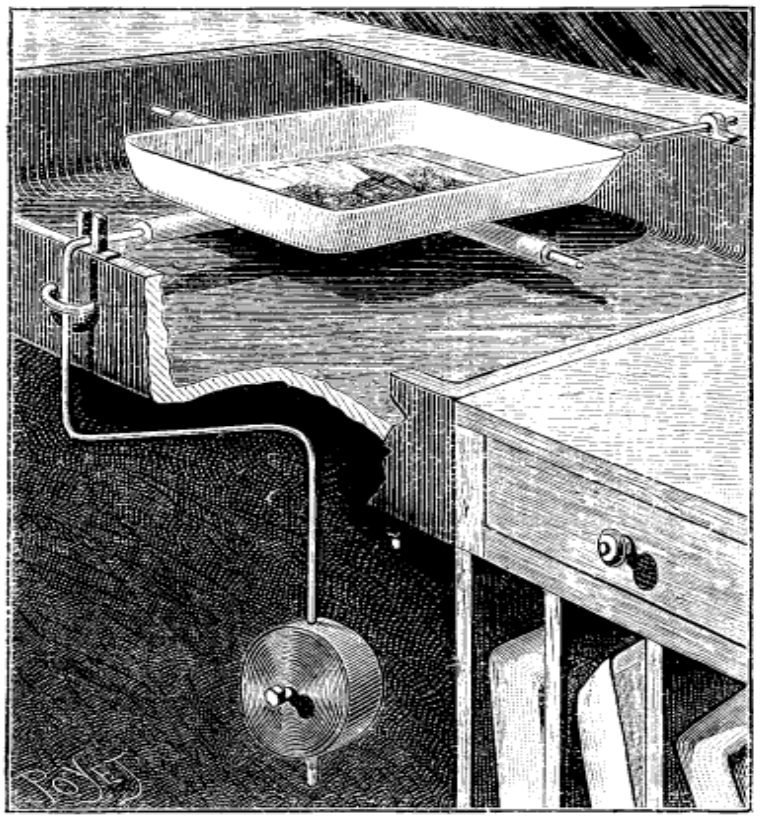


Fig. 181. — Balance-cuvette construit sur des données de l'auteur par M. Dessoudeix.

les tubes à gaz du commerce rempliront parfaitement le but. Si l'on veut supporter plusieurs cuvettes on mettra deux ou trois tiges transversales au lieu d'une seule. La tige qui porte le contrepoids peut être coudée avec avantage pour reporter le centre de gravité de l'ensemble dans l'axe de la croix.

Ce système ne donne que des points de contact peu nombreux avec la cuvette, et dans les méthodes de développement, qui nécessitent le passage fréquent du bain de la cuvette dans le verre à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

expériences et réciproquement, il sera facile de prendre la cuvette par un des angles qui ne seront jamais mouillés.

313. Au-dessus du l'évier, à la hauteur convenable, sera disposée une conduite d'eau qui comportera un ou plusieurs robinets. Ces robinets devront être terminés par une petite pomme d'arrosoir de façon à obtenir un jet très divisé qui pourra recouvrir les plaques sans en déchirer la couche (fig. 182).

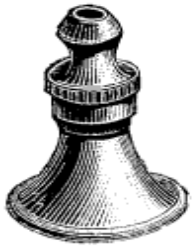


Fig. 182. — Pomme d'arrosoir avec porte-caoutchouc.

La qualité de l'eau n'a réellement d'importance que si l'on fait usage du développement au fer; les eaux calcaires donnent en effet un abondant précipité blanc d'oxalate de chaux qui vient altérer la pureté de l'image : il est bien entendu que nous n'entendons parler que des eaux de source, de rivière, de puits ou de pluie : les eaux souillées par des résidus d'usines ou trop chargées de matières organiques doivent être rejetées absolument, il en est de même de l'eau de mer.

314. On placera des planchettes le long des murs, à hauteur d'homme : ces planchettes sont destinées à recevoir les flacons, les châssis, etc., à servir de table en un mot. Sur des rayons supérieurs seront placés les produits classés et étiquetés. Des cloisons verticales allant jusqu'au sol permettent de loger les cuvettes qui s'égouttent ainsi toutes seules. Une armoire fermant à clef, préservée de toute humidité, recevra les préparations sensibles et les mettra à l'abri des indiscrets.

Il est bien entendu qu'il ne doit y avoir dans le laboratoire d'autre lumière que celle qui pénètre par le verre rouge. Toutes les fissures seront soigneusement bouchées soit avec du mastic noir, soit recouvertes par des bandes de papier noir.

315. Entrée du laboratoire.

Reste une dernière question, c'est l'étude du dispositif qu'il faudra employer pour entrer et sortir du laboratoire noir. Nous croyons en effet qu'il est nécessaire de pouvoir entrer et sortir sans laisser pénétrer la lumière blanche; sans parler de la gêne qui résulte de rester en quelque sorte prisonnier dans le laboratoire pendant la durée d'un développement récalcitrant, on peut avoir besoin d'un produit qu'on n'a pas sous la main, et il est des opérations plus importantes, sensibilisation de plaques ou de papiers, séchage de ces produits qui durent des temps très prolongés et qui établissent plus que péremptoirement l'utilité de cette disposition.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On pourra organiser une sorte de tambour muni de deux portes que l'on ouvrira successivement. Dans certaines fabriques de plaques, cette disposition est employée avec un mécanisme automatique qui ne permet d'ouvrir une porte que quand l'autre est fermée.

Un autre système que nous avons installé dans notre laboratoire de la Salpêtrière consiste à faire établir un couloir à chicanes de telle façon que bien qu'il n'y ait pas de portes, la lumière ne puisse entrer. Le dessin suivant nous dispense d'autres explications (fig. 183).

Ce système de chicanes réduit dans les proportions convenables,

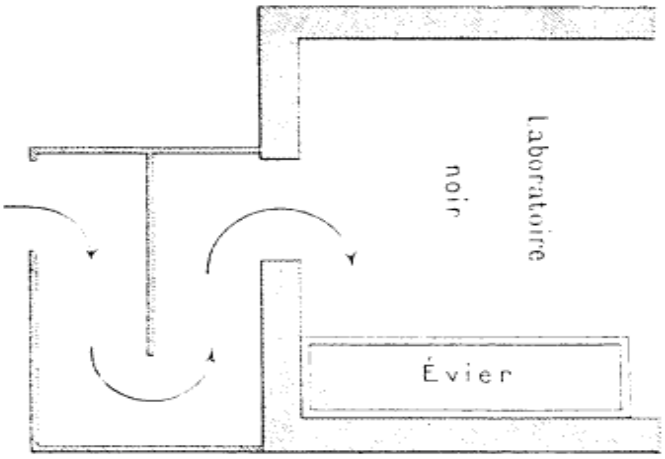


Fig. 183. — Couloir à chicanes pour pouvoir entrer et sortir du laboratoire sans laisser pénétrer la lumière.

sera tout indiqué pour les entrées et sorties d'air dans le laboratoire, dans un séchoir : c'est un dispositif du même genre qui est également employé dans les lanternes photographiques.

316. Peinture.

Pour terminer la description du laboratoire noir nous dirons que la peinture employée pour recouvrir ses parois intérieures n'a nullement besoin d'être foncée ou même noire comme on le fait fréquemment. Du moment que l'éclairage employé est inactinique, les reflets envoyés par de la peinture claire fut-elle même blanche sont sans inconvénients. L'avantage que l'on trouve à choisir la couleur blanche, c'est qu'il est plus facile de se guider dans le laboratoire et de retrouver les produits dont on peut avoir besoin.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

INSTALLATION D'UN LABORATOIRE SIMPLIFIÉ

317. Dans les grandes villes on n'a pas toujours la place nécessaire pour installer un laboratoire tel que nous venons de le décrire, d'autre part, dans les lieux loués on hésite et avec raison à faire exécuter des travaux d'installation qui sont coûteux et produi-

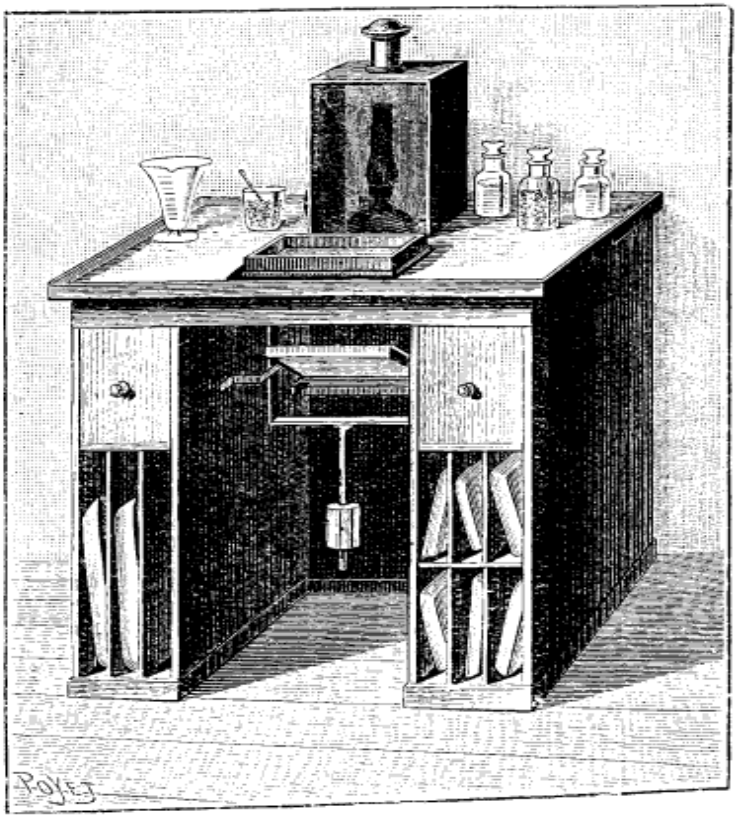


Fig. 184. — Meuble à développer construit sur les indications de l'auteur par M. Dessoudeix. (L'évier n'est pas représenté.)

sent forcément des dégradations. Pour éviter ces inconvénients, nous avons proposé il y a quelques années un modèle de laboratoire portatif qui peut être installé n'importe où, et qui permet de travailler sans autre obligation que de faire l'obscurité dans le local adopté. La figure 184 représente ce meuble qui comporte une table de développement avec balance-cuvette, une lanterne, des tiroirs et des logements pour les cuvettes. Il comprend également un petit évier qui reçoit les produits de développement et les con-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

duit au moyen d'un tube de caoutchouc dans un seau placé sur le sol. Il n'a pas été prévu dans ce dispositif de réservoir à eau, celui-ci pouvant être indépendant, et les lavages sérieux devant s'effectuer dans la cuisine de l'appartement, seul endroit où l'on pourra avoir de l'eau d'une façon continue et être assuré de l'évacuation convenable.

Ce modèle comporte une disposition particulière qui permet à volonté d'examiner le cliché par transparence pendant l'opération du développement sans avoir à le sortir de la cuvette (fig. 185). La lanterne A est munie de deux verres rouges, le premier O à la

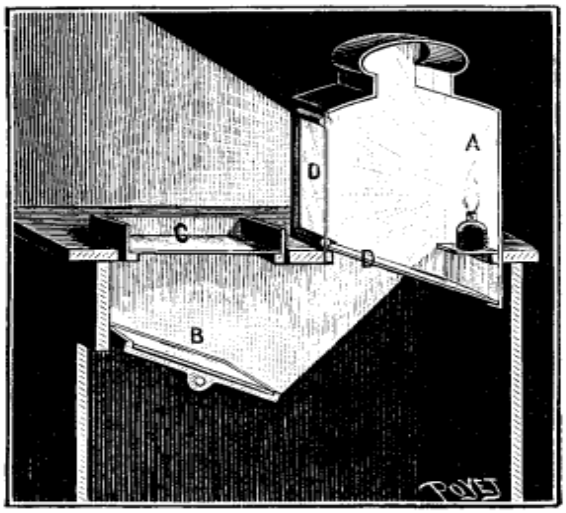


Fig. 185. — Dispositif de l'auteur permettant l'examen du cliché par transparence pendant le développement. — A. Lanterne. — O. Verre rouge dans la position ordinaire. — D. Verre rouge inférieur. — B. Miroir oscillant. — C. Cuvette de développement.

place habituelle et le second en D à la partie inférieure et légèrement en biais.

Le balance-cuvette est constitué par une glace épaisse montée dans un cadre métallique : on se sert d'une cuvette en verre. De cette manière, si au moyen du miroir oscillant B on renvoie la lumière traversant le verre D, le cliché se trouvera éclairé par transparence et on pourra l'examiner sans le sortir de la cuvette. Le miroir est monté sur pivot de façon à ne produire cet éclairage qu'au moment de l'examen. On sait en effet que la lumière rouge est susceptible d'impressionner la couche sensible en un temps suffisamment prolongé, il serait donc imprudent de maintenir cet éclairage sans nécessité.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ce modèle a donné à divers constructeurs l'idée d'en faire d'ana-

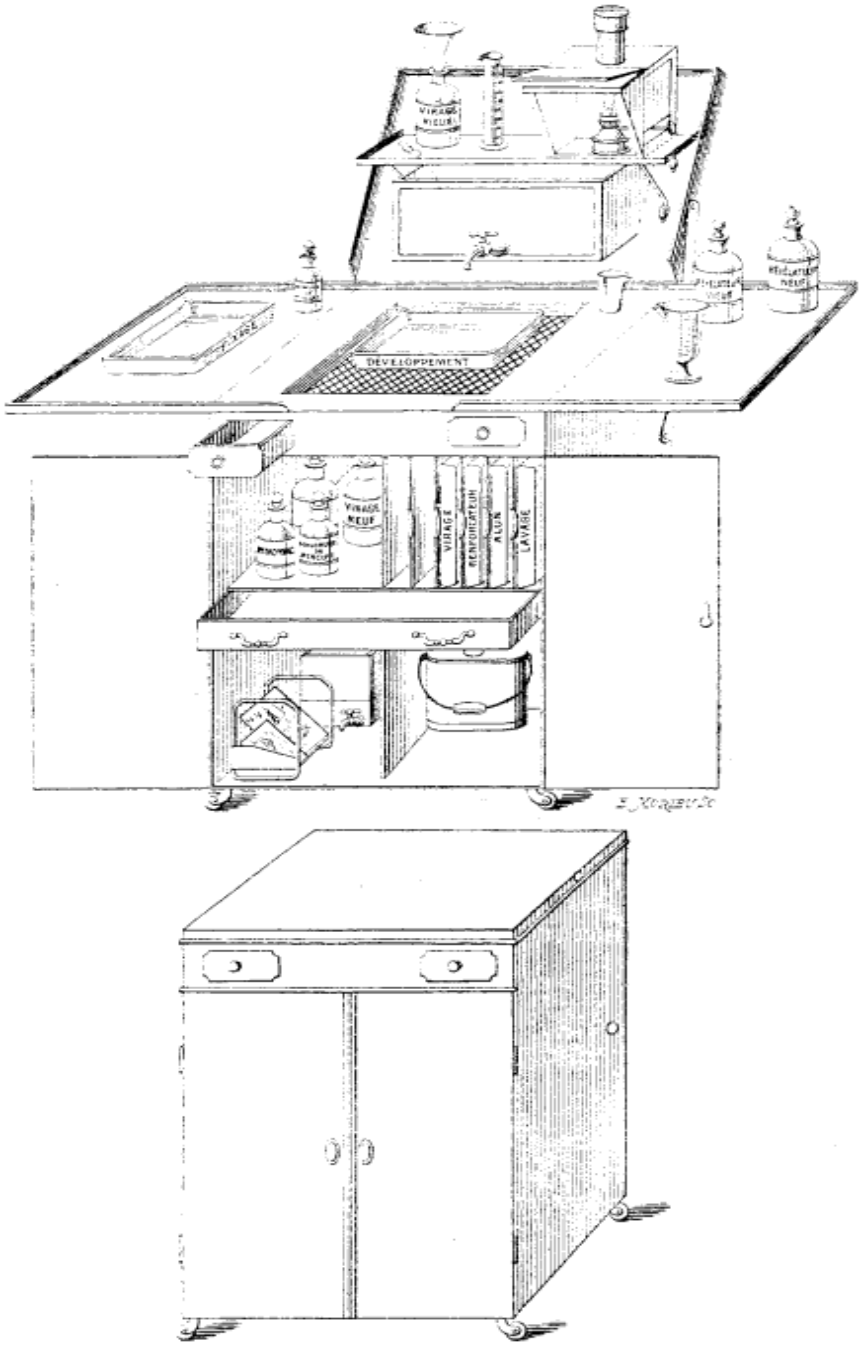


Fig. 186. — Meuble à développer (le Phénix) ouvert et fermé.

logues. Nous citerons en particulier le Phénix construit par M. De-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

maria, qui a l'avantage de pouvoir se replier de telle sorte qu'il ne tient plus qu'une place très restreinte (fig. 186).

Nous devons signaler néanmoins que dans cette catégorie d'appareils le balance-cuvette, qui est indispensable à notre avis, fait généralement défaut. On comblera cette lacune en employant le balance-cuvette à montants cintrés que nous avons décrit précédemment (voir fig. 180).

DU DÉVELOPPEMENT

318. Technique du développement.

Nous arrivons maintenant à l'étude du développement de l'image latente, opération capitale qui doit s'effectuer dans le laboratoire que nous venons de décrire. Il ne saurait entrer dans le cadre de cet ouvrage, qui a surtout un but pratique, d'examiner la nature de la modification produite par la lumière sur les préparations photographiques car les auteurs, il faut bien le dire, sont loin d'être d'accord sur cette question. Quoiqu'il en soit, il paraît ressortir nettement des recherches faites jusqu'à présent que cette modification peut se faire en un temps très court et, que si nous n'obtenons pas toujours des résultats satisfaisants, c'est uniquement au manque d'énergie des révélateurs employés qu'il faut s'en prendre.

On arrivera probablement à des résultats bien supérieurs à ceux obtenus à l'heure actuelle, d'une part par la préparation de couches encore plus sensibles, de l'autre part par l'emploi de révélateurs plus énergiques. Mais nous ne nous dissimulons pas que le maniement des plaques actuelles présentant déjà d'assez sérieuses difficultés, les rapidités supérieures seront peut-être moins pratiques; l'avenir est plutôt, croyons-nous, dans l'emploi de révélateurs plus puissants.

Le développement constitue une des parties les plus délicates, sinon la plus délicate des opérations photographiques, elle est de plus très intéressante, souvent même un peu émotionnante. Quel plaisir en effet, quelle jouissance pour un amateur sérieux, lorsqu'il voit réapparaître sous ses yeux le souvenir d'un pays lointain, la reproduction d'une scène quelconque, la figure d'un parent ou d'un ami; quelle anxiété lorsqu'il s'agit d'un fait, d'une cérémonie qui a eu lieu et qui ne se reproduira jamais!

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Et dire qu'il y a des personnes qui se disent amateurs, qui prétendent faire et même savoir faire de la photographie, qui se privent de ce plaisir, de cette émotion et qui confient leurs clichés à un industriel qui les développe à prix fixe. Ceux-là ne sont pas des nôtres, nous le disons hautement, car s'imaginer que le développement n'est qu'une opération machinale, c'est une erreur profonde. Chaque cliché, suivant sa nature, suivant l'effet à rendre, doit être traité d'une manière différente ; c'est là qu'apparaîtra l'habileté de l'opérateur qui saura mener son cliché comme il le désire.

319. Comparaison des divers révélateurs.

On connaît de nombreuses formules de révélateurs, on a même discuté et l'on discute encore souvent sur leurs qualités respectives, sans arriver cependant à une conclusion absolue. La raison de ce désaccord entre des praticiens émérites sur la supériorité de tel ou tel produit provient de ce que l'on oublie presque toujours, pour ne pas dire toujours, de faire mention des plaques employées ; c'est pourtant, ce nous semble, un élément fort important de la question ; chaque émulsion en effet, suivant sa formule, peut et doit même se comporter d'une manière différente avec tel ou tel révélateur. Le fait est constant : telle glace se développe mieux à l'oxalate ferreux, telle autre au pyrogallique et à l'ammoniaque ou au carbonate et ainsi de suite. Nous sommes d'ailleurs persuadés qu'à chaque nature de plaque convient un développement préférable.

Lors donc que l'amateur aura fait choix d'une bonne marque, il devra se rendre compte par lui-même du développement qui conviendra le mieux et qu'il devra naturellement adopter.

L'essai qu'il aura à faire n'est ni long ni compliqué ; il suffira de photographier en un temps aussi court que possible, avec l'obturateur bien entendu, un objet uniformément éclairé, un mur, une façade de maison par exemple, mais en tous cas l'objet devra occuper toute la plaque. Il coupera alors celle-ci en bandes verticales et traitera chacune de ces bandes par un des révélateurs qu'il veut essayer. L'image la mieux venue, la plus détaillée et la plus intense, lui indiquera d'une manière certaine celui qu'il doit préférer ; dans ces expériences il n'attachera pas plus d'importance qu'il n'en faut à l'apparition plus rapide de l'image dans un des bains que dans l'autre, car le cliché peut ne plus monter par la suite, tandis que dans un autre bain, quoiqu'apparaissant plus lentement, elle pourra atteindre cependant une énergie beaucoup plus grande.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CLASSIFICATION DES DIVERS RÉVÉLATEURS

320. Voyons maintenant comment il est possible de classer les divers révélateurs, quelles sont leurs formules, leur mode d'emploi et leurs propriétés particulières : nous aurons plus spécialement en vue, dans ce chapitre, le développement des plaques à la gélatine, les procédés de développement employés avec les procédés antérieurs ayant été donnés avec intention à la suite de chacun de ces procédés.

Nous avons vu employer avec le collodion humide et les procédés similaires, un développement particulier qui se faisait en solution acide et nécessitait l'addition d'une certaine quantité d'azotate d'argent. Le métal se précipitait par attraction moléculaire sur les parties de la couche déjà décomposées et l'on pouvait atteindre ainsi l'intensité nécessaire. Ce développement est appelé *développement acide ou physique.*

Ce procédé de développement qui exige la présence d'azotate d'argent libre n'est pas applicable aux plaques au gélatino-bromure d'argent ; ces plaques ne contiennent pas d'azotate d'argent en excès et on le remplace par *le développement dit alcalin ou chimique* qui a pour base l'action sur le sel d'argent de certains corps très avides d'oxygène : ces corps portent le nom de *réducteurs.*

321. Des constituants du révélateur. — Ils appartiennent en général à la classe des phénols diatomiques ou triatomiques, des naphtols, des ammoniaques composées, des résines et même de certains sucs végétaux très riches en tanin.

Il ne saurait entrer dans notre programme d'examiner les nombreux réducteurs qui ont été proposés. Il nous suffira de signaler les plus importants ceux, en un mot, dont l'usage et l'expérience ont montré la valeur pratique.

Les réducteurs ne sont pas en général employés seuls mais bien combinés avec des substances alcalines qui en exaltent les propriétés. Comme preuve de ceci, nous rappellerons un procédé d'analyse employé en chimie pour doser l'oxygène dans l'air. On renferme celui-ci dans une éprouvette graduée, puis après avoir noté exactement le volume, on fait pénétrer dans l'éprouvette une petite boulette de papier à filtre contenant une petite quantité d'acide pyrogallique et un fragment de potasse caustique. On agite alors et, l'acide pyrogallique s'emparant de l'oxygène, l'eau monte dans l'éprouvette et indique le volume d'oxygène qui a été absorbé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

C'est cette avidité pour l'oxygène des corps réducteurs que nous utilisons dans les procédés photographiques et elle montre bien l'avantage qu'il y a à ajouter au réducteur un alcali, car la réaction est immédiate.

Dans cette expérience, on constate d'autre part que le liquide se colore très fortement et l'acide pyrogallique qui a absorbé l'oxygène a perdu ses propriétés réductrices. Ceci explique facilement pourquoi les solutions d'un réducteur et d'un alcali combinés se conservent mal et se colorent en peu de temps.

Les réducteurs sans la présence d'un alcali sont encore susceptibles d'absorber l'oxygène de l'air mais la réaction n'est pas aussi rapide que nous venons de le dire ; elle demande alors un temps plus ou moins long. C'est à cette cause qu'est due, par exemple, la mauvaise conservation de l'acide pyrogallique en solution aqueuse.

Donc, en présence de l'air, les divers réducteurs ne se conserveront pas ou mal, et il y aura intérêt d'une manière générale à empêcher le contact de celui-ci avec toutes les solutions susceptibles d'absorber l'oxygène. Pour ce faire, on recommande de recouvrir le liquide d'une couche d'huile ou de le conserver dans des flacons rigoureusement remplis ou dans lesquels on maintient le plein en ajoutant, au fur et à mesure de l'usage, des billes de verre.

On a cependant constaté que certaines substances ont la propriété d'empêcher ou tout au moins de retarder beaucoup l'oxydation des réducteurs. Ces substances portent le nom de *conservateurs ;* parmi les principales nous citerons le sulfite de soude et les bisulfites de soude et de potasse. Les divers acides citrique, formique, lactique, tartrique, en faible proportion jouissent des mêmes qualités ; l'alcool méthylique, la glycérine également. Grâce à l'emploi de ces substances, il est maintenant possible de conserver pendant un certain temps les bains de développement.

Le bain de développement comprendra donc généralement un réducteur, un conservateur et un alcali.

On emploie également une série de corps qui ont pour but de ralentir l'action des révélateurs et ces corps portent le nom de *retardateurs*. Les principaux sont les divers bromures de sodium, de potassium et d'ammonium ; les acides citrique, borique, les citrates, les borates, le prussiate jaune de potasse, jouissent des mêmes propriétés.

Enfin avec certains révélateurs, on se sert de produits dits *accélérateurs*, qui ont pour but d'activer le développement. Parmi les accélérateurs, nous citerons l'hyposulfite de soude au millième, la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

solution ammoniacale d'azotate d'argent au millième également, le phosphate de soude au cinq centième, puis l'iode et les iodures, le prussiate jaune de potasse, le borax, l'acétate de plomb. Il est à remarquer cependant que l'emploi des accélérateurs ou des retardateurs ne doit pas être fait à la légère mais qu'il faut se servir de tel ou tel de ces produits avec tel ou tel réducteur.

En décrivant les divers révélateurs les plus usités, nous rappellerons au fur et à mesure les retardateurs ou accélérateurs qui doivent être plus particulièrement employés.

Le nombre considérable des réducteurs, des alcalis, des conservateurs, des accélérateurs et des retardateurs et leurs différentes combinaisons, expliqueront facilement les innombrables formules qui ont pu être indiquées.

322. Des qualités pratiques des révélateurs.

Voyons par quels résultats pratiques vont se traduire ces différentes combinaisons des éléments constitutifs du développement.

Quelque courte qu'ait été la pose, il paraît probable que le sel d'argent a été impressionné par la lumière, mais si les réducteurs employés n'ont pas une énergie suffisante, cette image ne pourra être développée ou elle ne le sera qu'insuffisamment. Comme d'ailleurs de nombreuses applications de la photographie exigent des durées d'exposition très courtes, que, d'autre part, il y a toujours intérêt, pour éviter toutes les modifications qui peuvent se produire pendant l'exposition, à diminuer la pose, on comprend facilement que l'on ait cherché les réducteurs possédant le maximum d'énergie : et c'est ainsi que tous les jours nous voyons surgir de nouveaux révélateurs qui, d'après leurs auteurs, sont doués de qualités exceptionnelles Après beaucoup de bruit, on constate que ces affirmations sont quelque peu exagérées et l'on passe à un autre.

Dans cette véritable chasse aux révélateurs, à laquelle nous assistons depuis quelques années, il ne paraît pas prouvé que les réducteurs qui ont été le plus récemment indiqués aient de supériorité bien manifeste au point de vue de l'énergie sur ceux qui les ont précédés ; par contre certains d'entre eux, ont quelques qualités spéciales qui seront très appréciées dans la pratique. En effet, en dehors de l'énergie du réducteur, il y a à considérer le caractère de l'image qui est constitué par sa finesse, sa coloration et sa pureté. Il est incontestable que les réducteurs qui donnent des images trop grenues doivent être écartés et que la coloration du négatif a une importance qu'on ne saurait nier. Ainsi les négatifs dont la teinte jaune est trop prononcée nécessitent une augmentation de la durée

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'exposition qui allonge d'une façon exagérée le tirage des positifs et est un obstacle sérieux dans la plupart des procédés industriels. D'autre part, les réducteurs qui ne conservent pas les blancs du négatif, qui empâtent l'image comme on dit vulgairement, donnent des négatifs manquant d'éclat et qui seront également impropres au point de vue industriel.

On devra considérer aussi le temps d'action des réducteurs. S'ils ne travaillent qu'avec une grande lenteur, le développement sera fastidieux par sa longueur, on sera trop tenté d'abandonner l'opération à elle-même et bien souvent, en dehors de la perte de temps, on éprouvera des insuccès par suite du manque de surveillance.

Choisir au contraire des réducteurs qui agissent en quelque sorte d'une manière foudroyante nous paraît non moins grave. Toute erreur dans l'appréciation de la pose, et personne n'en est exempt, compromettra l'existence même du négatif car devant un développement aussi rapide, il est absolument impossible d'apporter à temps un correctif quelconque.

Il faut choisir un solution mixte et adopter les révélateurs qui permettent de suivre la venue de l'image et d'en modifier le caractère s'il est nécessaire. Dans ces conditions le temps moyen du développement d'un cliché normalement posé doit être de quatre et cinq minutes environ.

Enfin ce que nous devons demander au réducteur, c'est d'avoir un caractère suffisant de maniabilité et une souplesse telle qu'il nous permette de résoudre les différents problèmes que nous rencontrons constamment dans la pratique photographique. Or, c'est là une qualité très importante que peu de réducteurs possèdent à un degré suffisamment prononcé.

DESCRIPTION SYSTÉMATIQUE DES PRINCIPAUX RÉVÉLATEURS

Nous allons procéder maintenant à l'examen d'un certain nombre de révélateurs les plus généralement employés en les divisant en deux grandes catégories, d'après le mode général de préparation qui a été indiqué. La première catégorie comprend les révélateurs dans lesquels les divers constituants sont conservés séparément pour n'être mélangés qu'au moment de l'usage, la deuxième les révélateurs dans lesquels les divers constituants indispensables sont toujours en présence.

Dans la première catégorie, nous décrirons le développement à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'oxalate ferreux et celui à l'acide pyrogallique, dans la deuxième l'hydroquinone, l'iconogène, le paramidophénol, le métol et d'autres révélateurs encore plus récents.

I

RÉVÉLATEURS A CONSTITUANTS SÉPARÉS

323. Développement à l'oxalate ferreux.

Dans ce premier procédé qu'on nomme ordinairement le développement au fer, on prépare les solutions suivantes :

A	Oxalate neutre de potasse	300 gr.
	Eau distillée	1000 cc.
B	Sulfate de protoxyde de fer	300 gr.
	Eau distillée	1000 cc.
	Acide tartrique	0,50 gr.

L'emploi de l'eau distillée est indispensable pour préparer ces solutions parce que la plupart des eaux ordinaires contenant de la chaux, on aurait un précipité blanc d'oxalate de chaux qui altérerait la pureté et la transparence du cliché.

L'acide tartrique ajouté à la solution de fer a pour but de maintenir le sel de fer à l'état de protoxyde. A cet effet cette solution doit toujours être gardée à la lumière, près de la fenêtre du laboratoire. Dans ces conditions elle sera d'un beau vert et se conservera indéfiniment. Si l'on ne prenait cette précaution, la liqueur se troublerait, prendrait une coloration jaune et les résultats seraient mauvais. Le remède, si le fait se produisait, serait d'ajouter quelques centigrammes d'acide tartrique et d'exposer en pleine lumière.

On prend pour l'usage trois parties de A et une partie de B : on verse B dans A (ne jamais faire l'inverse car la solution se troublerait et l'on aurait un précipité d'oxalate de fer insoluble). Cette solution est projetée sur la plaque et au bout de quelques instants l'image apparaît, on laisse dans le bain jusqu'à ce que l'on ait d'une part tous les détails dans les ombres et de l'autre toute l'intensité désirable. Si l'image vient trop vite, on fait l'addition d'une petite quantité d'un modérateur. On se sert le plus ordinairement de bromure de potassium : on peut encore employer les citrates. Si, au contraire, l'image vient trop lentement on conseille l'addition d'un accélérateur qui est constitué par quelques gouttes d'hyposulfite de soude au millième : l'addition de cette solution doit être faite avec grande prudence parce qu'elle amène facilement le voile.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tel est le mode opératoire qui est indiqué généralement : il n'est pas à l'abri de toute critique, en effet il est basé sur l'emploi d'un bain au maximum d'énergie, ce qui, à notre avis, est un tort. En effet, si l'exposition a été trop prolongée, l'image apparaîtra brusquement et fréquemment elle sera voilée. On fera, il est vrai, l'addition de bromure mais malgré cela le caractère de l'image lui sera déjà imprimé, et, malgré l'addition subséquente du retardateur, elle pourra être légèrement voilée ou manquer d'oppositions. Lorsque l'on est en présence d'un excès de pose certain, il est préférable de faire l'addition du retardateur dès le début de l'opération. En cas même de surexposition, certains opérateurs ont conseillé de plonger la plaque dans un bain de bromure avant de faire agir le révélateur.

L'addition de l'accélérateur peut être faite également auparavant, et ceci principalement lorsque l'on sait pertinemment qu'il y a sous-exposition. Dans ce cas on emploie l'accélérateur en bain préalable et sans laver on poursuit le développement.

Enfin, et pour éviter la critique que nous formulions tout à l'heure, il est recommandé de ne pas mettre de suite la quantité de la solution de fer indiquée mais de l'ajouter peu à peu et au fur et à mesure des besoins.

Cette manière d'opérer nous paraît beaucoup plus logique, car elle permet de graduer en quelque sorte l'énergie du bain tandis que l'addition de bromure dans le révélateur au maximum tue en quelque sorte celui-ci et nécessite son rejet ou la constitution d'un nouveau bain cette fois sans bromure, si l'on veut obtenir à nouveau l'énergie maxima.

Le développement à l'oxalate ferreux donne des images très fines et des négatifs d'une coloration très propice pour le tirage. Il est seulement recommandé de passer la plaque après les premiers lavages dans un bain légèrement acide et ceci dans le but d'éliminer le léger voile d'oxalate de chaux qui s'est constitué dans la couche en présence de l'eau de lavage.

Le bain peut servir successivement pour révéler plusieurs clichés mais on comprend facilement que sa composition changeant par suite des réactions qui se passent dans le développement de chaque plaque, les corrections deviendront de plus en plus difficiles et le caractère des négatifs se modifiera nécessairement, chaque plaque ayant introduit dans le bain une petite quantité de bromure. — Les images seront donc de plus en plus heurtées et la durée de l'opération de plus en plus prolongée. Cette manière de faire ne pourra en pratique fournir de bons résultats qu'en donnant aux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

divers négatifs devant être développés dans le même bain une pose régulièrement croissante et en commençant le développement par le moins posé. Dans ces conditions, les résultats seront satisfaisants.

En mettant habilement en pratique cette observation, on pourra obtenir des négatifs très doux par l'application d'un bain neuf ; si l'on cherche, au contraire, des oppositions et de la dureté on emploiera un bain ayant déjà servi.

Le développement à l'oxalate ferreux est donc un de ceux que l'opérateur pourra employer avec grand avantage.

324. Développement à l'acide pyrogallique.

Avec ce révélateur nous entrons dans la série des révélateurs alcalins, qui sont préférés à l'heure actuelle par nombre de personnes.

Voici la formule que nous employons :

A.	Acide pyrogallique en poudre.	
B.	Eau	100 cc.
	Sulfite de soude	25 gr.
C.	Eau	100 cc.
	Carbonate de soude	60 gr.
D.	Eau	100 cc.
	Bromure de potassium	10 gr.

Le sulfite et le carbonate de soude sont à saturation.

Le carbonate du commerce est d'un excellent emploi, on doit prendre les cristaux non éffleuris. La qualité du sulfite est plus importante : en effet, il ne doit contenir ni carbonates, ni sulfates, ni alcalis libres. Le sulfite de soude ordinaire se présente en cristaux qui ne doivent pas être éffleuris. Les solutions de sulfite se conservent mal et il vaut mieux ne pas les faire trop longtemps d'avance (1). Au lieu de sulfite ordinaire, on peut employer avec avantage le sulfite anhydre qui se présente dans de meilleures conditions de pureté et de conservation : son prix est plus élevé mais il en faut moitié moins.

On a indiqué également comme conservateurs le sulfite d'ammonium, les acides tartrique, formique et citrique, mais ces produits agissent en même temps comme retardateurs aussi leur préfère-t-on en général le sulfite de soude. On emploie de 6 à 8 parties de sulfite pour une d'acide pyrogallique. Comme accélérateurs on a proposé le prussiate jaune de potasse, la glycérine, la teinture d'iode,

(1) On s'aperçoit que la solution de sulfite de soude est altérée lorsque le bain se colore rapidement. Le cliché est généralement teinté dans ce cas.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le chlorhydrate d'hydroxylamine. — Comme alcalis, on peut employer les divers alcalis ou leurs carbonates.

Le carbonate de soude permet d'avoir des images plus douces, le carbonate de potasse et les alcalis caustiques auraient, d'après quelques opérateurs, plus d'énergie mais les décollements de la couche seraient plus à craindre.

Pour l'usage on prend pour développer un 13×18 par exemple :

A.	Acide pyrogallique.....	0gr,15 à 0gr,20
B.	Sulfite de soude.....	20 cc.
D.	Bromure de potassium.....	qq. gouttes.
	Eau.....	80 cc.

On recouvre la plaque de cette solution. A ce moment, on regarde bien s'il n'y a pas sur celle-ci des bulles d'air ou des grains de poussière qui en empêchant le contact du révélateur et de la plaque produiraient des points non développés ; on les fait disparaître avec le doigt, un pinceau doux ou un tampon de ouate.

On ajoute alors l'alcali par petites fractions, jusqu'à ce qu'une trace d'image soit visible. — C'est à notre avis tout le secret du développement. Il faut arriver tout doucement à ce moment qu'on pourrait appeler *point critique*. L'image apparaît, il suffit de l'examiner et de suite, on saura la conduite que l'on devra tenir. Si elle vient sans trop grandes oppositions, si elle se montre dans son ensemble sans voile, c'est que l'exposition a été bonne : dans ce cas, il n'y a qu'à laisser agir le révélateur. Si, au contraire, on ne voit que les grandes lumières du modèle sans traces d'image dans le reste, nous sommes en présence d'un manque de pose, il faudra de suite augmenter la quantité d'alcali.

Inversement si notre image vient brusquement dans son entier, sans valeurs ni contrastes, c'est que la pose a été trop longue. — Dans ce cas, il convient d'ajouter le modérateur puis d'augmenter la quantité d'acide pyrogallique.

On a en effet reconnu que l'addition de l'alcali fait apparaître les détails et qu'au contraire celle du réducteur augmente l'intensité. — On pourra donc, par un usage habile et raisonné de ces divers constituants mener en quelque sorte le développement et le conduire à sa guise (1).

(1) Nous renvoyons du reste le lecteur qui voudrait approfondir la question du développement à notre *Traité pratique de développement*. Paris, Gauthier-Villars et fils.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il va de soi que, comme dans le développement au fer, l'addition du modérateur devra être faite au début de l'opération, lorsque l'on saura que la pose est notoirement dépassée.

Le bain, ainsi qu'on l'a compris facilement, n'est pas au maximum d'énergie ; au contraire on règle celle-ci et on l'augmente à volonté, avec cet avantage inappréciable qu'ici nous pouvons faire varier, non seulement la quantité de l'alcali mais celle du réducteur, ce qui est d'un grand intérêt dans quelques hypothèses. Nous n'insistons pas davantage sur ce révélateur car, dans un instant, nous le prendrons comme type, dans notre étude sur la marche générale du développement.

L'acide pyrogallique donne des images très fines, mais quelque fois plus ou moins colorées en jaune. Nous verrons plus tard comment, si on le désire, on peut éviter cette coloration ou la supprimer postérieurement.

II

RÉVÉLATEURS A CONSTITUANTS MÉLANGÉS

323. Développement à l'hydroquinone.

Passons maintenant aux développements dans lesquels tous les constituants du bain sont mélangés et parlons tout d'abord de l'hydroquinone qui a été le premier indiqué dans cet ordre d'idées.

Voici deux formules également recommandables :

1.	Hydroquinone	15 gr.	
	Sulfite de soude	75 gr.	
	Carbonate de soude	150 gr.	
	Eau distillée et bouillie (1)	1000 cc.	(Ottenheim).
2.	Hydroquinone	15 gr.	
	Sulfite de soude	75 gr.	
	Prussiate jaune de potasse	10 gr.	
	Borax	2 gr.	
	Carbonate de soude	75 gr.	
	— de potasse	25 gr.	
	Eau	1000 cc.	(Fourtier).

Comme alcalis on emploie encore la soude, la potasse ou la lithine caustiques : la soude paraît donner plus de douceur, la potasse et la lithine plus d'intensité. Comme modérateurs, on emploie le bromure de potassium, les citrates et divers acides parmi lesquels l'a-

(1) L'emploi de l'eau bouillie est recommandé dans la plupart des bains à constituants mélangés : l'air contenu dans l'eau ayant été chassé par l'ébullition, la conservation du bain est bien meilleure.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cide acétique principalement. En fait d'accélérateurs on a indiqué le prussiate jaune de potasse et les borates.

Le bain constitué de toutes pièces, comme nous l'avons dit, peut se garder un certain temps sans altération apparente : néanmoins, par des expériences faites avec précision, on constate très facilement que son énergie diminue graduellement. Neuf il a, bien entendu, son maximum d'énergie et il voile infailliblement les clichés dès qu'il y a la moindre surexposition. — Aussi a-t-on conseillé d'en modérer l'action soit par l'addition d'eau, de bromure ou d'acide acétique soit par l'introduction d'une certaine quantité de vieux bain ayant déjà servi.

Grâce à ces correctifs et par des mélanges habiles de bains neufs et de bains vieux, dilués plus ou moins, on arrive à développer convenablement. Mais il y aura toujours intérêt à régler la pose d'après l'énergie du bain qui doit être employé; nous étudierons du reste cette question spécialement dans quelques instants.

Le ton des clichés est bon pour le tirage, mais l'hydroquinone a tendance à donner des négatifs un peu durs. Ce défaut pourra être utilisé dans certains cas, lorsqu'il s'agira d'obtenir des oppositions très violentes dans la reproduction des dessins, des cartes par exemple et de tous les sujets de traits en général.

Le développement à l'hydroquinone a servi en quelque sorte de modèle à la plupart des révélateurs qui ont suivi et notre travail va se trouver simplifié, car il nous suffira d'indiquer la marche générale à suivre avec les révélateurs à constituants mélangés et les diverses formules les plus employées avec les principaux réducteurs.

325 *bis*. Mode d'emploi des révélateurs à constituants mélangés. — L'emploi d'un bain unique pour le développement est bien fait pour séduire le débutant qui s'imagine, à tort du reste, que ce bain lui permettra de développer tous ses négatifs indistinctement. La supériorité du développement à constituants séparés est que, d'après la durée d'exposition réalisée, on peut modifier la nature du bain et lui donner une souplesse qui est absolument nécessaire pour contre-balancer les erreurs inévitables de la pratique. Avec un bain à constituants mélangés, il n'en est plus de même et la durée d'exposition doit être déterminée avec la plus grande précision. C'est là une difficulté à peu près insurmontable, car nous avons vu que nous ne possédions pas encore d'instruments pratiques permettant d'effectuer cette détermination. Aussi les partisans les plus convaincus de l'emploi des bains uniques ont été amenés immédiatement à indiquer des correctifs qui donnent à la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

méthode une certaine souplesse. Ces correctifs consistent à proportionner l'énergie du bain à la durée d'exposition : plus celle-ci est courte plus le bain doit être énergique, plus elle est longue plus il doit être faible. Le bain neuf sera donc réservé pour les négatifs les moins posés, les instantanéités par exemple ; pour les négatifs posés, on diminuera l'énergie du bain, soit par l'addition d'eau ou d'un retardateur approprié, soit enfin au moyen de vieux bains ayant servi à développer un nombre plus ou moins important de négatifs.

Telle est la ligne de conduite à suivre : avec de l'expérience, et si l'on est bien maître de son temps de pose, les résultats pourront être satisfaisants : mais toutes les fois qu'on se trouvera en face d'un négatif dont on ignore la durée d'exposition, l'opération sera fort compromise. On a bien proposé de commencer le développement avec un bain faible puis, si l'image ne vient pas, de passer successivement dans des bains de plus en plus énergiques. Cette manière de faire permettra certainement d'éviter des insuccès complets, mais la qualité des résultats laissera encore souvent à désirer, le premier bain employé imprimant au négatif, suivant sa nature, un caractère général qui persistera d'une manière prédominante, malgré les variantes ultérieures que l'on pourra effectuer. Ainsi un négatif posé développé dans un bain très énergique deviendra immédiatement gris, et malgré l'emploi de retardateurs et de bains moins forts, on aura de la peine à lui rendre la vigueur et le brillant nécessaires. Au contraire un négatif peu posé, est-il traité par un vieux bain, il aura des tendances à être trop dur et les oppositions produites au début ne pourront guère s'atténuer même par l'emploi ultérieur du révélateur à maximum d'énergie. C'est avec ces réserves que dans la pratique on pourra tirer bon parti des bains à constituants mélangés.

Ils seront par contre avantageusement employés pour le développement des clichés instantanés, cas dans lequel l'énergie du révélateur intervient seule sans qu'il y ait à mettre en jeu les finesses du développement rationnel : il en sera de même pour le travail d'atelier, lorsque l'on sera maître de son temps de pose et que l'on saura varier la durée d'exposition, de façon à donner aux divers négatifs des impressions sensiblement égales.

326. Développement à l'iconogène.

L'iconogène qui a été indiqué par le Dr Andressen, est également un bon réducteur. Il agit rapidement et donne des clichés très doux et très brillants mais un peu légers, l'intensité étant assez difficile à obtenir.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Voici une formule donnée par M. Fourtier :

Eau	1000 cc.
Iconogène	12 gr.
Sulfite de soude	48 gr.
Carbonate de soude	36 gr.

La solution doit être vert-émeraude.

Comme accélérateur M. Fourtier indique le stannate de soude qui a également l'avantage de donner de l'intensité.

327. Développement au paramidophénol.

Le paramidophénol qui a été indiqué par MM. Lumière, est d'une bonne conservation, il donne des négatifs très doux et modelés. Malgré la coloration plus ou moins prononcée du bain par l'usage, les clichés ne se teintent pas comme il arrive fréquemment avec les bains d'hydroquinone ou d'iconogène.

Voici une formule due à M. Perron (de Mâcon) :

Chlorhydrate de paramidophénol	5 gr.
Soude caustique	5 gr.
Sulfite de soude	150 gr.
Eau	1000 cc.

On dissout d'abord le sulfite de soude dans l'eau puis on ajoute le chlorhydrate de paramidophénol et enfin l'alcali.

Comme alcali, on peut employer également la lithine caustique qui donne d'excellents résultats.

327 *bis*. Développement à la pyrocatéchine.

Voici une excellente formule :

Eau	1000 cc.
Sulfite de soude	25 gr.
Carbonate de soude	50 gr.
Pyrocatéchine	10 gr.

328. Développement à l'amidol.

Ce révélateur jouit de la particularité de pouvoir être employé sans alcali.

Voici la formule donnée par Eder :

Eau	1000 cc.
Sulfite de soude	50 gr.
Amidol	5 gr.

Comme retardateur on emploie le bromure de potassium à 10 p. 100 et comme accélérateur le sulfite de soude.

La conservation de ce bain est médiocre et il ne permet que difficilement d'obtenir l'intensité cherchée.

328 *bis*. Il convient de signaler les expériences récentes de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MM. A. et L. Lumière et Seyewetz qui ont proposé de remplacer dans les développateurs alcalins, sauf le paramidophénol, les alcalis caustiques ou les carbonates par le phosphate tribasique de soude.

Les avantages consisteraient dans l'obtention d'une intensité plus grande, sans compromettre la solidité de la couche qui est attaquée, comme on le sait, par les alcalis caustiques ou les carbonates en trop grande quantité.

Voici d'après les auteurs précités, les formules qui leur ont paru les plus avantageuses :

1° Développement à l'hydroquinone et au phosphate tribasique.

A.	Eau	400 cc.
	Sulfite de soude anhydre	20 gr.
	Hydroquinone	5 gr.
B.	Eau	200 cc.
	Phosphate de soude	70 gr.

2° Développement à l'iconogène et au phosphate tribasique.

A.	Eau	300 cc.
	Sulfite de soude anhydre	20 gr.
	Iconogène	5 gr.
B.	Eau	500 cc.
	Phosphate de soude	120 gr.

3° Développement au métol et au phosphate tribasique.

A.	Eau	100 cc.
	Sulfite de soude anhydre	5 gr.
	Métol	1 gr.
B.	Eau	100 cc.
	Phosphate de soude	40 gr.

329. Révélateurs contenant plusieurs réducteurs associés.

Par ce simple aperçu de quelques-uns des révélateurs les plus employés, on peut constater qu'ils ne possèdent pas tous les mêmes qualités, aussi a-t-on eu l'idée de les mélanger. C'est ainsi que l'on peut corriger la tendance à la dureté de l'hydroquinone par l'iconogène qui, de son côté, ne donne pas toujours l'intensité nécessaire.

Voici une formule de ce genre :

Eau	1000 cc.
Hydroquinone	5 gr.
Iconogène	15 gr.
Sulfite de soude	100 gr.
Carbonate de potasse	50 gr.

En voici une autre qui nous a été indiquée par M. Bouillaud (de Mâcon) et qui contient un mélange d'hydroquinone et de chlorhydrate de paramidophénol.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Eau	1000 cc.
Hydroquinone	10 gr.
Sulfite de soude	300 gr.
Chlorhydrate de paramidophénol	10 gr.
Soude caustique	30 gr.
ou lithine caustique	10 gr.

Dissoudre le sulfite dans l'eau puis l'alcali et ajouter successivement les réducteurs. — Dédoubler le bain pour les clichés posés.

330. Développement au métol et à l'hydroquinone. A ces révélateurs, nous en ajouterons un dernier, qui est un des plus parfaits que nous ayons rencontré, c'est le développement au métol et à l'hydroquinone combinés.

Voici la formule qui nous a été communiquée par M. Bouillaud :

Eau distillée	1000	cc.
Sulfite de soude ordinaire	300	gr.
ou anhydre	150	gr.
Hydroquinone	7,5	gr.
Carbonate de potasse	40	gr.
Métol	5	gr.

Faire dissoudre à chaud dans l'ordre indiqué.

Ce bain neuf convient particulièrement pour le développement des négatifs sous-exposés, les instantanés par exemple. Additionné d'eau, de bromure de potassium ou encore de bain vieux, il sert pour les clichés posés.

Il est caractérisé par sa rapidité d'action : les images viennent très vite et montent ensuite progressivement. La teinte est excellente, la limpidité parfaite et l'on ne constate jamais de coloration sauf lorsqu'il s'agit de clichés manquant tout à fait de pose, ce qui se produit du reste, dans ce cas, avec presque tous les révélateurs.

Ce bain nous sert également pour le traitement des papiers au gélatino-bromure d'argent et le développement des diapositives pour projection. Il est appelé à devenir d'un usage courant dans le laboratoire toutes les fois que l'opérateur connaîtra son temps de pose.

Il ne saurait être employé avec le même succès, lorsque l'on n'a aucune indication sur les conditions dans lesquelles le cliché a été effectué et qu'il devient nécessaire de *tâter le cliché*. Dans ce cas aucun révélateur ne saurait lutter avec le développement à l'acide pyrogallique conduit d'une façon rationnelle (332).

330 *bis*. Les révélateurs que l'on trouve tout préparés dans le commerce sont à l'état liquide ou à l'état sec. Les premiers sont immédiatement prêts à servir mais, d'après les expériences que nous avons faites, leur énergie paraît s'atténuer avec le temps, les seconds doivent être dissous dans l'eau au moment de l'usage : à l'état sec,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les divers constituants étant en général isolés, ceux-ci se conservent bien. Une fois la dissolution faite ils se comporteront comme les précédents.

Parmi les révélateurs liquides nous citerons le Cristallos et l'American Développer de M. Geo. Richard qui nous ont donné d'excellents résultats. Ce dernier, en particulier, nous paraît très bien préparé et d'une bonne conservation. Parmi les révélateurs à l'état sec, nous indiquerons les préparations bien connues de M. Mercier et celles de la maison Hauff. Ces dernières préparations seront très pratiques pour les voyageurs et c'est à ce titre que nous avons cru devoir les signaler.

III

DÉVELOPPEMENT EN SOLUTIONS SÉPARÉES AVEC CERTAINS RÉVÉLATEURS EMPLOYÉS PRÉCÉDEMMENT EN SOLUTION UNIQUE.

331. Si l'usage de ces divers révélateurs en solution unique paraît *à priori* préférable, il est incontestable cependant que l'emploi d'un bain susceptible de se modifier par le temps, que l'addition de bains plus ou moins épuisés et dont on ignore absolument l'énergie, apportent dans les manipulations une incertitude constante ; de plus il ne paraît pas logique de partir d'un bain à maximum d'énergie et de le tuer en quelque sorte par l'addition d'un modérateur, sans qu'il soit possible de lui rendre son énergie primitive.

Aussi a-t-on tendance actuellement à revenir à la séparation plus ou moins complète des constituants du bain, et nombre de formules ont été indiquées, dans lesquels le réducteur dissous dans le conservateur est gardé séparément, l'alcali en solution aqueuse étant conservé d'autre part. La durée de ces deux solutions est infiniment supérieure, et l'on peut, par des additions successives de l'alcali, augmenter progressivement et suivant les besoins l'énergie du bain.

En voici un exemple appliqué à l'hydroquinone :

A.	Eau	1000 cc.
	Sulfite de soude	250 gr.
	Hydroquinone	20 gr.
B.	Eau	900 cc.
	Potasse à la chaux	100 gr.
	Eau	100 cc.
	Prussiate jaune de potasse	50 gr.
C.	Eau	100 cc.
	Bromure de potassium	10 gr.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En voici un autre appliqué à l'iconogène :

A.	Eau	1000 cc.
	Sulfite de soude	80 gr.
	Iconogène	15 gr.
B.	Carbonate de soude	60 gr.
	Eau	160 cc.

Voici enfin une formule de développement à la pyrocatéchine en bains séparés. Ce révélateur donne une grande finesse et des négatifs de bonne coloration. Il paraît d'une bonne conservation.

On prépare les solutions suivantes :

A.	Eau	1000 cc.
	Sulfite de soude	40 gr.
	Pyrocatéchine de synthèse	20 gr.
B.	Eau	1000 cc.
	Carbonate de potasse	200 gr.

Pour les clichés très peu posés, on prend : 1 partie de A et 2 parties de B. Pour les clichés plus posés : 1 partie de A, 1 partie de B et 1 partie d'eau.

Comme modérateur, on emploie le bromure de potassium ou l'acide borique cristallisé (2 p. 100).

Il est nécessaire de prendre de la pyrocatéchine très pure : celle préparée spécialement par M. Poulenc donne d'excellents résultats.

Après cette longue énumération des divers révélateurs, le lecteur s'attend peut-être à ce que nous indiquions celui qui nous paraît le meilleur et surtout le plus énergique. Qu'il se détrompe. A part les quelques différences que nous avons signalées et qui se traduisent par le plus ou moins de dureté, le plus ou moins d'intensité et la coloration plus ou moins favorable, tous ces procédés donnent sensiblement les mêmes résultats : mais des différences considérables existent au point de vue de la souplesse du développement qui permet seule de corriger les erreurs inévitables de la pose et de conduire son cliché d'une manière intelligente et rationnelle.

CONDUITE DU DÉVELOPPEMENT

332. Le lecteur a certainement entendu dire que le développement était une opération automatique et qu'il suffisait de plonger la plaque dans un révélateur tout préparé et de l'y laisser plus ou moins longtemps pour avoir un négatif parfait.

Nous tenons à protester énergiquement contre cette assertion qui est absolument erronée. La base de toute application artistique,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

scientifique ou industrielle c'est le négatif et le développement est l'opération qui doit nous le donner avec toutes les qualités requises. — C'est au contraire une opération capitale car la valeur du document, quel qu'il soit, repose sur sa bonne exécution.

Nous allons en faire la preuve. Nous prétendons qu'au-dessus des formules, il y a une manière d'opérer qui est basée sur la logique et sur le raisonnement, manière d'opérer qui constitue ce que nous avons appelé la *philosophie du développement*, et qui nous permettra, quel que soit le révélateur employé, de conduire toutes nos opérations d'une manière imperturbable vers le but final. Ce développement, nous l'avons appelé *développement rationnel :* au lecteur d'en apprécier la valeur par rapport au développement dit *automatique*.

333. Définition du négatif.

Et tout d'abord que doit être un bon négatif ? Nous n'avons pas à parler ici de la netteté, de la finesse, qui dépendent de l'exactitude de la mise au point et de la qualité de l'objectif mais bien des détails et de l'intensité qui constituent les qualités essentielles du négatif au point de vue qui nous occupe.

En effet, le négatif doit posséder tous les détails de l'original jusque dans les parties les moins éclairées, leur absence équivalant à la non existence de l'image dans la partie correspondante : de plus il doit atteindre une intensité déterminée pour donner de bonnes épreuves positives ; nous n'avons pas oublié, en effet, que le négatif est un véritable écran transparent dessiné par la lumière, écran dont les valeurs sont précisément inverses de celles de l'original.

Sans que le rapport des diverses parties du négatif qui dépend des valeurs même de l'original varie, on constate que l'intensité générale peut être fort différente. Si le négatif est sorti trop tôt du développement, cette intensité fera défaut, il sera plus transparent : si, au contraire, on pousse trop loin l'action du révélateur, elle sera trop considérable et le tirage demandera un temps plus prolongé. Les opérations du renforcement dans un cas et du baissage dans l'autre ont précisément pour but d'augmenter ou de diminuer l'intensité générale.

On n'ignore pas d'ailleurs que l'intensité d'un négatif doit varier d'après le mode de tirage qui sera employé. Certains procédés positifs exigent des clichés légers, d'autres des clichés fermes et vigoureux. On devra donc être maître de l'intensité.

334. Dans un cliché normalement posé, on verra apparaître tout d'abord les grandes lumières puis les demi-teintes et enfin les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

détails dans les grandes ombres ; pendant ce temps l'intensité monte graduellement et dans cette hypothèse qui correspond à la pose qu'on pourrait appeler normale, l'intensité se trouve suffisante au moment précis où les derniers détails dans les ombres apparaissent.

335. Mais il n'en sera pas toujours ainsi : si la pose a été trop courte, les grandes lumières apparaîtront toujours les premières mais les détails dans les parties les moins éclairées viendront plus difficilement parce que, par hypothèse, la plaque a été sous-exposée. Pendant ce temps les grandes lumières continuent à gagner en intensité et, leur opacité augmentant constamment, les rapporté entre les grandes lumières et les grandes ombres se trouvent accentués, de là des oppositions trop fortes et un négatif dur et heurté.

336. D'autre part, si nous avons exagéré la pose, l'image apparaîtra brusquement dans toute son étendue et, les détails dans les ombres venant en même temps que les grandes lumières, le négatif sera uniforme, gris, les valeurs ne seront plus conservées. Dans ce cas particulier, l'image est dite voilée et si l'on continue le développement, une fois tous les détails apparus, l'existence même du cliché se trouvera compromise. Il faudra donc arrêter le développement à ce point, et l'intensité générale fera certainement défaut.

Ces mêmes résultats seront obtenus même avec une pose exacte lorsque le modèle lui-même présente des écarts de valeurs considérables ou au contraire une monotonie de teintes trop prononcée.

337. Il demeure acquis de ce que nous venons de dire que le développement peut modifier le rapport des valeurs de l'original en atténuant ou en augmentant les contrastes : comme conclusion, on pourra donc, par un développement mal conduit, compromettre absolument la valeur du négatif. Mais par contre il deviendra facile, dans certaines hypothèses, d'améliorer la traduction d'un sujet dont les fortes oppositions ou la grande monotonie perdraient à une traduction trop rigoureuse.

338. Classification des divers sujets à reproduire d'après leur nature.

On peut classer les différents sujets en trois groupes :

1° Ceux qui possèdent une harmonie complète de valeurs ;

2° Ceux qui présentent des contrastes et des oppositions très tranchées ;

3° Ceux qui, au contraire, n'en ont pas assez et sont trop uniformes.

La manière d'opérer ne peut évidemment être la même dans ces trois hypothèses fort différentes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

339. Pour opérer en connaissance de cause, il est d'abord indispensable d'analyser le mode d'action de la lumière sur les préparations sensibles.

Notre illustre collègue M. Janssen a le premier reconnu que l'action de la lumière sur les surfaces photographiques n'était pas proportionnelle à la durée d'action de celle-ci, au delà d'une certaine limite. La démonstration pratique de cette loi est très facile à réaliser. Si l'on expose une plaque à une lumière quelconque, en la démasquant par bandes successives en soulevant le volet du châssis et donnant chaque fois la même pose, on constatera que l'action de la lumière produit au début une réduction d'autant plus intense que la pose a été prolongée, mais à partir d'une certaine limite l'augmentation de la durée de pose ne produit plus, comme précédemment, une réduction plus intense du sel sensible ; au contraire, l'intensité obtenue diminue progressivement jusqu'à une période où la plaque ne porte pour ainsi dire plus trace d'impression ; elle est en quelque sorte revenue à son état premier, l'action de plus en plus prolongée de la lumière ayant détruit l'impression primitive. A partir de cette période, les mêmes phénomènes se reproduisent dans le même ordre et ceci plusieurs fois. — Sous l'influence de durées de pose régulièrement croissantes, la plaque passe donc par une série d'états variables correspondant d'abord à des intensités croissantes puis décroissantes et ainsi de suite.

340. De la sur-exposition.

L'utilisation pratique de ce phénomène si curieux peut nous donner des résultats particulièrement intéressants, dans le cas d'un modèle présentant de grandes oppositions. On sait que, dans cette hypothèse toute spéciale mais qui néanmoins se présente constamment, il est très difficile, lorsque la pose est normale, d'avoir avec la même perfection les différentes parties inégalement éclairées. Lorsque les blancs seront à point et auront l'intensité convenable, les détails des parties sombres ne seront pas venus et leur intensité trop faible ; au contraire, si l'on pousse le développement jusqu'à ce que l'intensité des parties sombres soit suffisante, les parties blanches seront beaucoup trop venues. Dans le premier cas les parties sombres seront trop foncées sur le positif, dans le second les parties blanches ne présenteront plus aucun détail.

En appliquant les enseignements que l'on peut tirer de la loi de Janssen, nous arriverons dans le cas présent, à augmenter notablement la pose de façon à obtenir ce que l'on appelle la sur-exposition. Que se produira-t-il dans l'espèce ? A cause de la prolongation de la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pose, les parties sombres qui étaient les moins éclairées pourront venir avec tous leurs détails et l'intensité nécessaire; par contre la pose qui a été beaucoup trop longue pour les blancs qui étaient les plus éclairés, leur permettra d'atteindre la période dans laquelle l'intensité décroît et leur opacité diminuera.

On comprend facilement que l'écart d'oppositions qui existait entre la traduction des noirs et des blancs sur le négatif diminuera et ceci d'autant plus que la pose sera plus allongée. L'épreuve positive ne présentera donc plus ces contrastes violents qui faisaient que les blancs ou les noirs étaient sacrifiés suivant que l'on avait trop ou pas assez poussé le développement.

La règle pratique que nous pouvons formuler est que *toutes choses étant égales d'ailleurs la durée d'exposition devra être d'autant plus prolongée que les oppositions du modèle seront plus grandes.*

Mais la réciproque est également vraie; puisque l'excès de pose conduit à la diminution des oppositions, il est certain que la réduction de pose produira l'effet inverse, les parties les plus éclairées venant les premières et atteignant l'intensité convenable avant les parties moins bien éclairées. La sous-exposition sera donc toute indiquée lorsque le sujet sera trop monotone et ne présentera pas d'oppositions assez tranchées.

L'application raisonnée du principe que nous venons d'exposer conduira donc, dans le cas des sujets à grandes oppositions ou trop monotones, à modifier soit par excès soit par défaut la durée d'exposition.

Ceci est parfaitement vrai pour une plaque déterminée, mais rien ne nous empêche d'utiliser dans ce cas spécial des préparations qui, suivant leur formule, jouissent de propriétés différentes, propriétés qui faciliteront l'obtention du résultat cherché. C'est ainsi que les plaques lentes donnent en général des négatifs plus transparents, plus corsés, ce qui sera précieux lorsqu'il s'agira d'obtenir de grandes oppositions. Au contraire, les plaques rapides donnent des négatifs plus harmonieux, avec une certaine tendance au voile plus ou moins prononcé; leur emploi sera tout indiqué lorsque l'on voudra éviter les oppositions. D'une manière générale, il y aura donc intérêt, lorsque le sujet sera trop monotone, à user de plaques lentes et à poser peu. Au contraire, lorsqu'il présentera de grandes oppositions l'emploi des plaques rapides et une surexposition judicieuse seront préférables. Dans ces deux hypothèses extrêmes la pose sera donc au-dessus ou au-dessous de la pose normale qui eut été nécessaire

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Variations à apporter au développement suivant la nature de l'objet à reproduire. — 341-A.

NATURE de L'OBJET.	TEMPS DE POSE.	MODIFICATIONS du DÉVELOPPEMENT.	CONDUITE du DÉVELOPPEMENT.	RÉSULTAT CHERCHÉ.
I Sujet normal. (Bien en valeurs. Pas d'oppositions.)	Normal. (Très légère sur-exposition.)	Bain normal.	Retardateur (d'autant plus qu'il y a plus de pose). Développement lent. Chercher les détails, puis l'intensité.	Reproduire le sujet tel qu'il est.
II Sujet à oppositions.	Exagérer la pose (d'autant plus qu'il y a plus d'oppositions).	Bain dilué. (Diminution des constituants du bain, augmentation de la quantité d'eau.)	Peu de retardateur. Développement très lent. Chercher les détails, puis l'intensité.	Éviter les contrastes trop accentués du modèle.
III Sujet monotone. (Manque de valeurs et d'oppositions.)	Diminuer la pose.	Bain concentré. Diminution de la quantité d'eau.	Augmenter le retardateur. Développement plus rapide. Pousser à l'intensité, puis aux détails.	Donner de la valeur et des contrastes.
IV Sujet instantané.	Suivant la vitesse du sujet.	Bain concentré. (Augmentation des constituants du bain, diminution de la quantité d'eau.)	Traces de retardateur. Développement rapide. Chercher les détails, puis l'intensité.	Avoir le cliché avec les détails et l'intensité suffisante.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour la reproduction d'un sujet bien en valeurs et il faudra, d'autre part, apporter dans la conduite du développement des correctifs qui tendront toujours au but cherché.

341. Il y a donc, entre la nature du modèle, la durée du temps de pose, les modifications à apporter dans la composition du développement, sa conduite, des rapports très étroits que nous avons cherché à résumer d'une façon précise dans le tableau 341-A, emprunté à notre *Traité pratique de développement*. (1)

Réciproquement si nous voulons obtenir d'un sujet donné un négatif de nature déterminée en vue de telle ou telle application spéciale, nous pouvons consulter le tableau suivant 341-B qui montre les plaques qu'il est préférable d'employer, la durée du temps de pose, les modifications dans la composition du bain et enfin la conduite du développement.

Variations à apporter au développement suivant le résultat cherché. — 341-B.

RÉSULTAT CHERCHÉ.	NATURE DES PLAQUES Temps de pose.	MODIFICATIONS du développement.	CONDUITE du développement.
Cliché à oppositions.	Plaques lentes. Pose courte.	Bain concentré.	Retardateur. Développement rapide. Chercher l'intensité, puis les détails.
Cliché doux.	Plaques rapides. Pose longue.	Bain dilué	Peu de retardateur. Développement lent. Chercher les détails, puis l'intensité.

L'étude des résultats consignés dans ces tableaux est indispensable si l'on veut développer d'une façon logique et rationnelle et ils sont applicables quel que soit le révélateur adopté. Nous avons, en effet, la conviction que sauf certaines qualités pratiques qui du reste ne sont pas à mépriser, les divers révélateurs conduisent sensiblement aux mêmes résultats, le tout est de savoir s'en servir en tenant compte de la nature du modèle et du résultat que l'on cherche à l'effet d'obtenir la reproduction la plus vraie de l'original.

(1) A. Londe, *Traité pratique de développement*, Paris, Gauthier-Villars et fils.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ACHÈVEMENT DU NÉGATIF

Fixage.

342. Le fixage a pour but de dissoudre les sels d'argent non réduits et encore sensibles à la lumière. Il rend le négatif transparent et permet de l'exposer sans inconvénients à la lumière. Parmi les fixateurs indiqués, les plus courants sont le cyanure de potassium et l'hyposulfite de soude. Le cyanure de potassium était employé autrefois d'une manière habituelle avec le procédé du collodion humide, mais c'est un produit des plus dangereux qui est maintenant remplacé d'une façon presque générale par l'hyposulfite de soude produit complètement inoffensif.

Le titre de la solution d'hyposulfite est de 20 à 25 p. 100. Si le titre est trop faible il se forme des sulfures d'argent peu solubles qui restent dans la couche et qui jaunissent ultérieurement par l'action de la lumière ; s'il est trop fort le fixage s'allonge d'une façon démesurée, l'hyposulfite double d'argent et de soude qui se produit étant en effet moins soluble dans les solutions concentrées que dans les solutions diluées.

La plaque doit séjourner dans ce bain, jusqu'à disparition complète de l'aspect blanchâtre que l'on aperçoit au dos. Lorsque le négatif paraît complètement fixé, on recommande de le laisser encore 2 à 3 minutes afin d'assurer le plus possible la dissolution des hyposulfites doubles de soude et d'argent.

A notre avis, le fixage doit toujours se faire dans le laboratoire noir. L'introduction de la lumière blanche est surtout dangereuse lorsque le négatif est inégalement fixé ; les parties non fixées sont modifiées par la lumière, l'opération devient beaucoup plus longue : de plus ces parties se colorent fréquemment en jaune, d'où intensité différente dans les diverses parties du négatif.

Il ne faut pas exagérer la durée du séjour des négatifs dans l'hyposulfite surtout quand il est neuf, il ronge en effet et au bout de 24 heures on a constaté que l'image était à peu près enlevée. Ce procédé employé avec discernement peut servir à baisser quelque peu un négatif trop poussé.

Les bains d'hyposulfite doivent être conservés car ils peuvent fixer un nombre considérable de négatifs. Cependant par l'usage, chaque plaque apportant quelque trace de réducteur, ils se colorent en jaune avec l'acide pyrogallique, en verdâtre avec l'iconogène, en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

violet, avec fluorescence, avec l'hydroquinone. Tant que cette coloration n'est pas très prononcée il n'y a pas lieu de s'en inquiéter. Cependant il est différents moyens qui permettent sûrement la conservation de l'hyposulfite en solution incolore et ils seront employés avec profit. L'addition de 50 cc. de bisulfite de soude par litre d'hyposulfite et la conservation du bain à la lumière facilitent la transformation des sulfures en monosulfures noirs qui se précipiteront. Il suffira alors de filtrer ou de décanter le bain.

On a également indiqué l'emploi de petites quantités d'acide citrique ou acétique. Le bain se conserve bien et grâce à la formation d'une petite quantité d'acide sulfureux les négatifs légèrement teintés se décolorent parfaitement.

343. On a proposé également l'emploi de l'alun dans le bain d'hyposulfite de soude dans la proportion de 1 partie pour 3 d'hyposulfite. Ce procédé qui aurait l'avantage de durcir la couche pendant l'opération du fixage, n'est pas cependant sans inconvénients. En effet, la solution se décompose avec production de soufre en poudre impalpable qui adhère fortement à la couche et, d'autre part avec les révélateurs alcalins, si le lavage après le développement n'a pas été bien effectué, s'il reste des traces d'alcali, il se formera par double décomposition de l'alumine qui, se produisant dans la couche, donnera des taches difficiles à enlever.

Pour ces différentes raisons on préfère en général passer à l'alun après le fixage.

344. Emploi du bain d'alun.

Le passage au bain d'alun a pour but de durcir la couche de gélatine, de la tanner en quelque sorte et de la rendre par suite imputrescible et insoluble. Dans les débuts du gélatino-bromure cette opération était surtout indiquée pour éviter les décollements de la couche.

On emploie soit l'alun de potasse, soit celui de chrome. Voici deux formules également recommandables :

1°	Eau	100 cc.
	Alun de potasse	8 gr.
2°	Eau	100 cc.
	Alun de chrome	16 gr.

La couche de gélatine doit être débarrassée de la plus grande partie de l'hyposulfite sinon il se formerait un léger voile de soufre précipité : lorsqu'il ne reste que quelques traces d'hyposulfite, celui-ci est décomposé et il se forme des sulfates solubles qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

seront facilement éliminés par le lavage. La conservation de la couche se trouvera donc assurée par le passage à l'alun.

On a indiqué l'addition au bain d'alun de quelques gouttes d'acide chlorhydrique, tartrique ou citrique qui éliminent les sels de chaux provenant des eaux employées et donnent plus de brillant au négatif.

Au cas où ce léger voile provenant des sels de chaux persisterait au sortir du bain d'alun, il suffira de mettre quelques gouttes d'acide chlorhydrique dans la première eau de lavage.

L'alun étant peu soluble, il sera nécessaire d'effectuer un bon lavage pour éviter que l'alun ne cristallise dans la couche ce qui donnerait des taches et même des soulèvements.

Avant de passer au bain d'alun il est nécessaire d'éliminer toutes traces d'alcali, sinon l'alumine se précipiterait dans la couche elle-même, en occasionnerait le soulèvement et laisserait des traces irrémédiables.

En résumé les opérations à effectuer après le développement seront les suivantes :

1° Lavage abondant et rapide pour enlever les produits de développement ;

2° Fixage dans le bain d'hyposulfite de soude ;

3° Lavage abondant et rapide pour enlever la plus grande partie de l'hyposulfite ;

4° Passage au bain d'alun pendant 5 à 10 minutes (facultatif) ;

5° Lavage prolongé.

Nous devons cependant faire remarquer que le passage au bain d'alun n'est pas absolument nécessaire : autrefois, avec les plaques qui avaient tendance aux soulèvements, cette opération était indispensable; aujourd'hui que la solidité des couches est beaucoup plus grande, on peut sans inconvénients supprimer cette opération. D'ailleurs nous ne croyons pas qu'elle produise de bons résultats au point de vue de la conservation du négatif. La couche elle-même tannée par l'alun sera bien préservée, mais elle aura acquis une dureté telle que l'on pourra constater quelquefois, comme nous l'avons fait nous-mêmes, des ruptures ou des détachements complets. La gélatine non alunée ne paraît pas présenter les mêmes accidents. Dans ces conditions l'alunage ne paraît devoir être maintenant qu'une opération exceptionnelle que l'on fera lorsque la couche aura des tendances au soulèvement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Lavage.

345. Nous arrivons maintenant à la question du lavage qui est des plus importantes. Il s'agit en effet d'éliminer complètement l'hyposulfite de soude dont la présence est indubitablement une cause rapide et certaine de destruction de la couche.

En principe la plaque devra être soumise à un lavage prolongé.

L'emploi de l'eau courante est donc tout indiqué. En pratique la plaque au préalable lavée pendant quelques instants sous la pomme d'arrosoir sera mise dans une cuve à rainures verticales dans laquelle on fait passer un courant d'eau continu (fig. 187). La densité de l'hyposulfite de soude étant plus grande que celle de l'eau, il s'a-

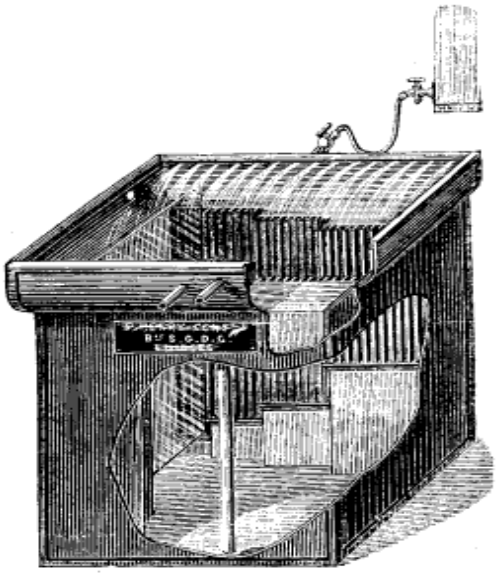


Fig. 187. — Cuve à laver les clichés. Modèle Henry.

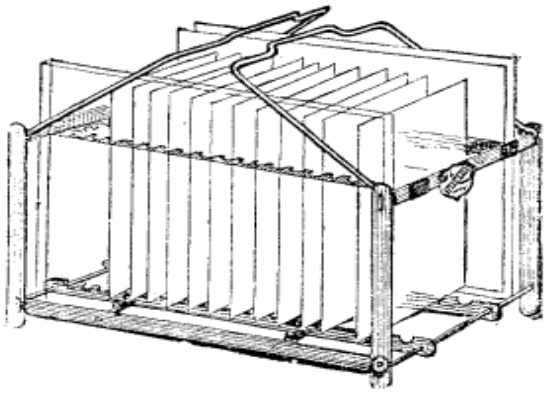


Fig. 188. — Panier pliant pour le lavage des négatifs.

massera toujours dans la partie inférieure de la cuve et il faudra ou vider de temps en temps celle-ci par le bas ou avoir une arrivée d'eau suffisante pour brasser tout le liquide et éviter cette accumulation. Pour cette raison il sera préférable de faire arriver l'eau par le bas de cuve à laver.

On emploie également des paniers laveurs en métal qui se placent soit dans une cuve soit dans un récipient quelconque. Ils permettent très facilement de sortir les clichés et de vider le récipient (fig. 188). En général ils peuvent se replier de telle façon qu'ils seront très pratiques en cas de déplacement.

Si l'on n'a pas de cuves spéciales on se contentera de mettre la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plaque dans une cuvette et de placer celle-ci sous un robinet quelconque.

Dans ce cas il sera nécessaire de changer fréquemment l'eau en ayant soin de laisser s'égoutter la plaque entre chaque opération.

Le lavage à l'eau courante doit s'effectuer en deux ou trois heures. Il sera d'ailleurs tout indiqué d'employer des produits susceptibles de favoriser l'élimination de l'hyposulfite. Nous avons déjà vu l'efficacité du bain d'alun dans cette hypothèse, on pourra employer également une solution d'eau de Javelle étendue d'eau.

Eau.....	1000 cc.
Eau de Javelle.....	7 à 8 gr.

Il ne reste plus qu'à terminer par un lavage définitif.

346. Pour vérifier si l'hyposulfite de soude est complètement éliminé, on n'aura qu'à employer l'iodure d'amidon qui est décoloré comme on le sait par la plus petite quantité de ce produit.

On dissout 1 gramme d'amidon dans 100 d'eau bouillante. Ce liquide se conserve bien en flacon si l'on a la précaution d'y ajouter un fragment de camphre. Pour préparer l'iodure d'amidon qu'il faut faire au moment de s'en servir, on prend 3 ou 4 centimètres cubes de la solution d'amidon et on y laisse tomber une goutte de teinture d'iode. On obtient un liquide bleu constitué par l'iodure d'amidon. On fait égoutter la plaque dans un verres et l'on ajoute goutte à goutte l'iodure d'amidon. S'il n'y a pas d'hyposulfite la coloration bleue persiste dès l'addition de la première goutte d'iodure : dans le cas contraire, le liquide est décoloré. Ce procédé est d'une extrême sensibilité.

Séchage.

347. Après le lavage il n'y a plus qu'à mettre sécher la plaque. Pour faire cette opération il suffit de placer le cliché dans un endroit sec, chauffé modérément et à l'abri de la poussière. On fait dans cette intention des séchoirs à rainures qui sont très commodes pour favoriser l'égouttage, mais en général les rainures sont trop rapprochées et le séchage se fait inégalement, ce qui se traduit par des différences d'intensité de la couche (fig. 189). Il est préférable à notre avis de placer les plaques à côté les unes des autres sur une tablette un peu élevée du sol. Si on craint la poussière on mettra

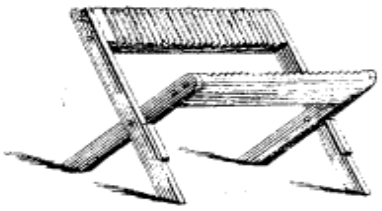


Fig. 189. — Egouttoir pliant.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la couche en arrière. Il sera bon de placer en dessous des plaques un matelas de papier à filtre afin d'absorber l'eau qui égoutte et empêcher la couche de happer les poussières qui pourraient se trouver sur la planchette.

348. Séchage rapide. — Pour faciliter le séchage on a proposé de monter la plaque sur un plateau tournant rapidement ou de la placer dans une boîte munie d'un fort ventilateur; dans ces conditions la dessiccation est plus rapide. Un autre procédé consiste à plonger la plaque bien égouttée dans une cuvette remplie d'alcool à 90° (1) et de l'y laisser séjourner 5 à 10 minutes. On l'essore en l'agitant vivement et on peut ensuite la laisser sécher à une douce chaleur, opération qu'il ne faudra jamais effectuer lorsque la plaque n'aura pas été passée au préalable dans l'alcool car, dans ce cas, la gélatine fondrait immanquablement.

EXAMEN DU NÉGATIF TERMINÉ ET TRAITEMENTS ULTÉRIEURS.

349. Voici le négatif terminé et susceptible d'être utilisé pour le tirage des épreuves positives. C'est à ce moment que nous pourrons définitivement juger de sa valeur. Nous avons vu précédemment qu'un bon négatif devait avoir tous ses détails, une intensité suffisante et ne pas présenter de coloration. Ses défauts proviendront de ce qu'il n'aura pas l'une ou l'autre de ces qualités.

Nous aurons donc à étudier 1° les négatifs qui manquent de détails; 2° ceux dont l'intensité est supérieure ou inférieure à ce qu'elle devrait être; 3° ceux qui sont plus ou moins colorés.

Nous allons voir si, par un traitement ultérieur, nous pourrons partiellement ou totalement corriger ces défauts.

350. 1° **Négatifs sans détails.**

Quelle que soit la nature du modèle, le manque de détails sera dû ou à un manque de pose ou à une mauvaise conduite du développement, excès de bromure, insuffisance d'alcali, arrêt trop précipité de l'action du révélateur. Il sera évidemment trop tard pour remédier car il est impossible, par une opération ultérieure, de faire apparaître des détails que la lumière n'a pas imprimés ou que le développement n'a pas fait apparaître.

On voit donc que la sous-exposition n'est jamais une bonne chose en ce qui concerne les détails et que la conduite du développement

(1) Plus l'alcool sera fort, plus vite le résultat sera obtenu.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

n'est pas indifférente puisqu'en le menant mal ou en l'arrêtant trop tôt on compromet d'une façon définitive la valeur du négatif.

Nous n'avons pas à envisager l'hypothèse inverse, dans laquelle le négatif obtenu aurait trop de détails, car cet excès ne peut être un défaut et d'ailleurs le cliché ne saurait naturellement en posséder plus que l'original, mais ce que l'on peut considérer en opposition au négatif manquant de détails c'est un négatif complètement gris et voilé.

Ce défaut peut provenir tout d'abord de la monotonie de l'original ou même d'un sujet normal bien en valeur, la pose ayant été exagérée dans ces deux cas. Si la pose a été convenable, un développement prolongé, un révélateur trop chargé en alcali produisent le même résultat. Enfin cet accident peut tenir à la préparation elle-même qui a été voilée au cours de la fabrication ou accidentellement lors de la mise en châssis ou pendant le développement.

Un cliché de ce genre pourra être amélioré par deux opérations successives, l'une qui aura pour but d'éliminer le voile général, si possible, et l'autre qui consistera à renforcer l'image pour donner des oppositions et obtenir plus de brillant. On emploiera donc d'abord un faiblisseur puis un renforçateur.

351. 2° Négatifs dont l'intensité est défectueuse par manque ou par excès.

Ce défaut est en général imputable à une mauvaise conduite du développement dont l'action aura été trop abrégée ou trop allongée. En un mot c'est l'intensité générale qui est trop forte ou trop faible. On devra donc procéder à des opérations chimiques qui permettront d'augmenter ou de diminuer cette intensité générale, sans rien changer à la valeur même du négatif en ce qui concerne les rapports des intensités qui dépendent eux-mêmes des valeurs mêmes de l'original.

Dans un cas, on emploiera des produits susceptibles d'augmenter l'intensité générale, ces corps portent le nom de *renforçateurs;* ceux, au contraire, qui ont pour but de diminuer l'intensité générale s'appellent des *faiblisseurs*.

Les procédés qui modifient le négatif dans son ensemble constituent les *retouches générales*. Nous aurons en effet à examiner, dans d'autres hypothèses, différents procédés qui ont pour but de baisser ou de renforcer telle ou telle partie seulement d'un négatif : ces derniers constituent les *retouches partielles*. Examinons ces divers procédés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

352. — Procédés de renforcement.

Il y a deux méthodes générales de renforcement, la première qui consiste à modifier la couleur du négatif et la seconde qui a pour effet d'augmenter la densité de l'image.

Dans le premier cas, on comprend facilement que, plus la coloration se rapprochera des couleurs antiphotogéniques plus la lumière aura de peine à agir à travers cet écran coloré, ce qui équivaudra évidemment à une augmentation de densité. Nous utilisons du reste cette observation pour le développement à l'acide pyrogallique des grands instantanés dans lesquels il est assez difficile d'obtenir l'intensité générale voulue et, intentionnellement, nous laissons notre négatif prendre une coloration jaune plus ou moins prononcée.

On peut encore arriver à un résultat analogue en virant le négatif : en obtenant par cette opération les tons rouges ou sépias, on renforcera ; si au contraire on atteint les tons bleus ou violets, le résultat inverse sera produit.

M. Fourtier recommande pour faciliter ce virage d'opérer de la manière suivante. L'image est d'abord blanchie légèrement dans un bain de bichlorure de mercure qui déplace l'argent, on fait alors noircir l'image avec l'ammoniaque étendue ou le sulfite de soude ; on vire ensuite au chlorure d'or ou de platine. L'échange des métaux se fait ainsi beaucoup mieux.

Dans la pratique, on emploie surtout les procédés de la deuxième catégorie qui augmentent la densité de l'image et parmi ceux-ci principalement le renforcement au mercure.

On prépare le bain suivant :

Eau distillée.....	1000 cc.
Bichlorure de mercure.....	25 gr.

Le bichlorure étant peu soluble dans l'eau, on a conseillé d'ajouter un peu d'alcool ou de sel ammoniac afin d'augmenter sa solubilité : mais en faisant le bain à chaud cette addition est inutile.

Le cliché est plongé dans ce bain où il blanchit rapidement ; il faut le laisser d'autant plus blanchir que l'on désire une intensité plus grande. Il est absolument nécessaire que le cliché ne renferme plus de traces d'hyposulfite de soude car on aurait production de taches brunes ineffaçables.

Les clichés à renforcer ne doivent pas avoir été alunés. Après un bon lavage, il faut modifier cette teinte blanche par une deuxième opération qui a pour but de donner à la couche une opacité plus considérable.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On emploie à cet effet l'un des produits suivants : 1° Une solution légère d'ammoniaque ou de sesquicarbonate d'ammoniaque qui donne une coloration brune ; 2° Une solution de sulfite de soude qui transforme les chlorures d'argent et de mercure en sulfures noirs. 3° Le sulfo-antimoniate de soude qui donne une coloration orangée, brunissant par le séchage. Il est indispensable dans ces divers bains d'agiter continuellement afin que leur action soit uniforme. On lave ensuite abondamment.

On peut encore après avoir blanchi la couche comme précédemment faire agir un révélateur, oxalate ferreux, acide pyrogallique ou hydroquinone ; les chlorures d'argent et de mercure sont ramenés à l'état métallique. Ce traitement peut être répété à plusieurs reprises.

Ces divers renforçateurs peuvent être employés avec les divers procédés négatifs. Dans l'industrie cependant et spécialement avec le collodion humide on obtient des négatifs très denses et excellents pour les reproductions de traits par le passage au sulfhydrate d'ammoniaque après le blanchiment par le bichlorure de mercure.

On se sert également d'un renforçateur au bromure de cuivre qui donne de très grandes oppositions.

A.	Eau	500 cc.
	Sulfate de cuivre	30 gr.
	Bromure de potassium	5 gr.
B.	Nitrate d'argent	5 gr.
	Eau	100 cc.

On plonge dans A jusqu'à blanchiment complet, on lave et on plonge dans B. Le négatif noircit de suite.

353. — Bain unique de renforcement.

Kirchoff indique le procédé suivant. On prépare :

A.	Eau	800 cc.
	Bichlorure de mercure	10 gr.
B.	Eau	100 cc.
	Iodure de potassium	25 gr.

On verse B dans A, puis on ajoute 1 gr. d'hyposulfite de soude. On étend de moitié d'eau. La glace prend une teinte jaune verdâtre.

On a proposé également le renforçateur suivant à l'urane :

Solution de prussiate rouge de potasse à 1 p. 100.	50 cc.
— de nitrate d'urane à 1 p. 100	50 cc.
Acide acétique	10 à 20 cc.

On obtient un ton rougeâtre. On lave abondamment.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Comme on le voit, les procédés ne manquent pas pour renforcer un négatif, et nous n'en avons cité que quelques-uns, ceux qui sont les plus employés. Cependant, à notre avis, le renforcement ne doit être qu'une opération exceptionnelle et non pas habituelle. Par le développement habilement conduit, on doit arriver dans la majorité des cas à l'intensité voulue.

Il ne faut pas oublier d'ailleurs que le renforcement améliorera l'intensité générale mais ne saurait faire apparaître les détails qui n'existent pas dans l'original. Au contraire, dans ce cas, les contrastes du négatif se trouveront augmentés ce qui établira encore un écart plus grand entre les noirs et les blancs.

Enfin, il ne faut pas cacher que l'opération du renforcement paraît compromettre l'existence du cliché qui s'altère à la longue.

354. Procédés de baissage.

Ces procédés ont pour but de diminuer l'intensité générale du négatif en transformant une partie du sel d'argent de l'image en sel soluble dans l'hyposulfite de soude; les produits employés portent le nom de *faiblisseurs* (1).

Le plus connu est celui de Farmer.

On prépare :

A.	Eau	500 cc.
	Hyposulfite de soude	10 gr.
B.	Eau	500 cc.
	Ferricyanure de potassium	10 gr.

Mélanger A et B par parties égales au moment de l'usage.

La solution de ferricyanure doit être fraîche. Dès que la solution qui est verdâtre passe à la couleur bleue pâle, il faut la rejeter. Ce bain est énergique et il faut l'employer avec prudence.

Un autre procédé qui a moins de tendance à ronger les détails a été indiqué par M. Mercier.

On prépare :

A.	Chlorure ammoniacal de cuivre	16 gr.
	Eau	1000 cc.
B.	Hyposulfite de soude	50 gr.
	Eau	1000 cc.

Mélanger A et B au moment de l'usage.

(1) Nous avons adopté, à défaut d'autre convenable, le terme de faiblisseur pour dénommer les produits destinés à diminuer l'intensité du négatif. Certains auteurs se servent du mot réducteur qui eut peut-être été préférable mais qui fait confusion avec la dénomination adoptée pour désigner l'un des constituants du développement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le bain est bleu pâle, il faut le rejeter dès qu'il se décolore. Pour préparer le chlorure de cuivre ammoniacal, on précipite le sulfate de cuivre par le carbonate de soude : filtrer et laver le précipité vert de carbonate de cuivre, puis le dissoudre dans l'acide chlorhydrique étendu et précipiter par l'ammoniaque jusqu'à ce que le précipité se redissolve. La liqueur est d'un beau bleu, c'est du reste l'eau céleste des pharmaciens.

Avec l'un ou l'autre de ces réducteurs il faut arrêter l'opération avant d'avoir atteint le point juste, car l'action se continue dans le bain de lavage. Celui-ci doit être abondant.

Ces procédés seront employés pour réduire l'intensité générale : au cas où l'on voudrait simplement enlever un léger voile, on plongera la plaque sèche dans le réducteur étendu d'eau, tandis que dans tous les autres cas, il faut la mouiller parfaitement au préalable : de cette manière l'action du réducteur se produit dans toute l'épaisseur de la couche au lieu d'être limitée à la surface.

335. 3° Négatifs colorés.

La coloration des négatifs se produit rarement lorsque la pose est juste, que le bain de développement est neuf et que la durée du développement n'est pas trop prolongée. Au contraire, on la constate presque infailliblement lorsque la pose est courte, que l'on emploie un bain riche en réducteur et que l'on fait agir ce dernier longtemps.

On l'obtient également avec tous les bains à formule fixe lorsque ceux-ci sont en usage depuis un temps trop long.

Coloration jaune. — Lorsque la teinte n'est que légère, elle est assez avantageuse pour le tirage : nous avons même vu que dans certains cas nous provoquions sa formation.

Mais il est possible de l'enlever en passant la plaque dans un bain contenant :

Acide chlorhydrique	3 parties.
Solution saturée d'alun	3 —

Cependant il vaudra encore mieux éviter la production de cette coloration. Voici comment nous opérons avec l'acide pyrogallique qui est le développement que nous préférons mais qui donne assez fréquemment de la coloration. Nous choisissons d'abord un bon sulfite et surtout nous ne préparons pas la solution trop d'avance. Aussitôt le développement fait et après un rapide lavage, nous passons pendant vingt secondes dans :

Eau	100 cc.
Acide citrique	3 gr.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Puis après un nouveau lavage, nous fixons dans l'hyposulfite de soude contenant un peu de bisulfite du soude :

Solution d'hyposulfite de soude à 20 p. 100	1000 cc.
Bisulfite de soude	50 gr.

L'addition du bisulfite de soude à l'hyposulfite de soude est toujours à conseiller car non seulement, comme nous venons de le dire, elle évite la coloration du négatif mais encore elle assure la conservation du bain qui peut servir pendant de longs mois.

Il nous resterait pour être complet à parler des retouches locales qui doivent être faites en certains points de l'image, c'est une question que nous traiterons dans le chapitre concernant le positif.

356. Retouches partielles.

Nous voulons cependant signaler ici un procédé de retouche partielle très original qui a été indiqué par Fourtier et qui s'effectue pendant le développement même.

On prépare la solution suivante :

Bromure de potassium	4 gr.
Citrate de potassium	2 gr.
Eau	100 cc.

On étend cette solution avec un pinceau sur les parties qui ont acquis l'intensité suffisante et qu'on désire ne plus voir monter. Ce procédé très ingénieux est d'une application délicate, néanmoins dans les mains d'un opérateur habile, il peut donner d'excellents résultats.

Protection du négatif.

357. Notre négatif est maintenant terminé, il s'agit de protéger la couche de façon à en éviter les altérations accidentelles. On arrive à ce résultat en recouvrant la couche d'un isolant quelconque assez résistant et possédant une transparence complète. On se sert ordinairement de vernis à chaud ou à froid ou plus simplement de collodion normal.

La nécessité de la protection du négatif s'imposait avec le collodion humide et le collodion sec dont la couche était très peu résistante et s'éraillait facilement. Il n'en est plus de même avec les couches de gélatino-bromure qui sont beaucoup plus résistantes.

Néanmoins la protection est toujours utile et elle peut prévenir une cause d'altération, lors du tirage des positives. Lorsque, pour une cause quelconque, le papier ou la plaque sont humides, il se forme sur la plaque des taches jaunes qui en compromettent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

absolument l'existence. Pour cette seule raison, on doit toujours vernir ou collodionner les plaques au gélatino-bromure.

Voici différentes formules de vernis.

Vernis à froid.

1.	Benzine	1000 cc.
	Ambre fondu	100 gr.

ou

	Benzine	1000 cc.
	Gomme Dammar	100 gr.

Vernis à chaud.

2.	Alcool	100 cc.
	Sandaraque	10 gr.
	Benjoin	10 gr.
	Gomme élémi	10 gr.
3.	Alcool	100 cc.
	Sandaraque	10 gr.
	Térébenthine de Venise	10 gr.
	Gomme laque	10 gr.
	Mastic en larmes	5 gr.
4.	Alcool	100 cc.
	Sandaraque	1 gr.
	Térébenthine de Venise	0,5 gr.
	Gomme laque	8 gr.
	Essence de lavande	3 gr.
5.	Alcool	100 cc.
	Sandaraque	67 gr.
	Benjoin	4 gr.
	Gomme laque	67 gr.
	Essence de lavande	31 cc.

Conservation des négatifs.

358. Les négatifs terminés doivent être gardés à l'abri de l'humidité et de la poussière. On trouve dans le commerce des boîtes à rainures qui permettent de les classer facilement, néanmoins si l'on a un grand nombre de négatifs ce système ne laisse pas que d'être encombrant. Aussi peut-on les ranger dans les boîtes de plaques ordinaires en ayant soin d'interposer entre chaque cliché une feuille de papier non imprimé.

Pour notre usage particulier nous préférons mettre les négatifs dans des enveloppes et les ranger sur des rayons ; les recherches sont ainsi beaucoup plus faciles. Les enveloppes ne doivent pas être gommées, car sous l'influence de l'humidité elles pourraient se coller ou adhérer après le négatif. Chaque négatif possède un numéro d'ordre correspondant à un répertoire et le numéro est reporté sur l'enveloppe.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour inscrire le numéro sur le négatif nous nous servons d'une pointe fine qui enlève la gélatine à l'endroit voulu.

D'après nos observations personnelles les négatifs sur gélatino-bromure, surtout s'ils ont été alunés, ne doivent pas être gardés dans un local trop chaud. Nous avons constaté des ruptures de la couche qui abandonnait complètement le verre. Il serait intéressant que des observations de ce genre fussent signalées, car il y a peut-être là pour l'avenir une perspective assez peu rassurante en ce qui concerne la durée des négatifs au gélatino-bromure d'argent.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE VIII

LE POSITIF

Les procédés photographiques.

359. Le cliché ou négatif, nous l'avons vu, est un véritable écran, copie fidèle mais en valeurs renversées de l'original, c'est-à-dire que les blancs du modèle sont noirs, et inversement les noirs, blancs. Si alors, derrière cet écran, nous plaçons une surface quelconque sensible à la lumière, celle-ci passant par les parties claires du cliché, donnera les noirs; arrêtée au contraire par les parties opaques, elle produira les blancs. Les valeurs seront donc remises à leur vraie place. L'image ainsi obtenue se nomme le *positif* ou *épreuve positive*.

360. Les procédés permettant de faire le positif sont très nombreux mais ils peuvent se diviser en deux grandes classes, les *procédés exclusivement photographiques* et les *procédés photo-mécaniques*. Par les premiers, nous entendons ceux dans lesquels la lumière est l'agent nécessaire, indispensable pour l'obtention de chacune des épreuves; par les autres, les procédés dans lesquels la lumière n'intervient que pour l'exécution d'une planche qui sera ensuite tirée à la machine par les procédés ordinaires, soit de la lithographie, soit de la typographie, soit même de la gravure. Le lecteur n'aura qu'à mettre en usage l'un ou l'autre des procédés de la première classe, les autres étant l'objet de véritables industries : nous ferons néanmoins exception pour le procédé de la photocollographie qui, avec certaines simplifications, peut être facilement abordé par les amateurs. Nous allons passer en revue ces divers procédés et les examiner successivement, les premiers étant étudiés dans le présent chapitre et les seconds dans le chapitre IX.

361. Les opérations nécessaires pour obtenir l'image positive par l'un quelconque des procédés photographiques sont en principe très simples. Il suffit d'appliquer derrière le négatif une feuille de papier

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

portant une substance sensible à la lumière, d'exposer pendant un certain temps à la lumière, puis de la traiter par des réactifs appropriés pour lui donner la stabilité nécessaire. Dans la plupart des procédés la lumière produit une image, visible de suite, qu'il suffit de fixer ; dans d'autres on obtient une image latente que l'on traite de la même manière que l'image latente obtenue sur la plaque photographique. Nous pouvons donc dans les procédés photographiques, faire deux grandes divisions : les *procédés par image visible* ou *noircissement direct* et les *procédés par image latente*, le mode opératoire étant essentiellement différent dans les deux cas.

Nous avons dit précédemment que les procédés photographiques étaient du domaine de l'amateur, ceci tient à ce que la mise en œuvre de ces procédés est généralement facile et ne nécessite qu'un matériel très restreint, indispensable d'ailleurs si l'on veut faire de la photographie ; il n'en est pas de même pour les procédés photo-mécaniques qui exigent des installations spéciales et coûteuses n'ayant du reste de raison d'être que par le côté industriel de ces procédés. Est-ce à dire pour cela que les amateurs qui ont à leur disposition de nombreux procédés les utilisent pour le tirage de leurs négatifs ? malheureusement non, pour beaucoup d'entre eux le tirage du positif n'est qu'une opération accessoire, secondaire, qu'ils confient facilement aux soins d'un mercenaire. Nous tenons à protester d'une manière formelle contre cette manière de faire qui nous vient d'Amérique, où l'on se contente généralement de presser le bouton de l'appareil et où l'on charge un industriel de développer le négatif et de tirer les épreuves. L'exécution d'une épreuve irréprochable dépend d'une série de facteurs qui sont intimement liés les uns aux autres et puisque la chambre photographique est entre nos mains un instrument de traduction et même d'interprétation, il est nécessaire que toutes les opérations soient conduites, d'une manière sûre et rationnelle, vers le but cherché que seul peut connaître celui qui a choisi le sujet à reproduire. Or si nous avons vu précédemment que le choix du sujet, son arrangement, son éclairage, l'appréciation de la durée d'exposition, la conduite du développement, avaient une importance prépondérante sur la valeur du négatif, il est certain que le choix du procédé de tirage, l'exécution même de l'épreuve, sa tonalité variable suivant l'effet à rendre, permettront de traduire le négatif de la façon la plus conforme à l'intention de l'opérateur. C'est ainsi seulement que l'œuvre obtenue pourra acquérir un caractère artistique indéniable. Nous dirons donc que l'opération du tirage est au moins aussi importante que celle du développement, et tout

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

opérateur consciencieux, tout amateur digne de ce nom, ne doivent s'en remettre qu'à eux de l'exécution du positif.

362. Préparation du négatif pour le tirage.

La première opération consistera à préparer le négatif pour le tirage.

Il faudra d'abord nettoyer avec soin le dos de la plaque avec un linge mouillé ou un tampon de papier joseph. On comprend en effet facilement qu'aucuns corps étrangers ne doivent se trouver interposés devant la couche qui constitue le négatif, leur présence arrêtant plus ou moins la lumière et formant par suite autant de taches. Ceci fait, on examine la couche elle-même, qui ne doit présenter aucun défaut. Or, fréquemment on rencontre des plaques qui ont de petits trous : ces trous peuvent provenir de plusieurs causes, d'une mauvaise fabrication tout d'abord, puis d'accidents survenus pendant le développement : on sait en effet qu'un grain de poussière ou une bulle d'air sur la couche empêcheront le contact du révélateur en cet endroit et produiront une tache transparente. D'autres fois on constatera des rayures faites par l'ongle ou par le frottement contre un des taquets des châssis négatifs ; enfin, si les plaques ont été mal emballées et qu'elles soient venues au contact, pendant le transport en boites, on peut avoir des manques plus ou moins grands provenant du frottement des couches entre elles. Cet accident que nous signalons montre, entre parenthèses, d'une façon péremptoire qu'il ne faut jamais transporter les plaques photographiques couche contre couche. Que le manque de la gélatine provienne d'une quelconque des causes que nous venons d'énumérer, il se traduira par une tache noire sur le positif, la lumière ayant pu passer librement. Ces manques devront être bouchés au moyen d'un pinceau fin trempé dans de l'encre de Chine délayée de façon à obtenir une teinte équivalente à celle des parties voisines. En pratique ce point précis est assez délicat à obtenir et on donne en général une opacité un peu plus forte, de façon que sur le positif la tache soit un peu plus claire que l'entourage : une deuxième retouche sur le positif permettra la correction nécessaire. Cette opération constitue ce qu'on appelle le repiquage. C'est une retouche indispensable pour utiliser un négatif présentant un des accidents en question.

363. Dans le cas où le négatif serait léger, manquerait d'intensité générale et si l'on ne veut pas recourir à l'opération du renforcement, on emploie divers procédés pour retarder la venue de l'image en interposant des substances plus ou moins transparentes ou colorées, qui équivalent à une augmentation générale de l'opacité

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

du négatif. Ceci constitue la retouche générale. Comme substances transparentes on emploiera le papier transparent en une ou plusieurs épaisseurs, le verre dépoli, des vernis dépolis.

Voici une bonne formule de vernis mat :

Éther	100 cc.
Sandaraque	6 gr.
Mastic en larmes	6 gr.
Benzine cristallisable	10 à 15 cc.

On dissout d'abord les résines dans l'éther, puis on ajoute peu à peu la benzine. On filtre à plusieurs reprises sur un tampon de verre filé. Il faut avoir soin de recouvrir l'entonnoir d'une lame de verre pour éviter l'évaporation de l'éther. Ce vernis est étendu sur le dos du cliché comme du collodion. Il sèche très rapidement.

364. Dans certains cas on emploie également des feuilles de verre coloré ou des vernis ou collodions teintés. Les verres jaune pâle et vert clair sont indiqués, le vert paraissant donner d'excellents résultats avec les négatifs très légers. Pour avoir un vernis coloré il suffit d'ajouter à celui dont nous venons de donner la formule un peu d'aurentia ou d'éosine. La quantité de ces substances variera d'après la coloration que l'on désire obtenir. Le collodion normal employé dans le même but, sera coloré avec de l'éosine ou du carmin. (Voir la préparation des écrans colorés, 295, 296 et 297.)

365. En dehors de ces retouches générales, il sera indiqué tout d'abord de proportionner en quelque sorte l'intensité de lumière qui doit impressionner le positif à l'opacité plus ou moins grande du négatif. C'est ainsi qu'un cliché doux devra être tiré à une lumière faible et qu'un cliché intense pourra être exposé en pleine lumière et même au soleil.

366. Nous arrivons maintenant à parler des retouches partielles qui peuvent être nécessaires lorsque les différentes parties d'un négatif présentent des écarts considérables d'intensité. Dans ce cas, si l'on ne prend aucune précaution, les unes seront sacrifiées aux autres, soit que l'on s'arrête lorsque les noirs sont à point, soit que l'on pousse jusqu'à la venue parfaite des blancs. Pour obvier à ce défaut il faut retoucher localement les parties dont l'opacité est insuffisante. On emploiera à cet effet des silhouettages en papier transparent qui masqueront exactement les parties à préserver. On pourra encore se servir de vernis ou collodion colorés que l'on grattera dans les parties suffisamment opaques, pour les laisser subsister seulement dans les autres (364). Ces procédés sont les plus pratiques, les plus simples et ils sont généralement employés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On pourrait arriver à une retouche plus parfaite, en utilisant la méthode indiquée par divers opérateurs et, entre autres, par M. Guilleminot. Cette méthode consiste à recouvrir le dos du cliché d'une couche de collodio-chlorure qui noircit directement sous l'influence de la lumière. Une fois cette couche sèche, on expose à la lumière dans un châssis positif, le côté de l'image à l'extérieur, de façon à impressionner le collodio chlorure à travers le négatif. L'auteur recommande de mettre dans le châssis, contre la couche sensible, une feuille de papier blanc qui facilite l'examen de l'image. Il est indispensable, d'autre part, d'effectuer le tirage en plaçant le châssis dans une boîte profonde qui ne laissera arriver que les rayons directs, en éliminant toute lumière oblique. On suit la venue de l'image et l'on arrête lorsque le résultat cherché est obtenu. On lave alors la couche de collodion avec un filet d'eau de façon à ne pas mouiller la couche opposée. On fixe en faisant couler une solution faible de cyanure de potassium $\left(\frac{1}{4}\text{ p. }100\right)$. On lave, puis après séchage on vernit pour donner de la solidité à la couche. Ce procédé est délicat mais convenablement manié il peut donner de bons résultats car il constitue en quelque sorte une retouche proportionnelle, l'opacité de l'image obtenue sur le collodio-chlorure contrebalançant exactement la transparence trop grande des différentes parties du négatif, l'impression étant au contraire nulle ou à peu près sous les régions assez vigoureuses.

La méthode générale que nous venons de décrire consiste à préserver les parties du négatif manquant d'intensité ; il peut y avoir intérêt, dans un autre ordre d'idées, à réduire l'opacité des parties les plus venues, les autres se trouvant au point voulu. Cette retouche partielle des parties plus intenses n'est pas impossible, mais elle nous paraît dangereuse dans la pratique car, dans l'espèce, on ne peut atteindre le résultat cherché que par un traitement chimique des parties à réduire.

S'il s'agit de réductions limitées, on pourra les faire au moyen d'un pinceau imbibé de la solution de farmer (354). S'il s'agit de grandes surfaces on préservera au moyen d'un enduit approprié les parties à réserver et on plongera la plaque ainsi partiellement garantie dans le réducteur. Comme isolant on peut employer le bitume de Judée dissous dans la benzine; une fois l'opération faite on le dissoudra avec de la térébenthine. Dans le même but M. le commandant Fourtier a indiqué l'emploi d'un corps gras, tel que la vaseline étendue en couche épaisse sur les parties à préserver.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Celle-ci est enlevée postérieurement avec un linge fin, puis finalement avec de la terre de Sommière qui a la propriété d'absorber les corps gras. Nous n'insisterons pas davantage sur ces procédés qui, employés habilement, pourront donner des résultats intéressants mais entraînent la perte irrémédiable du négatif si la couche isolante présente la moindre solution de continuité.

367. Retouche artistique.

Nous arrivons enfin à une autre retouche qui n'est guère employée que dans l'industrie des portraits et qui a pour but d'enlever non

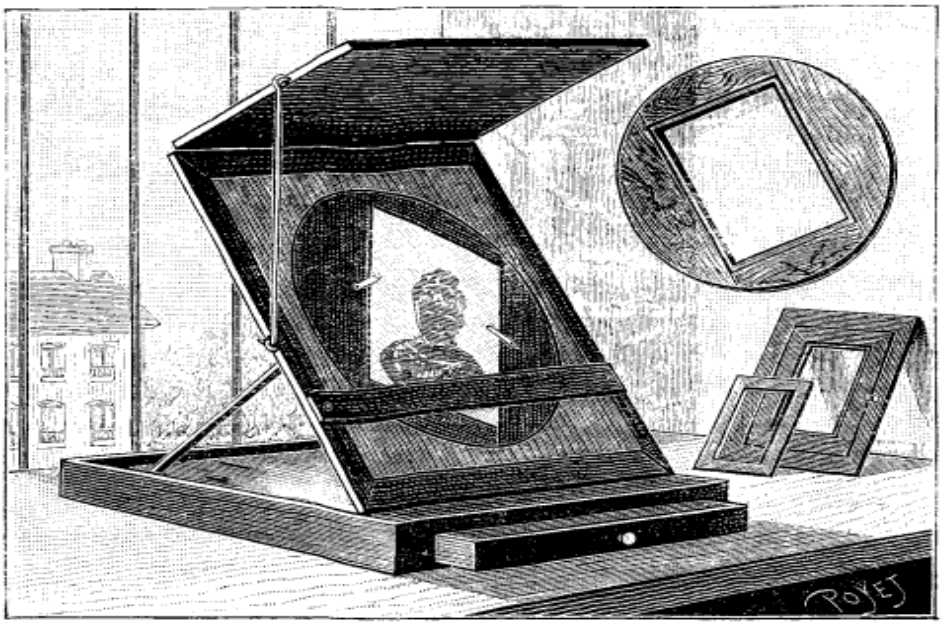


Fig. 190. — Pupitre à retouche à platine tournante. Modèle de M. Duc (de Grenoble).

plus des défauts de la couche, mais des défauts du modèle que l'objectif a traduits avec une trop grande perfection. C'est ainsi que dans une figure, les moindres détails de la peau, les rides, les taches de rousseur, prennent une importance d'autant plus grande que la photographie est plus réussie au point de vue de la netteté. On se sert pour effectuer la retouche d'un pupitre spécial, le pupitre à retouches, qui permet de voir le négatif en transparence. Il se compose de trois cadres assemblés à charnières et que l'on peut déployer au moment de l'usage. L'inférieur est garni d'un miroir qui renverra la lumière sur le négatif ; celui du milieu se lève de façon qu'il soit à 45° et est constitué par un verre dépoli sur lequel on pose le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cliché ; enfin, le cadre supérieur sert d'abat-jour et permet de suspendre un voile noir destiné à envelopper l'opérateur et à l'abriter de la lumière extérieure. Un appuie-main glissant dans des coulisses se place à la hauteur voulue pour que l'opérateur puisse effectuer son travail avec sécurité. En général on place le négatif dans un carton découpé de façon qu'il soit seul éclairé ; il se détache ainsi sur fond sombre. M. Duc, l'habile photographe de Grenoble, a indiqué un dispositif plus perfectionné qui est très pratique : le verre dépoli est recouvert d'une planchette de bois dans laquelle est monté à frottement doux un disque en bois qui porte les intermédiaires destinés à recevoir les négatifs de formats différents (fig. 190). Ce système a l'avantage de permettre de tourner le cliché de la manière la plus convenable pour la facilité de la retouche.

Les négatifs au collodion doivent être protégés tout d'abord par une couche isolante car leur résistance ne serait pas suffisante. On les recouvre de gomme arabique ou mieux encore d'un vernis à la gomme laque. La retouche s'effectue mieux sur la gomme mais celle-ci s'altère à la longue sous l'influence soit de l'humidité soit de la chaleur. Le vernis à la gomme laque est donc préférable. Toutefois le crayon ne prend pas très facilement sur ce vernis, et l'on recommande de dépolir légèrement les parties à retoucher avec de la poudre d'os de seiche ou de la pierre ponce impalpable. On peut encore frotter l'endroit voulu avec une touffe de coton et le liquide suivant :

Essence de térébenthine	100 cc.
Gomme dammar	5 gr.

Les négatifs au gélatino-bromure d'argent peuvent être retouchés sans être ni vernis ni gommés, la couche de gélatine prenant très bien le crayon. Cependant s'ils ont été alunés il est nécessaire de préparer les endroits à retoucher, la gélatine étant devenue trop dure et rebelle à prendre le crayon. On frotte ces parties avec la solution suivante appliquée avec un tampon de coton :

Benzine cristallisable	500 cc.
Gomme dammar	25 gr.

On laisse évaporer la plus grande partie de la benzine, et lorsque la couche est presque sèche on frotte doucement avec le doigt ou un morceau d'étoffe propre. Le crayon prend alors très bien.

La retouche s'exécute avec des crayons en graphite de première qualité et de duretés différentes. On emploie en général les crayons Faber marqués B, BB, II, IIH. Ces crayons doivent être taillés en pointe très effilée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le but de la retouche est d'effacer toutes les inégalités que l'on peut rencontrer dans le négatif et qui proviennent des défauts du modèle, grain de la peau, taches de rousseur, rides, etc., d'adoucir certaines parties trop peu éclairées, le dessous des yeux, du nez, du menton, etc., et enfin d'arrêter certains contours que l'éclairage rend trop mous ou trop indécis. Ainsi comprise, la retouche donnera d'excellents résultats, mais il n'en sera plus de même si l'opérateur uniformément arrondit tout, comme on le constate malheureusement fréquemment. Il peut arriver alors à dénaturer complètement le négatif, la ressemblance elle-même disparaîtra, sans parler des erreurs qui pourront être commises soit au point de vue des effets de lumière, soit au point de vue de la vérité anatomique. Nous n'allons pas, comme certains de nos confrères, jusqu'à demander que les retoucheurs sachent leur anatomie sur le bout du doigt, mais il est certain que certaines notions élémentaires ne leur feraient pas de mal. Il ne faut pas d'ailleurs, à notre avis, trop les critiquer car ils ne font que se conformer au goût du public, goût d'ailleurs fort discutable et à la nature de leur travail qu'ils doivent exécuter à la tache et à forfait. Si un retoucheur habile pouvait étudier le modèle, il arriverait certainement à des résultats bien supérieurs. C'est pour cette raison que nous engageons vivement les amateurs à faire eux-mêmes leurs retouches s'ils s'en sentent les moyens.

En dehors de la retouche au crayon exécutée comme nous l'avons dit, on préservera les parties trop transparentes au moyen de papiers transparents, de vernis ou collodions colorés (364). Ceux-ci pourront être appliqués en plein ou par tamponnage. Dans le premier cas on grattera ce qui dépasse la partie à préserver et avec le canif on dentellera les bords de façon à éviter toute ligne de démarcation. Dans le second cas on se servira d'un tampon de ouate ou plus simplement du doigt pour appliquer une légère couche colorée aux endroits à préserver. Il est bon, au cours de ces diverses opérations, de tirer de temps en temps une épreuve pour juger du résultat obtenu et en déduire des indications pour la suite du travail.

368. En résumé, on pourrait croire après tout ce que nous venons de dire à propos des retouches partielles ou générales, que ces opérations, en tout ou en partie, sont absolument nécessaires et indispensables. C'est une erreur cependant : il ne faut pas poser en principe, comme le font encore beaucoup de praticiens, que la retouche est une panacée en quelque sorte universelle qui permet de corriger d'une manière absolue tous les défauts du négatif; la conclusion directe de ce raisonnement c'est que l'on néglige les précautions les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plus élémentaires, qu'on développe par à peu près et que l'on se contente de négatifs médiocres, alors qu'il eût été facile de les obtenir d'emblée plus complets. Nous sommes d'avis au contraire que les retouches, soit générales, soit partielles, ne doivent pas être la règle mais l'exception, que l'on doit chercher à obtenir le négatif le meilleur possible, quitte à utiliser en dernier ressort les procédés que nous avons indiqués lorsque toutes les ressources combinées de l'éclairage, de la durée d'exposition et de la conduite du développement n'auront pu donner assez complètement le résultat cherché.

Il est bien entendu que nous laissons de côté la retouche des portraits, qui est imposée au praticien par les imperfections du modèle et par le goût du public, mais auquel il est obligé de se conformer.

369. Tirage du positif.

Voici notre négatif prêt pour le tirage. Nous le plaçons dans un châssis spécial, le châssis positif, nous superposons la feuille de papier sensible et après avoir refermé le châssis, pour obtenir une adhérence complète, nous exposons à la lumière. Le châssis positif se compose en principe d'un cadre en bois susceptible de recevoir le négatif, d'un couvercle à charnières qui est destiné à produire le contact parfait de la feuille de papier sensible avec le négatif. A cet effet des barres de bois, armées de forts ressorts, sont rabattues sur le volet et le pressent avec grande énergie. Pour éviter le bris du négatif et obtenir un contact moelleux, le volet est garni à sa face inférieure d'une sorte de feutre très doux. On peut remplacer celui-ci très facilement au moyen d'un matelas de papier buvard. Le volet est brisé en deux ou plusieurs parties suivant le format, afin de permettre de soulever le papier et de constater la venue de l'image, et ceci en retirant une des barres de pression. Il est bien entendu qu'un des côtés du volet doit toujours rester en place pendant cette opération, afin que la feuille de papier sensible ne puisse se déplacer par rapport au négatif.

Pour les petits formats on se sert de châssis dits anglais dans lesquels le négatif se pose à même le cadre (fig. 191). Pour les grands formats une glace forte est montée dans le cadre et soutenant le cliché évite les accidents qui pourraient se produire par la pression des ressorts sur une aussi grande surface (fig. 192). A côté des inconvénients des châssis à glace qui résultent de leur poids, de leur volume et de leur prix il faut signaler l'avantage qu'ils ont de permettre le tirage de négatifs de n'importe quelle taille inférieure à leur format. Il suffira de placer ceux-ci de manière que la feuillure du volet repose sur eux, afin de pouvoir les examiner sans les déplacer. Les châssis anglais sont meilleur marché, moins lourds mais en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

principe ils ne peuvent servir que pour le format correspondant. En pratique cependant on tourne cette difficulté en mettant dans ces châssis une feuille de verre provenant d'un cliché manqué et qui aura été nettoyée convenablement. On peut alors tirer un cliché quelconque de format inférieur.

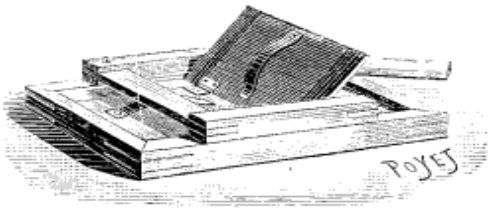


Fig. 191. — Châssis positif dit Anglais.

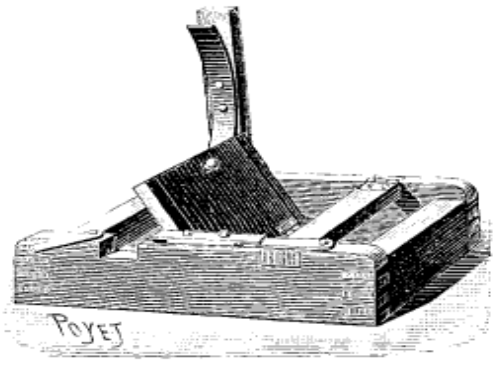


Fig. 192. — Châssis positif à glace forte.

Ces types de châssis datent des premiers temps de la photographie et ils n'ont reçu aucun perfectionnement notable. Il convient cependant de citer un modèle établi par M. Poulenc et qui donne plus de facilités pour l'examen de l'image. Le volet est divisé en quatre parties et les barres de serrage transversales sont remplacées par

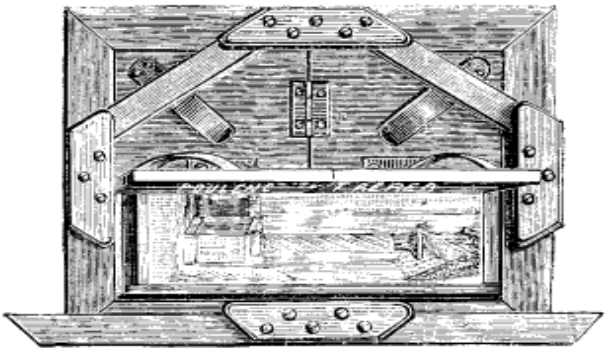


Fig. 193. — Châssis positif à 4 brisures. Modèle de M. Poulenc.

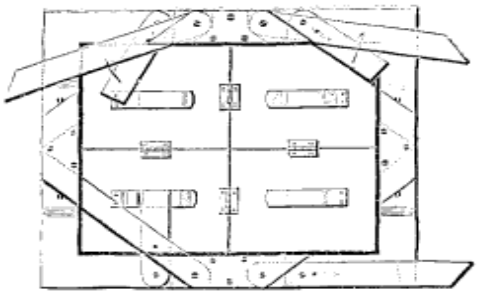


Fig. 194. — Châssis positif à 4 brisures perfectionné par M. Finaton.

quatre barres d'angle (fig. 193). M. Finaton, un de nos collègues, a perfectionné ce châssis en y ajoutant des petites barrettes supplémentaires qui reportent la pression exactement au centre des quatre portions du volet (fig. 194).

Nous citerons en dernier lieu le châssis très original de M. Senée, qui a pour but d'examiner l'image dans sa totalité. Il se compose d'une planchette sur laquelle on fixe le papier sensible au moyen de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

deux barrettes latérales qui le maintiennent absolument immobile. Le cliché se place sur le papier et est repéré au moyen de trois pointes enfoncées dans la planchette, sur lesquelles il vient buter. Des pinces à ressort l'appliquent énergiquement sur le papier. Ce système, manié avec soin, peut être employé utilement à cause de l'avantage qu'il présente de permettre l'examen de l'épreuve toute entière (fig. 195).

Ordinairement les châssis sont exposés sur une table ou adossés contre un appui quelconque. Dans l'industrie on a des supports

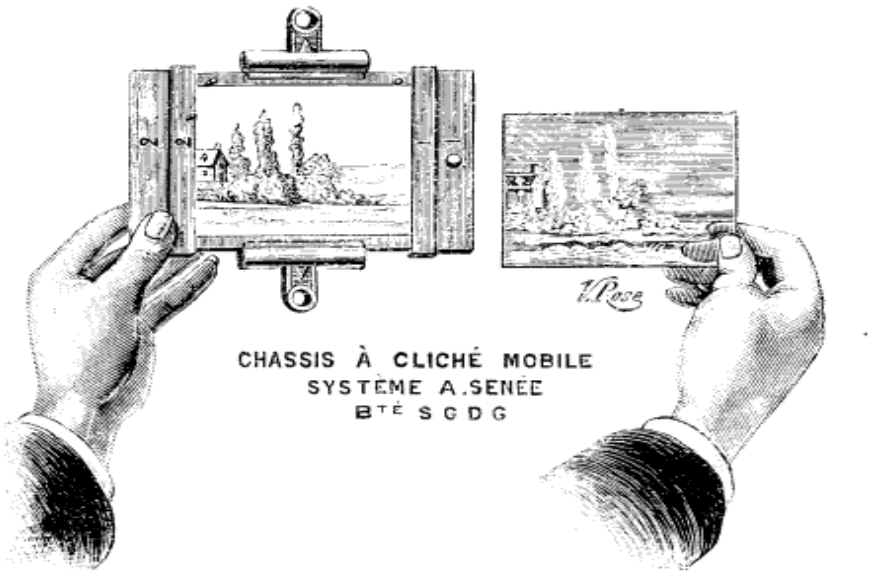


Fig. 195. — Châssis positif permettant l'examen complet de l'image.

inclinés qui sont très commodes et que l'on installe au dehors ou dans l'atelier suivant le temps.

Le tirage d'un négatif satisfaisant ou retouché convenablement se fera très aisément sans qu'il soit besoin d'autres explications. Mais avant de décrire les différents procédés, il nous faut indiquer les dispositifs employés pour réserver certaines parties de l'image que l'on veut éliminer pour une raison ou pour une autre. Ces dispositifs sont les caches et les dégradés.

370. Caches. — Les caches sont des rectangles de papier noir qui portent des évidements variables de dimension et de forme ; c'est ainsi que l'on fait des caches ovales, rectangulaires, carrées, circulaires, etc. Elles ont pour but de constituer un encadrement au sujet, encadrement que l'on peut teinter après coup au moyen d'une deuxième impression et en préservant cette fois l'image au moyen

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de la contre-cache qui n'est autre que la partie enlevée à la cache lors de sa fabrication.

La cache est fixée sur le négatif, au moyen de quatre petites étiquettes

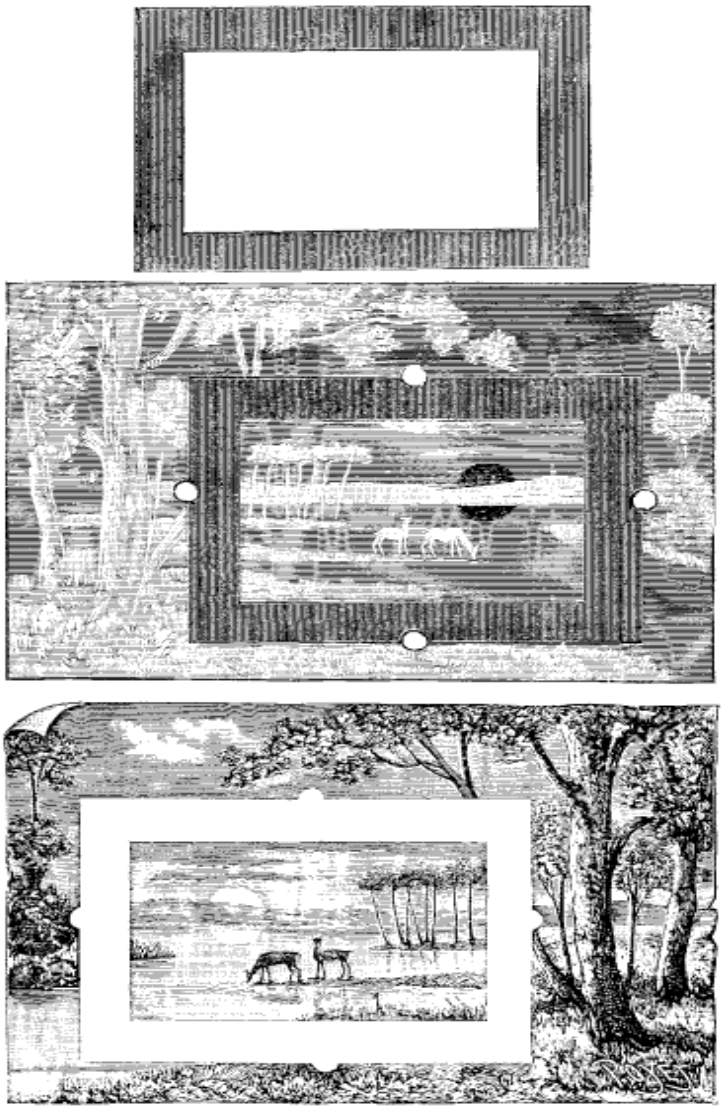


Fig. 196. — Application d'une cache sur un négatif dont on ne veut tirer qu'une portion.

gommées. On expose à la lumière : la partie du négatif correspondant à l'ouverture de la cache vient seule, le papier restant intact dans les parties préservées (fig. 196). Une fois l'image à point, elle se détache sur un tour blanc. Si on le désire teinté on place la contre-cache

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de façon à recouvrir bien exactement l'image, et on expose de nouveau à la lumière jusqu'à ce que l'on ait la teinte voulue. Pour maintenir la contre-cache pendant cette opération, on met sur elle un petit poids ou mieux encore on la colle sur une glace bien propre. De cette manière l'épreuve reste bien à plat pendant toute l'opération.

Il est bon de mettre des numéros semblables sur les caches et les contre-caches correspondantes, de manière à retrouver sans hésitation celles qui doivent servir pour une même épreuve.

Si l'on a une série d'épreuves que l'on désire teinter également, il

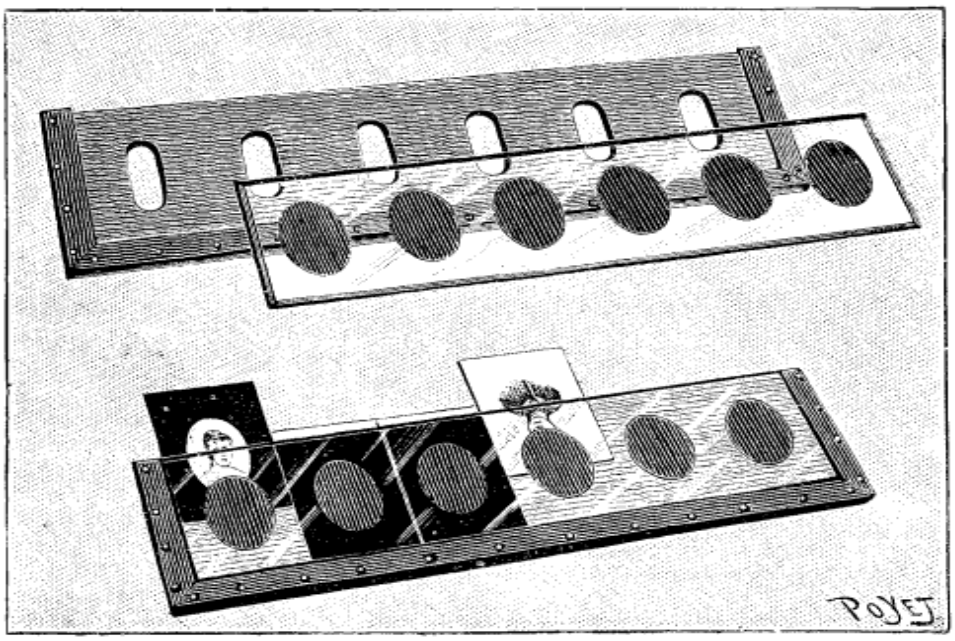


Fig. 197. — Dispositif de M. Duc pour teinter les épreuves positives au moyen des contre-caches.

faut employer le dispositif suivant qui est très pratique : on fixe sur une lame de verre un certain nombre de contre-caches, six ovales, par exemple, puis on construit un cadre en bois destiné à recevoir cette lame au moyen de rainures faites sur trois des côtés seulement (fig. 197). On peut d'ailleurs substituer d'autres lames portant des ronds ou des rectangles. L'intervalle existant entre le fond du cadre et la lame de verre est de l'épaisseur de la feuille de papier. Dans le cadre se trouvent ménagées six ouvertures qui permettent au moyen du doigt de placer exactement chaque épreuve sous chaque contre-cache. M. Henry Duc (de Grenoble), chez qui nous avons vu cet appareil, le place sur une plate-forme horizontale mue par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un mécanisme d'horlogerie, afin d'avoir un teintage absolument parfait. En principe, en effet, il est certain que l'épaisseur de la cache, si faible qu'elle soit, donne une ombre d'un côté. Cet inconvénient sera complètement évité si on opère comme nous venons de le dire.

Le plus souvent, la cache est appliquée sur la couche elle-même, par conséquent la ligne de séparation de l'image et de la marge est très nette. Si l'on préfère l'avoir estompée, il suffit de mettre la cache sur le dos du négatif.

371. Dégradateurs. — Les dégradateurs sont des caches de forme variable dont les bords intérieurs sont disposés de manière à donner une teinte dégradée entre la partie de l'image visible et la partie préservée tandis qu'avec les caches ordinaires la ligne de démarcation est nettement arrêtée. Ce dégradé peut être obtenu de

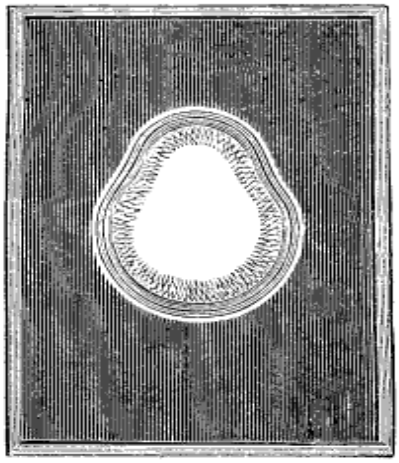


Fig. 198.— Dégradateur Persus.

Fig. 199. — Dégradateur métallique.

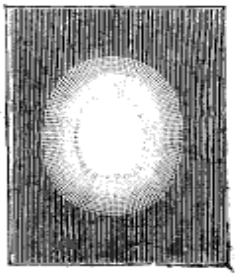


Fig. 200. — Dégradateur teinté.

diverses manières. La première consiste à éloigner la cache du négatif : plus elle sera loin, plus le dégradé sera étendu pour une même ouverture ; les autres consistent à faire des caches dont les bords seront dentelés ou de nuance dégradée ; la lumière se diffusant par les dentelures ou à travers les teintes fondues de certains dégradateurs, donnera le résultat cherché. On trouve dans le commerce divers modèles de dégradateurs, en voici quelques-uns : le dégradateur Persus, très répandu, est formé par une série de feuilles de papier transparent étagées et dentelées qui constituent les bords de l'ouverture (fig. 198). Une feuille de papier noir entoure ce dispositif et le tout est enfermé entre deux verres. Une feuille de zinc mince, découpée suivant l'ouverture désirée constitue le dégradateur métallique. Les bords de l'ouverture sont entaillés de traits parallèles et toutes les petites languettes de métal redressées légèrement et s'écartant par suite diffusent parfaitement la lumière (fig. 199). On fait également des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dégradateurs en verre ou en gélatine colorée, la teinte se dégradant sur les bords de l'ouverture, celle-ci étant au centre absolument incolore et transparente (fig. 200).

Quel que soit le modèle employé il est nécessaire de l'éloigner

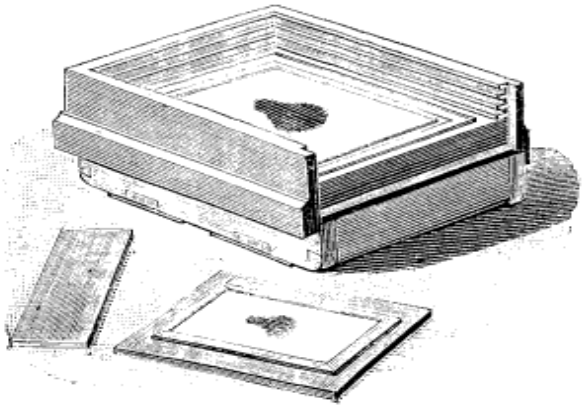


Fig. 201. — Dispositif de M. Poulenc disposé sur le châssis positif à l'effet d'éloigner le dégradateur du négatif.

d'une certaine distance du négatif pour obtenir un dégradé bien fondu. A cet effet on peut superposer sur le châssis un cadre à rainures dans lequel on glisse les dégradateurs à la hauteur convenable (fig. 201). Pour maintenir les dégradateurs ordinaires on peut

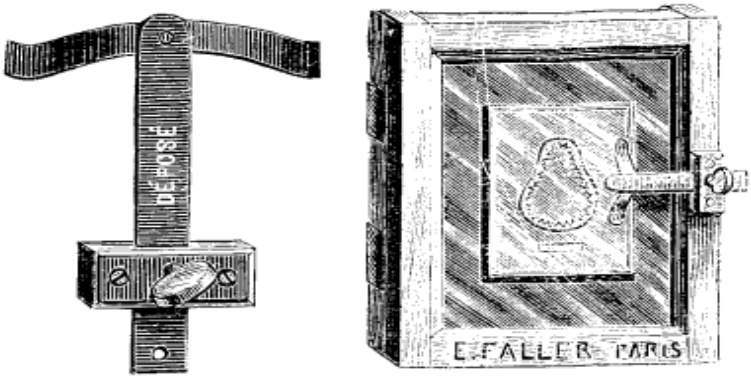


Fig. 202. — Pince spéciale destinée à maintenir le dégradateur sur le châssis positif.

employer avec succès une pince à ressort qui se fixe sur le châssis et qui est représentée dans la figure ci-jointe (fig. 202).

Nous ferons remarquer que dans ce dispositif il est bon d'ajouter une feuille de carton qui entourera complètement le dégradateur, c'est une précaution que l'on doit toujours prendre, d'ailleurs, sans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cela, la lumière pénétrerait par les bords extérieurs du dégradateur et l'on n'obtiendrait plus un fond complètement blanc. D'une manière générale, les épreuves dégradées ne doivent être tirées qu'à la lumière diffuse.

372. Les dégradateurs livrés par le commerce ont des ouvertures d'une forme spéciale qui conviennent parfaitement pour dégrader un portrait en buste pris de face. Cependant, suivant la disposition du modèle, il est préférable de régler la forme de l'ouverture d'après le négatif lui-même. C'est dire que dans la plupart des cas il faudra faire ses dégradateurs soi-même. Voyons les divers procédés pratiques qui peuvent être employés : un des plus simples consiste à se servir du couvercle d'une vieille boite de plaques dans lequel

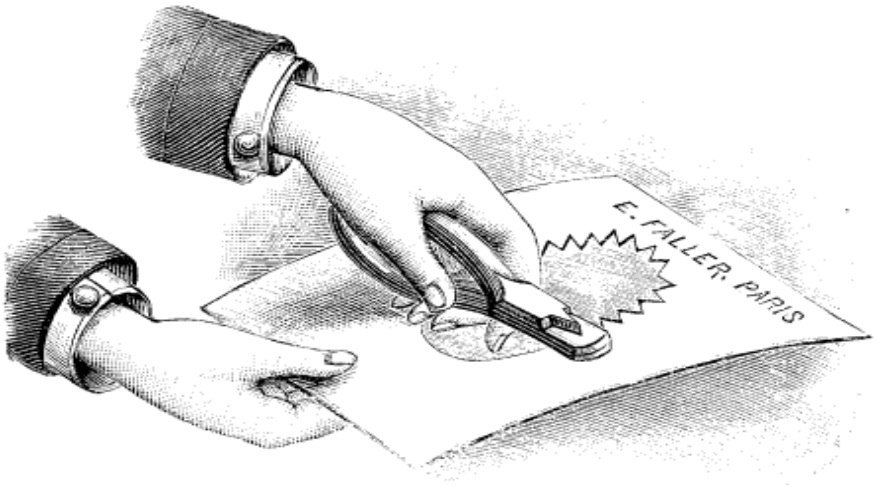


Fig. 203. — Outil pour denteler les bords du dégradateur.

on découpe l'ouverture convenable. Ce dégradateur improvisé est placé sur le cliché, le fond en l'air, de telle sorte que par suite de la distance qui le sépare du négatif la lumière produit un estompage excellent. On peut encore disposer sur le dos du négatif une cache en carton dont les bords sont garnis d'un petit matelas de ouate maintenue avec un peu de colle. Ce procédé permet de suivre exactement le contour de l'image et le dégradé est obtenu par l'effilement des bords intérieurs de la touffe de coton. Il est facile également de faire des dégradateurs genre Persus en superposant des feuilles de papier transparent en escalier et en dentelant ces ouvertures. A cet effet on peut se servir de ciseaux ou plus simplement d'un petit outil que l'on fait spécialement dans ce but (fig. 203). Cet outil permettra de denteler également des dégradateurs en carton mince qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

seront très suffisants s'ils sont éloignés quelque peu du négatif.

Les dégradés pelliculaires sont délicats à faire et mieux vaut les prendre dans le commerce. Nous devons signaler cependant un procédé original dont nous avons eu l'idée et qui permet de faire des dégradés de formes variables d'après le contour même du négatif. On découpe un carton de la forme exacte que doit avoir l'ouverture, puis au moyen d'une petite cale soulevant ce calibre de la quantité voulue, on place le tout sur une feuille de papier au pyroxylo-chlorure de M. Geihaye et l'on expose à la lumière. On peut encore appliquer cette silhouette sur une glace bien propre que l'on surélève de la hauteur voulue. La lumière noircira complètement le papier, sauf dans la partie abritée par le carton. La limite de séparation de la zone impressionnée avec la zone intacte sera dégradée par suite de l'élévation du calibre qui intercepte les rayons directs et n'admet plus que la lumière oblique. On vire cette épreuve et on la reporte soit sur verre soit sur une glace pelliculaire par le mode opératoire que nous décrirons plus loin (479). Dans le premier cas on a un dégradateur sur verre, dans le second sur pellicule.

373. Contre-dégradateurs. — Ces dispositifs sont établis pour donner les dégradés sur fond noir et constitués par une contre-cache à bords dentelés de la dimension de la partie que l'on veut réserver.

Bien que l'emploi de ces divers dégradateurs donne d'excellents résultats, en pratique nous croyons qu'il est préférable d'obtenir directement le négatif dégradé (263). Le tirage se fait alors sans hésitation et avec une régularité qu'il est difficile d'obtenir avec les dégradateurs que l'on peut déranger lors de l'examen de l'image et qui nécessitent des soins tout particuliers pour la réussite de l'opération. C'est ainsi que le tirage doit se faire à plat à la lumière diffuse et qu'il est nécessaire de retourner fréquemment le châssis, la lumière venant rarement d'une façon égale dans les locaux habituellement consacrés au tirage.

DESCRIPTION SYSTÉMATIQUE DES DIVERS PROCÉDÉS SUSCEPTIBLES DE DONNER DES PHOTOCOPIES POSITIVES.

Photocopies positives sur papier albuminé au chlorure d'argent par noircissement direct.

374. Le procédé que nous allons décrire tout d'abord est des plus anciens et certainement un des meilleurs ; en tous cas, c'est le plus

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

employé dans l'industrie. Il consiste à produire sur une feuille de papier albuminé du chlorure d'argent, sel très sensible à la lumière et susceptible de donner après traitement approprié des épreuves d'une grande finesse et d'une tonalité fort agréable. On le trouve tout préparé dans l'industrie et à d'excellentes conditions. Néanmoins le papier livré par le commerce de façon à se garder intact pendant un certain temps, a subi des manipulations qui lui ont enlevé de sa sensibilité et ne permettent pas toujours d'obtenir facilement et rapidement des tons chauds et riches, comme cela arrive avec le papier fraîchement préparé. Il s'ensuit qu'il est absolument utile de pouvoir préparer soi-même son papier le cas échéant.

375. Préparation du papier albuminé. — On choisit du papier spécialement préparé, dit papier de Rives, dont la rame pèse 8, 10 ou 12 kil. suivant la force. Le format de ce papier est ordinairement de 44×57, mais on en fait également de dimensions supérieures, 50×65, 75×108, et même des rouleaux de 10 m. sur les largeurs de 67, 75, 100 et 105 cent. Ce papier se fait en trois teintes : blanc, rose ou mauve. Les épreuves faites avec les papiers légèrement teintés sont moins crues et d'aspect plus agréable. Le bain d'albumine nécessaire pour encoller le papier est ainsi constitué :

Albumine	800 gr.
Eau	200 cc.
Chlorhydrate d'ammoniaque	15 à 20 gr.

(Liesegang.)

On étend une ou deux couches, dans ce dernier cas le papier est dit *double albuminé* et il donne des images plus brillantes. On trouve dans le commerce le papier albuminé non sensibilisé et l'on pourra éviter ainsi cette préparation.

376. Le papier albuminé est sensibilisé sur un bain d'argent ainsi constitué :

Eau	1000 cc.
Nitrate d'argent	100 à 200 gr.
Solution de carbonate de soude à 10 p. 100	10 cc.

On fait varier la quantité de nitrate d'argent suivant les résultats que l'on désire obtenir et la saison (le maximum en hiver et le minimum en été). Le papier est mis à flotter sur le bain d'argent la couche d'albumine en dessous; il faut éviter la formation des bulles d'air et le passage du bain au dos. Le séjour doit varier de une à trois minutes en été et de deux à cinq minutes environ en hiver. On fait ensuite sécher la feuille sensibilisée en la suspendant à des cordes au moyen de pinces en bois.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

377. Le bain d'argent sert jusqu'à épuisement ; néanmoins, il est indispensable d'ajouter 2 gr. de nitrate d'argent après chaque feuille 44×57, ou quantité équivalente. Pour éliminer les matières organiques qui à la longue salissent le bain, on emploie l'un des deux procédés suivants :

1° Ajouter par litre de bain 20 gr. de kaolin. Agiter vigoureusement, exposer au soleil et filtrer après avoir laissé reposer ;

2° Introduire dans le bain du permanganate de potasse jusqu'à ce que la coloration rose de ce réactif persiste. Exposer alors au soleil jusqu'à disparition de cette coloration, et filtrer.

Le papier sensibilisé, comme nous venons de le dire, se conserve très mal : aussi dans l'industrie prépare-t-on chaque jour ce qu'il faut pour le lendemain. Mais l'avantage de ce papier, outre son faible prix de revient, c'est de virer avec la plus grande facilité et de donner des tons très riches et très corsés.

378. Pour obtenir une bonne conservation du papier sensible, il faut sensibiliser dans un bain acide tel que le suivant :

Eau	100 cc.
Nitrate d'argent	8 gr.
Acide citrique	8 gr.
Alcool	10 cc.

C'est par un procédé analogue que sont obtenus les papiers du commerce qui peuvent se garder un certain temps et sont employés très généralement, sauf dans l'industrie, où l'économie résultant de l'emploi du premier procédé lui fait donner la préférence.

379. On recommande, autant que possible, de garder le papier sensible à l'abri de l'air. C'est ainsi qu'on l'enroule habituellement très serré. En entourant ce rouleau d'une feuille de papier sensible que l'on sacrifie et qui sera employée toujours, on obtient une bonne conservation. On peut employer également des tubes métalliques garnis de chlorure de calcium pour absorber toute l'humidité (1).

380. Le papier au chlorure d'argent étant fabriqué en grandes dimensions, il faudra le débiter en morceaux correspondant aux divers formats habituels. Cette opération doit se faire à la lumière jaune ou à une très faible lumière diffuse. On plie le papier, et avec un coupe-papier en bois ou en ivoire on fait les sections nécessaires. Les schémas suivants (fig. 204) indiquent les coupes à faire pour les formats de 9×12, 13×18, 15×21 et 18×24. La feuille du commerce ainsi débitée donnera vingt-trois 9×12, dix 13×18, huit 15×21

(1) Une bonne précaution contre l'humidité, consiste à envelopper le papier sensible dans une feuille de papier paraffiné.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et six 18 × 24. Il y a dans tous les cas un certain déchet : ceci tient à ce que le format adopté est purement arbitraire. Maintenant que le Congrès de photographie a décidé l'adoption de formats de plaques qui sont exactement des multiples les uns des autres, il serait à désirer que les fabricants de papier voulussent bien adopter un format qui permette de faire les différentes coupes sans déchet aucun.

381. La coupe du papier telle qu'on est obligé de la faire actuellement pour avoir le moins de perte possible, a un autre inconvénient

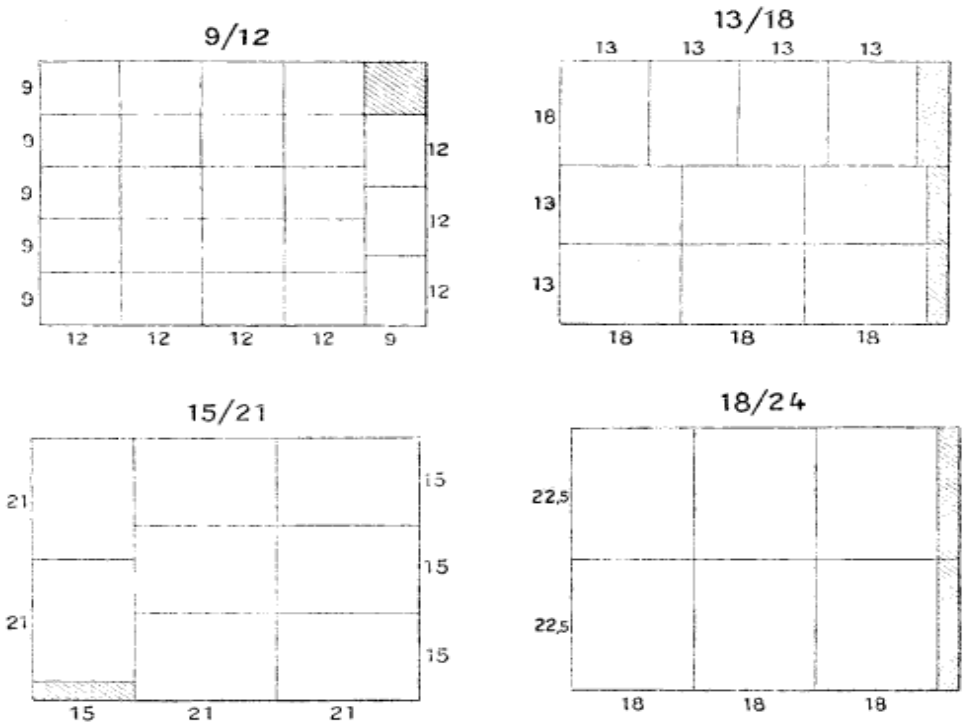


Fig. 204. — Schéma indiquant la façon de découper la feuille de papier albuminé sensible (49 × 57).

qu'on ne peut passer sous silence : c'est de donner des feuilles qui ne sont pas dans le même sens, et comme le papier se distend plus dans le sens de la longueur que dans celui de la largeur, il résultera que suivant le sens de la coupe certaines épreuves se distendront dans un sens et les autres dans l'autre ; lors du collage et quoique coupées avec un même calibre elles ne sont plus semblables. Il y aurait donc intérêt à couper le papier toujours dans le même sens, lorsque l'on tire des séries d'épreuves analogues.

382. Exposition. — La feuille de papier sensible étant placée sur le négatif dans le châssis face contre face, le matelas et le couvercle re-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

placés, on remet les barres en place et l'on expose à la lumière plus ou moins intense suivant les cas comme nous l'avons déjà dit (365). Le chlorure d'argent a la propriété de noircir sous l'influence des rayons lumineux. L'image se fera donc à travers les différentes parties du négatif et proportionnellement aux diverses valeurs de celui-ci. L'image apparaîtra rapidement et ceci d'autant plus vite que le négatif sera plus transparent ou la lumière plus intense. On surveille sa venue en enlevant de temps en temps une des barres du châssis et en soulevant la planchette et la feuille de papier avec précaution. Cette opération peut se faire à la lumière diffuse, jamais au soleil, mais en tous cas aussi rapidement que possible. Il est nécessaire de tirer l'image plus intense qu'elle ne doit être car elle baisse dans les bains ultérieurs. Il nous est difficile de fixer d'une manière absolue la limite à laquelle il faut s'arrêter, car rarement les négatifs sont identiques ; de plus, la nature de certains papiers, leur mode de virage et de fixage, exigent des tirages beaucoup plus poussés. En ce qui concerne le papier albuminé qui seul nous occupe en ce moment, il faut aller jusqu'au moment où les blancs commencent à se teinter. Cette opération ne comporte aucune difficulté sérieuse, il suffit d'un peu de pratique et d'attention. Lorsque ce point est atteint l'épreuve est mise dans un endroit abrité de la lumière blanche, et il ne reste plus qu'à la traiter par les produits spéciaux qui lui donneront un ton agréable et assureront sa conservation.

383. Virage. — Si, après avoir sorti l'épreuve du châssis on la laissait en plein jour, la lumière continuerait infailliblement son action, et au bout de peu de temps l'image disparaîtrait, noyée dans la réduction générale. Aussi faut-il, par une opération spéciale, éliminer le sel d'argent qui n'a pas été réduit pendant l'impression. Cette opération s'appelle le *fixage*. Une épreuve ainsi traitée devient insensible à l'action de la lumière, mais le ton obtenu est assez désagréable. Aussi on effectue avant le fixage une opération qui a pour but de donner un ton plus chaud et plus agréable. Cette opération constitue le *virage*. Nous traiterons donc ces deux questions dans l'ordre des opérations qui s'effectuent généralement dans la pratique, car rien ne s'oppose, au point de vue théorique, à fixer d'abord, puis à virer ou même à effectuer le tout simultanément ; nous en verrons du reste des exemples avec certains procédés. Le virage s'effectue en faisant passer l'épreuve dans un bain de chlorure d'or ; celui-ci se substitue au chlorure d'argent et produit une modification du ton et constitue une garantie de durabilité, l'or étant moins attaquable que l'argent par les agents sulfurants par exemple.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

384. Le bain de virage est ainsi composé :

Chlorure d'or	1 gr.
Eau distillée	1000 cc.
Craie en poudre	10 gr.

(Davanne.)

Le chlorure d'or est mis dans l'eau distillée, il se dissout rapidement et l'on obtient un liquide d'un beau jaune : on ajoute alors la craie, on agite à plusieurs reprises et on laisse ensuite reposer pendant 24 heures.

Au bout de ce temps le bain est complètement décoloré et limpide. A cet état il est bon pour l'usage : il suffit de le décanter. Pour faciliter cette opération on peut préparer le bain dans un récipient de verre muni d'une tubulure à la partie inférieure. Dans cette tubulure on engage un bouchon traversé par un tube de verre coudé à angle droit de telle façon que la grande branche de ce tube soit de la même hauteur que le vase. Ce tube est redressé pendant la préparation du bain et abaissé lorsque l'on veut décanter. Toute la partie claire pourra être ainsi soutirée, le dépôt de craie restant dans la partie située en dessous de la tubulure. Un récipient avec un robinet de verre rendrait exactement les mêmes services (fig. 205).

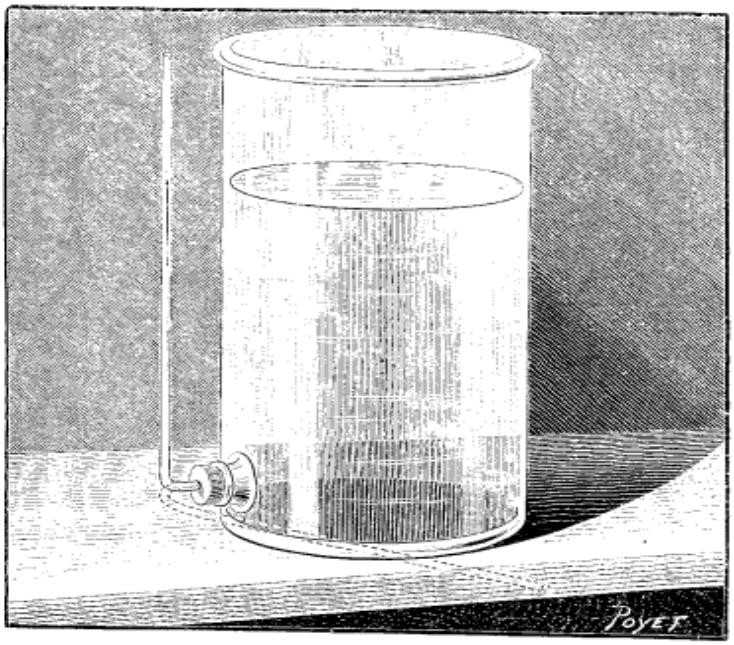


Fig. 205. — Récipient pour la décantation du bain de virage.

385. Au cas où l'on serait pressé et où l'on n'aurait pas de bain

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

préparé d'avance, voici le procédé que nous avons indiqué pour faire en quelques instants le bain de virage. On chauffe dans une capsule de porcelaine :

Eau distillée	250 cc.
Chlorure d'or	1 gr.
Craie en poudre	10 gr

L'ébullition doit être prolongée jusqu'à décoloration du liquide. On filtre et on ajoute alors 750 gr. d'eau distillée. Le bain est prêt à servir de suite et vire avec une grande facilité : l'action de la chaleur favorise en effet beaucoup l'opération du virage et d'ailleurs il est recommandé d'opérer toujours avec un bain légèrement tiède. En pratique, si l'on n'a que quelques épreuves à virer on fera seulement la quantité de bain nécessaire. Pour éviter de peser le chlorure d'or on le dissout dans 100 cc. d'eau distillée et l'on prend la quantité voulue de cette solution en la mesurant dans une éprouvette graduée. Lorsque l'on a une certaine quantité d'épreuves à virer et que l'on emploie, comme nous le faisons généralement, le bain préparé à chaud, on n'ajoute la solution première que progressivement, de façon à renforcer continuellement le bain et à le maintenir à une température convenable.

386. La formule de virage à la craie indiquée par M. Davanne, est la plus simple et donne d'excellents résultats. C'est celle que nous employons depuis nombre d'années. Néanmoins il peut être intéressant d'employer d'autres formules qui permettent d'obtenir plus facilement tel ou tel ton. En voici quelques-unes :

Virage pour tons noirs.

Chlorure d'or	1 gr.
Acétate de soude	30 gr.
Eau distillée	1000 cc.

(Abbé Laborde.)

Virage pour tons violets.

Chlorure d'or	0gr,5
Borate de soude	20 gr.
Carbonate de soude	4
Eau distillée	1000 cc.

(Monckhoven.)

Virage pour tons pourpres rosés.

Chlorure d'or	1 gr.
Craie en poudre	2
Tungstate de soude	7
Eau distillée	1000 cc.

(Carey-Lea.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ces formules permettent d'obtenir différents tons mais il ne faudrait pas croire que ceux-ci soient absolus : en effet la coloration de l'épreuve varie constamment dans le bain de virage et la durée de séjour a une importance capitale. Le ton de l'épreuve dépendra donc absolument du goût de l'opérateur qui devra s'arrêter au moment voulu, avec cette difficulté particulière que le fixage et le séchage modifient d'une façon assez appréciable le ton final. Il faudra donc dans cette opération une grande habileté pour obtenir un ton déterminé, ce qui montre entre parenthèses que l'opération du virage est plus délicate qu'on ne le croit généralement.

Avec le virage à la craie nous obtiendrons successivement les tons suivants : rouge, marron, bistre, pourpre, violet et noir.

387. Avant le virage, les épreuves doivent être lavées avec soin de façon à les débarrasser de l'excès de nitrate d'argent dont la présence est décélée par la coloration laiteuse que prend l'eau de lavage. On s'arrête lorsque cette coloration a disparu. On met les

Fig. 206. — Disposition des cuvettes pour l'opération du virage et du fixage.

épreuves les unes contre les autres dans le bain de virage en les retournant plusieurs fois et en les remuant constamment de façon à assurer le contact parfait du liquide ce qui est nécessaire pour éviter les taches qui se produiraient fatalement si le virage se faisait inégalement. Il est donc bon de ne pas avoir trop d'épreuves dans le même bain ou de prendre celui-ci assez abondant. Lorsqu'une épreuve a le ton voulu, on la sort, on la laisse égoutter, et après l'avoir passée un instant sous le robinet, on la place dans une cuvette remplie d'eau et ainsi de suite (fig. 206). Il faut éviter de mettre cette cuvette à une lumière trop vive, car le papier resté sensible pourrait encore être teinté par celle-ci.

388. Fixage.

Une fois toutes les épreuves sorties du virage, on procède au fixage qui se fait dans la solution suivante :

Eau	1000 cc.
Hyposulfite de soude	150 à 200 gr.

Les épreuves sont mises dans ce bain en quantité suffisante, les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

unes après les autres et agitées constamment. Le fixage est complet au bout de 15 minutes. L'agitation continuelle a pour but d'assurer le contact parfait du fixateur avec l'épreuve et d'éviter un fixage inégal ou la production de sulfurations partielles qui se traduiraient par des taches jaunes. Lorsque le fixage est terminé l'épreuve ne montre plus par transparence un aspect poivré qu'elle avait au début et qui provenait de la présence du chlorure d'argent non dissous. Le bain d'hyposulfite ne doit jamais resservir, il faut donc le jeter après chaque opération. L'opération se termine par un lavage très soigné dont nous parlerons dans un instant.

Bien que ce mode opératoire soit très simple, nombre de personnes ne peuvent arriver à avoir des résultats satisfaisants, ont des épreuves pleines de taches ou de tonalités plus ou moins désagréables, ceci tient à ce que l'exécution du virage et du fixage demande à être faite avec un propreté méticuleuse. Toute trace d'hyposulfite sur l'épreuve avant ou pendant le virage entraîne des taches irrémédiables : d'ailleurs une seule goutte d'hyposulfite dans le bain d'or le met de suite hors d'usage. Le contact des doigts un peu moites ou chargés de traces de révélateur suffit également pour tacher les épreuves. Dans ces conditions, il sera indispensable de se laver les mains avec le plus grand soin, de ne jamais mettre les doigts sur les épreuves et de ne toucher à l'hyposulfite que lorsque le virage sera terminé. Pendant le transport des épreuves de l'eau de lavage après le virage dans le bain d'hyposulfite, il faudra prendre les épreuves d'une main, les laisser tomber dans le liquide sans y toucher et se servir uniquement de l'autre main pour les retourner et les remuer. Ce n'est que lorsque toute les épreuves seront dans l'hyposulfite, que l'on pourra se servir de ses deux mains et encore après un lavage de quelques instants. Ces précautions sont minutieuses, mais il faut absolument les suivre pour être assuré du succès.

389. Lavage. — Reste maintenant l'opération du lavage qui est absolument capitale. On a constaté en effet que si les épreuves ne sont pas complètement débarrassées de toutes traces d'hyposulfite leur durée sera absolument limitée. On a inventé de nombreux dispositifs plus ou moins ingénieux destinés à permettre un lavage irréprochable des épreuves (fig. 207). Nous croyons qu'ils sont tous plus ou moins discutables non pas à cause du principe de leur construction qui peut être très juste mais par suite de l'adhérence des épreuves entre elles, adhérence qui se produit fatalement même dans l'eau courante et qui empêche celle-ci d'atteindre les surfaces à laver. Le mieux est de laver les épreuves une à une sous un robinet

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

muni d'une grosse pomme d'arrosoir, de les laisser après dans une large cuve à courant d'eau continu, puis de recommencer le lavage

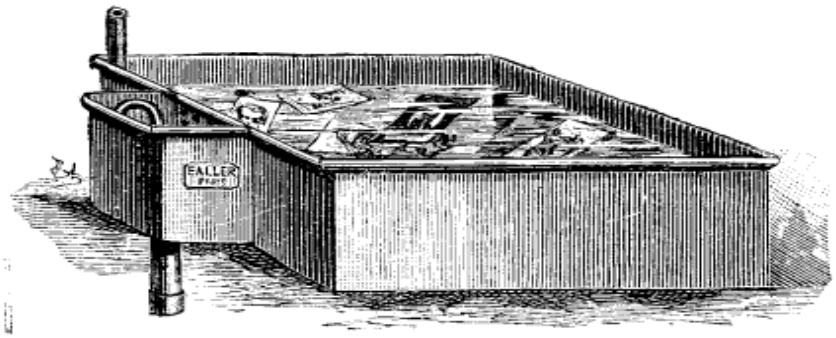


Fig. 207. — Cuve à laver les épreuves munie d'un siphon intermittent.

individuel et ceci le plus grand nombre de fois, en ayant soin entre chaque lavage d'égoutter l'épreuve le mieux possible. On recommande en général de continuer le lavage pendant 12 heures au moins. Nous croyons pour notre part qu'un bon lavage peut être fait

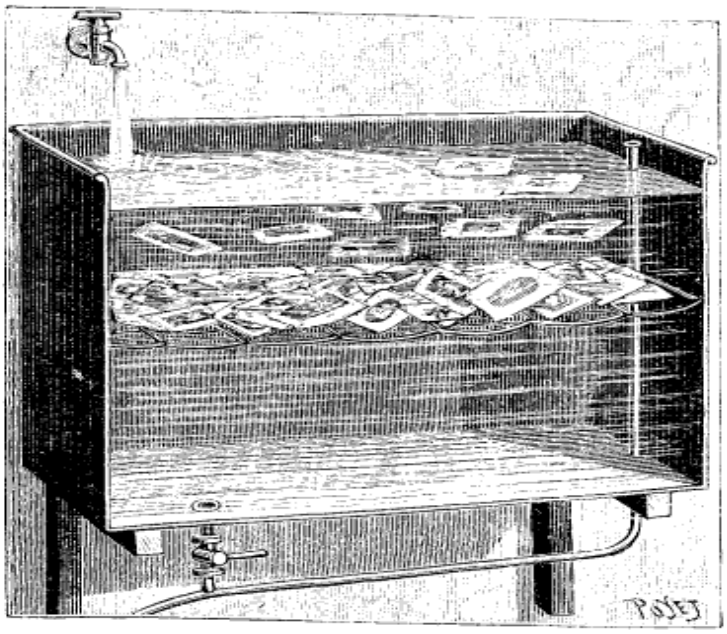


Fig. 208. — Cuve à laver les épreuves (modèle de l'auteur).

en beaucoup moins de temps à condition d'opérer comme nous l'avons dit, la durée de séjour n'ayant du reste aucune valeur si, par suite de l'adhérence, un certain nombre d'épreuves restent en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

contact. D'autre part, le séjour prolongé a l'inconvénient de ramollir trop le papier et de lui enlever beaucoup de son brillant. Nous employons pour notre usage une grande cuve en bois doublée de plomb et divisée en deux par un filet horizontal (fig. 208). L'eau arrive par un robinet supérieur. Un robinet de vidange situé dans le bas permet de vider la cuve ; un tuyau de trop-plein empêche que l'eau ne déborde. Les épreuves sont placées au-dessus du filet ; l'hyposulfite étant plus dense que l'eau a une tendance à s'accumuler dans la partie inférieure. Toutes les heures on vide la cuve, jusqu'à hauteur du filet, puis on fait arriver de nouveau l'eau. Il est bon, avant chaque vidange, d'arrêter l'arrivée de l'eau, puis de laisser reposer celle de la cuve et l'hyposulfite se déposer avant d'ouvrir le robinet inférieur.

590. Papier salé. — Ce papier permet d'obtenir des épreuves mates et qui sont loin d'avoir la finesse des épreuves sur papier albuminé, néanmoins il peut se prêter parfaitement à l'obtention de certains effets intéressants au point de vue artistique. On prend du papier de Rives et on le fait flotter pendant 3 à 5 minutes sur le bain suivant :

Eau	1000 cc.
Chlorure de sodium	30 gr.

On fait sécher et on sensibilise au bain d'argent à 10 p. 100. Pour les clichés heurtés on recommande de diminuer le titre du bain de chlorure et pour les clichés mous de l'augmenter. Dans ce dernier cas on peut aller jusqu'à 5 p. 100 de chlorure et porter le bain d'argent jusqu'à 12 p. 100. On indique avec ce papier l'emploi des fumigations ammoniacales avant l'exposition ; il suffit de mettre le papier pendant quelques minutes dans une boîte close contenant du carbonate d'ammoniaque : la sensibilité est considérablement augmentée. Les opérations de la sensibilisation, du virage et du fixage s'effectuent comme d'habitude. Dans le papier salé, l'image est en quelque sorte dans l'épaisseur du papier. Si l'on veut la maintenir à la surface on peut employer les papiers préparés à l'arrow-root ou à la gélatine qui donnent également des images mates.

391. Papier à l'arrow-root. — On enduit le papier au pinceau ou à l'éponge avec le bain suivant :

Eau	1000 cc.
Chlorure de sodium	20 gr.
Citrate de soude	20 gr.
Arrow-root	20 gr.

(Monckhoven).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On sensibilise pendant une demi-minute au bain d'argent à 10 ou 15 p. 100. Les fumigations ammoniacales sont également indiquées.

392. Papier gélatiné. — On fait flotter le papier pendant 2 à 3 minutes sur le bain suivant :

Eau	1000 cc.
Chlorhydrate d'ammoniaque	15 gr.
Gélatine	5 gr.

On sensibilise et on traite comme d'habitude.

Photocopies positives au collodio-chlorure et au gélatino-chlorure par noircissement direct.

393. Si au lieu d'employer l'albumine comme véhicule on se sert de collodion ou de gélatine, on obtient des papiers présentant des qualités différentes de celles du papier albuminé, ils possèdent en effet un grand brillant qui donne de la transparence aux ombres et fait ressortir les plus fins détails. Néanmoins si le glaçage de l'image est avantageux pour de petites épreuves, il est moins favorable pour les grandes, ce brillant étant incompatible avec le caractère artistique de la photographie qui exige des épreuves mates donnant des effets comparables à ceux du crayon, du fusain ou de la gravure. Ces sortes de papiers ont toutefois leur raison d'être lorsqu'il s'agit de reproduire des détails très fins : au point de vue scientifique et documentaire ils peuvent donc être très utiles : en dernier lieu, et cela a été certainement une des raisons de leur succès, ils donnent de bons résultats avec des clichés trop légers dont l'intensité eût été insuffisante pour le tirage sur papier albuminé.

394. Le mode de préparation de ces papiers présente cependant une grande différence avec le procédé à l'albumine, il est en effet effectué par émulsionnage, c'est-à-dire que le chlorure d'argent émulsionné dans du collodion ou de la gélatine est étendu à la surface du papier, au lieu d'être produit par double décomposition au moment du passage au bain d'argent. Pour empêcher d'une manière absolue l'image de pénétrer dans la pâte, on emploie du papier couché recouvert d'une couche de gélatine mélangée de sulfate de baryte d'après la formule suivante :

Eau	1200 cc.
Gélatine fine	100 gr.
Sulfate de baryte	50 gr.

Le papier est mis à flotter sur ce bain puis séché. Cette couche isolant complètement la couche sensible du papier donne des épreu-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ves d'une extrême finesse, d'une grande profondeur et d'un brillant tout particulier.

395. Collodio-chlorure. — Eder a donné le mode opératoire suivant. On prépare les solutions ci-dessous :

A. Chlorure de lithium	1gr,5
Acide citrique	1gr,5
Alcool	50 cc.

Cette dissolution se fait à l'aide de la chaleur.

B. Éther	250 cc.
Alcool	250 cc.
Coton poudre	4 gr.

puis,

C. Azotate d'argent	14 gr.
Eau distillée chaude	8 cc.

on ajoute après dissolution :

Alcool	150 cc.

On mélange A et B pour obtenir le collodion chloruré puis on émulsionne en ajoutant C par petites quantités. On introduit 4 à 6 gr. de glycérine et on étend sur papier.

396. Gélatino-chlorure. — Eder prépare les 2 solutions suivantes qui sont mélangées à chaud :

A. Gélatine	16 gr.
Eau	100 cc.
B. Azotate d'argent	15 gr.
Eau	48 cc.

On ajoute alors la solution suivante également chaude :

C. Chlorure de sodium	4 gr.
Acide citrique	4 gr.
Eau	48 cc.

On obtient ainsi un chloro-citrate d'argent. L'émulsion est traitée par les procédés habituels puis étendue sur le papier.

Ces papiers se trouvent couramment dans le commerce et il nous paraît inutile d'insister sur le mode de fabrication. Parmi les plus connus nous citerons les papiers au collodio-chlorure de Liesegang et de M. Gelhaye, puis les papiers au gélatino-chlorure qu'on nomme souvent aristotypiques, de Lumière, Lamy, Eastman, etc.

397. Avec tous ces papiers, l'insolation doit être, d'une manière constante plus poussée qu'avec le papier albuminé, l'image descendant beaucoup dans les bains subséquents.

398. On se sert en général avec ces papiers de bains de virage

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et de fixage combinés, bains qui ont l'avantage d'être très commodes d'emploi et de permettre d'obtenir avec certitude tel ou tel ton ; en effet l'épreuve est plongée directement dans le bain sans lavage préalable, elle tourne immédiatement au jaune rougeâtre puis de suite commence à virer en passant par les tons suivants : brun, pourpre, bleuté, violet et noir. L'intensité remontant légèrement au séchage, on s'arrête un peu avant le ton que l'on veut obtenir. On termine par un bon lavage. Mais à côté de cette praticité indéniable, le bain de virage et de fixage est très discuté au point de vue de la stabilité des épreuves. Des nombreux faits qui ont été relatés il ressort, qu'avec un bain neuf suivi d'un bon lavage, les altérations pour ne pas être impossibles sont rares tandis qu'avec un bain ayant déjà servi et malgré un lavage aussi bien fait que précédemment la conservation ne s'étend pas au delà de quelques mois, de quelques semaines ou même de quelques jours.

399. Ces réserves faites, voici quelques formules de bains de virage et fixage également recommandables :

Eau	1000 cc.
Chlorure d'or	1 gr.
Hyposulfite de soude	250 gr.
Sulfocyanure d'ammonium	26 gr.
Acétate de soude	6 gr.
Acéto-tungstate de potasse	10 gr.

(Fourtier.)

Voici une autre formule :

Eau	1000 cc.
Chlorure d'or	1 gr.
Hyposulfite de soude	400 gr.
Sulfocyanure d'ammonium	50 gr.
Acétate de plomb	8 gr.
Alun	60 gr.

(Lumière.)

Ces deux bains donnent de beaux tons violet-pourpre.

La formule suivante donnée par M. Mercier qui s'est particulièrement occupé de la question, nous paraît des meilleures.

Hyposulfite de soude	150 gr.
Chlorure de sodium	50 gr.
— d'or brun	De 0gr,50 à 1 gr.
Acétate de soude	15 gr.
Talc	15 gr.
Azotate de plomb	15 gr.
Eau	1000 cc.

400. Pour éviter les inconvénients qui peuvent résulter, au point de vue de la durée, de l'emploi de ces bains mixtes on a proposé comme pour le papier albuminé de faire le virage et le fixage dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

deux bains séparés. Dans ce cas il est bon de bien laver les épreuves (387). On emploiera soit le virage à la craie (384) soit le virage à l'acétate (386). Ces bains devront être employés froids avec le gélatino-chlorure pour éviter la dissolution de la couche qui serait inévitable avec un bain chaud; avec le papier au collodio-chlorure on peut employer les bains tièdes sans inconvénients. Certains papiers virent inégalement avec les bains précédents et il peut être avantageux d'employer l'une des deux formules suivantes.

1° On prépare :

A.	Eau	1000 cc.
	Sulfocyanure d'ammonium	20 gr.
	Alun	30 gr.
	Carbonate d'ammoniaque	1 gr.
B.	Eau distillée	100 cc.
	Chlorure d'or	1 gr.

On prend pour l'usage 100 cc. de la solution A et 4 à 5 cc. de la solution B. On peut, avant le virage, faire le lavage dans un bain préalable d'alun.

2° On prépare :

A.	Eau	1000 cc.
	Borax	9 gr.
B.	Eau	100 cc.
	Chlorure d'or	1 gr.

On prend pour l'usage 150 cc. de la solution A et 2 cc. de la solution B. Les autres opérations, fixage et lavage se font par les procédés habituels (388-389). Au point de vue de la stabilité des épreuves cette manière de faire nous paraît bien préférable.

Photocopies positives aux sels d'argent par développement.

401. Pour éviter les inconvénients qui résultent de la lenteur des tirages ordinaires par les procédés précédents, on prépare des papiers recouverts d'émulsions soit au gélatino-bromure soit au gélatino-chlorure d'argent, émulsions qui donnent en quelques instants à la lumière artificielle une image latente qui est traitée exactement par les mêmes procédés que les négatifs ordinaires. Ces papiers peuvent être employés avec avantage pour les images par contact et surtout pour les agrandissements. Dans ce dernier cas, en particulier ils permettent une simplification de matériel très grande à cause de leur grande sensibilité. Autrefois en effet pour exécuter des agrandissements il était nécessaire d'avoir une source de lumière

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

très puissante et des condensateurs de grandes dimensions pour éclairer convenablement le négatif, aujourd'hui, avec ces papiers et surtout celui au gélatino-bromure on peut opérer très rapidement à la lumière oxhydrique et même avec une bonne lampe à pétrole ou encore à la lumière diffuse. Nous n'insisterons pas sur la fabrication de ces papiers qui ne diffère que par quelques petits détails de celle des plaques, d'autant plus qu'on les trouve couramment dans le commerce.

402. Papiers au gélatino-bromure d'argent. Des papiers de ce genre sont fabriqués industriellement par les maisons Lamy, Morgan, Marion, Eastman, Lumière, Barnett, etc., et livrés soit en pochettes soit en rouleaux de grande longueur. Suivant la force du papier et la nature du grain on obtient des qualités différentes qui trouvent leur application dans les diverses hypothèses de la pratique. C'est ainsi que le papier mince à surface lisse convient très bien pour les petites épreuves destinées à être collées, il est préférable également lorsqu'il s'agit d'obtenir de grandes finesses. Le papier plus fort, à grain peu accentué, sera tout indiqué pour les épreuves de grandes dimensions ou celles qui ne devront pas être collées. Enfin le papier fort à gros grain sera très convenable pour les agrandissements ou les épreuves artistiques dans lesquelles on sacrifie quelque peu la netteté à l'effet.

Ces papiers, à cause de leur grande sensibilité, doivent être maniés à la lumière rouge. Le côté de la couche est reconnu par ce fait que le papier tend toujours à se courber, celle-ci étant à l'intérieur; on peut encore la toucher avec le doigt légèrement mouillé qui collera du côté préparé. D'une manière générale il faudra éviter de poser les doigts sur la couche de peur des taches et, dans le coupage du papier, d'employer un coupe-papier trop dur qui rayerait la couche. Nous avons d'ailleurs constaté fréquemment des réductions dues au frottement du coupe-papier : pour éviter cet accident il est préférable de plier le papier couche en dehors.

403. La durée d'exposition avec ces papiers est très courte et rend le tirage impossible à la lumière du jour. Il est nécessaire d'opérer à la lumière artificielle en se mettant à une distance toujours la même. De cette manière on arrive très rapidement à la détermination exacte du temps de pose qui peut varier suivant les négatifs et suivant les papiers de 10 à 30 secondes en moyenne, à 30 cent. d'un bec de gaz papillon. On peut du reste, d'après l'intensité des négatifs et leur caractère général s'approcher plus ou moins et pratiquer intentionnellement des modifications de la durée de pose

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en plus ou en moins, de façon à corriger la traduction d'un négatif ou trop doux ou trop dur. Dans le premier cas on s'éloignera et on sous-exposera légèrement, dans le second on se rapprochera et on sur-exposera. Ces modifications de la durée d'exposition combinées avec un développement rationnel constitueront des ressources très précieuses qui permettront de tirer le meilleur parti d'un négatif insuffisant.

404. Le développement des papiers au gélatino-bromure peut théoriquement s'effectuer avec tous les révélateurs mais cependant il faut éliminer d'une façon absolue tous ceux qui sont susceptibles de donner des colorations, le papier fixant celles-ci encore plus facilement que les plaques. Parmi les autres, le développement au fer est un des plus convenables (323) surtout si on l'additionne d'une petite quantité d'acide citrique pour bien conserver les blancs.

405. Il est généralement recommandé de passer le papier après lavage rapide dans un bain d'acide citrique (2 à 5 p. 100) pour éliminer le précipité d'oxalate de chaux qui atténuerait l'éclat des blancs et empâterait l'image. Ce développement bien conduit offrira toute latitude à l'opérateur mais a l'inconvénient d'être relativement coûteux si pour chaque épreuve on emploie un bain neuf : d'autre part si on développe plusieurs épreuves dans le même bain et qu'elles aient la même pose, on constatera que les résultats seront de moins en moins bons au fur et à mesure que le bain s'épuisera. Nous croyons donc qu'au point de vue pratique il sera préférable d'employer d'autres bains, les bains à formule fixe et de modifier la durée de pose au fur et à mesure que le nombre des épreuves développées dans ce bain sera plus élevé. Cette méthode n'exclue pas d'ailleurs le renforcement du bain de temps à autre par l'addition d'une petite quantité de bain neuf : elle ne peut d'ailleurs avoir son plein effet que dans le cas général, il est vrai, où l'exposition est suivie immédiatement du développement, le résultat constaté permettant de faire de suite les corrections voulues dans la durée d'exposition ou réciproquement dans l'énergie du bain. C'est ce procédé que nous employons régulièrement et sauf l'incertitude sur la première épreuve qui peut être trop ou pas assez posée pour le bain que nous employons, le reste du travail se fait avec grande précision. Nous nous servons avec avantage pour le développement de ces papiers du révélateur au métol et à l'hydroquinone combinés (330). Ce bain marche très bien et jamais les blancs ne sont teintés. Il ne nécessite pas un passage ultérieur à l'acide citrique. On emploie le fixage habituel (342).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

406. En dehors des applications aux tirages directs et aux agrandissements, les papiers au gélatino-bromure d'argent peuvent être impressionnés mouillés ce qui permet d'obtenir de suite une épreuve d'un négatif non séché. On peut donc quelques minutes après avoir fait un cliché, tirer une ou plusieurs épreuves, résultat d'une grande importance dans certains cas. A cet effet on met tremper la feuille de papier dans l'eau jusqu'à ce qu'elle soit distendue, puis on l'applique sur le négatif que l'on a lavé abondamment pour éliminer le plus possible l'hyposulfite de soude. Cette application se fait très bien sous l'eau. Avec la main ou une raclette on élimine toutes les bulles d'air interposées, on essuie ensuite le dos de la plaque et on présente pendant quelques secondes à la lumière d'un bec de gaz. On remet le tout dans une cuvette remplie d'eau et l'on sépare le papier qui est mis de suite à développer.

407. Dans la plupart des procédés décrits on recommande le passage au bain d'alun, l'alun de potasse étant préférable à l'alun de chrome. La gélatine insolubilisée devient plus résistante et l'on évite ainsi la formation des bulles qui se produisent dans certains papiers. Les épreuves ainsi alunées peuvent être séchées plus rapidement car on pourra les éponger dans le buvard tandis qu'autrement elles se colleraient à ce papier et pourraient être détériorées. Avec certains papiers tel que le Nikko de la Cie Eastman nous supprimons ce passage à l'alun sans aucun inconvénient.

408. Le ton de ces épreuves exposées normalement est en général d'un beau noir; si la couche est épaisse, comme dans certains papiers, ces noirs sont plus difficilement obtenus et les tonalités plus grises. On constate cependant que le degré de dilution du bain et la durée d'exposition modifient le ton, c'est ainsi qu'on arrive au ton sépia par l'augmentation de la pose. On peut encore virer ces épreuves quoique cette opération se fasse beaucoup moins bien que dans les procédés ordinaires.

Voici cependant le mode de virage indiqué avec le papier Nikko.

On prépare :

Eau bouillante	2.000 cc.
Hyposulfite de soude	300 gr.
Alun	30 gr.

On fait dissoudre d'abord l'hyposulfite puis on ajoute petit à petit l'alun. Cette solution est laiteuse et ne doit pas être filtrée. On divise ce bain en 2 parties l'une qui doit être refroidie et la seconde maintenue à 40° ou 50°. On plonge l'épreuve dans le bain froid puis ensuite dans le bain chaud où elle séjournera vingt à vingt-cinq minutes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On termine par un passage dans un bain d'alun ordinaire et on lave : on obtient ainsi des tons bruns et sépias très riches. Ce bain de virage marche également bien avec les divers papiers au bromure.

409. Papiers au gélatino-chlorure d'argent. — Ces papiers beaucoup moins sensibles que les papiers au gélatino-bromure d'argent sont peu répandus mais à cause des variations de tonalité qu'ils donnent soit par la durée d'exposition soit par des virages convenables, ils sont des plus intéressants : la nature du révélateur a également une influence indiscutable, c'est du reste exactement ce qui se passe avec les mêmes émulsions coulées sur plaque et employées pour le tirage des diapositives sur verre (190).

410. L'exposition peut se faire au jour à la lumière diffuse (une à quelques secondes) et à la lumière artificielle dans les conditions précédemment énoncées (une à dix minutes).

411. Le révélateur au fer donne des tons bleutés surtout s'il contient un peu d'acide citrique, l'hydroquinone des tons noirs. Voici cette dernière formule :

Eau	1000 cc.
Sulfite de soude	20 gr.
Métabisulfite de potasse	1 gr.
Hydroquinone	3 gr.5
Potasse caustique	35 gr.

En supprimant la potasse caustique et en ajoutant 15 gr. d'acide acétique on obtient, par une augmentation quadruple de pose environ, des tons sépias.

412. Les virages donneront également de bons résultats, ils doivent être faits à la chambre noire après alunage et avant le fixage puis suivis d'un bon lavage. Voici une bonne formule :

Eau	1000 cc.
Sulfocyanure d'ammonium	20 gr.
Hyposulfite de soude	1 gr.5
Chlorure d'or	1 gr.

L'immersion varie de quatre à cinq minutes suivant le ton que l'on veut obtenir et qui passe par diverses nuances depuis le brun jusqu'au violet et au bleu. M. Soret a employé ce virage avec le plus grand succès. On fixe comme d'habitude mais dans un bain plus étendu que d'ordinaire 1 à 2 p. 100. On peut également se servir des bains de virage et fixage combinés (399).

En terminant nous croyons devoir signaler la possibilité de tirer avec certains papiers au gélatino-chlorure des épreuves par noircissement direct ou par développement. Le nouveau papier mat de de MM. Lumière est précisément dans ce cas. Lorsque l'on opère par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

noircissement on traite comme d'habitude par un bain de virage-fixage ou par des bains séparés : si l'on veut opérer par développement on s'arrête lorsque l'image est bien visible, on la sort du châssis et on la plonge sans lavage dans le bain suivant :

Eau	250 cc.
Acide pyrogallique	1 gr.
— acétique	qq. gouttes.

L'image monte peu à peu, lorsqu'elle a atteint l'intensité désirable on la vire comme précédemment et on la fixe. Toutes ces opérations devront se faire à une très faible lumière.

Photocopies positives aux sels de platine.

413. Ce procédé est un de ceux qui paraissent devoir donner des épreuves inaltérables : l'image est en effet formée par du platine métallique qui résiste à toutes les causes de destruction des épreuves aux sels d'argent ; d'autre part, le ton de celle-ci, analogue à celui d'un dessin au crayon ou d'une gravure, est des plus artistiques : enfin les manipulations à exécuter sont des plus simples et beaucoup plus rapides que dans les procédés précédents. Si l'on ajoute à cela que la rapidité d'impression est plus grande qu'avec les papiers aux sels d'argent, on comprend que ce procédé est appelé à rendre de grands services dans la pratique surtout si l'on recherche le côté artistique et la stabilité du résultat. Malheureusement, et c'est ce qui a retardé sensiblement l'emploi de ce papier, il est d'un prix de revient assez élevé, prix qui du reste a encore augmenté pendant ces dernières années.

414. Le papier au platine est d'une conservation difficile car il faut le soustraire d'une façon absolue à l'influence de l'humidité. On se sert à cet effet d'étuis spéciaux que l'on trouve dans le commerce et qui renferment du chlorure de calcium bien desséché. Ce sel s'empare de l'humidité au fur et à mesure qu'elle pénètre dans le récipient et de cette manière le papier peut se conserver un temps très suffisant en pratique, plus d'un ou deux mois certainement ; grâce à ces précautions, sa durée est donc au moins égale à celle du papier à l'argent qui s'altère toujours un peu dans ces limites de temps. Il est bon, tous les huit ou quinze jours, de faire dessécher à nouveau le chlorure de calcium sur un feu vif. De cette manière il peut servir indéfiniment.

Deux procédés différents sont employés, l'un qui nécessite un déve-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

loppement de l'image et l'autre un simple fixage, nous allons les décrire successivement.

415. Procédé au platine par développement. —C'est Willis qui, en 1873, a indiqué le premier procédé vraiment pratique. On prend du papier un peu fort soit lisse soit plus ou moins grenu suivant les effets que l'on veut obtenir, on l'encolle ou à la gélatine ou à l'arrow-root, la nature de cet encollage n'étant pas indifférente ; en effet, dans le premier cas, le ton de la photocopie est noir bleuâtre, dans le second noir brun.

On fait l'encollage à la gélatine en dissolvant dans 600 d'eau 10 gr. de gélatine préalablement gonflée dans l'eau, on ajoute 200 gr. d'eau contenant 3 gr. d'alun puis 200 gr. d'alcool. Le tout est maintenu au bain-marie à la température de 20° environ.

L'encollage à l'arrow-root est obtenu en broyant 10 gr. de cette substance dans une petite quantité d'eau et en jetant cette bouillie dans 800 cc. d'eau bouillante : après quelques minutes d'ébullition on retire du feu et on ajoute 200 cc. d'alcool ordinaire.

Les feuilles de papier sont plongées en plein dans l'une ou l'autre de ces solutions puis séchées. On recommence une seconde fois l'opération en ayant soin de retourner la feuille lors du second séchage pour que le côté qui était en bas la première fois et qui est encollé un peu plus fortement soit à présent en haut. Les papiers ainsi préparés se conservent bien à l'abri de la lumière et de l'humidité.

416. Pour les sensibiliser on les fixe sur une planchette recouverte de papier et avec un pinceau en forme de brosse on étend régulièrement le liquide sensible. On prépare :

A. Chloroplatinite de potasse	1 gr.
Eau	6 cc.
B. Oxalate ferrique	20 gr.
Acide oxalique	1 gr.
Eau	100 cc.
C. Solution B	100 cc.
Chlorate de potasse	0gr,4

La liqueur sensibilisatrice est ainsi composée :

Solution A	24 parties.
— B	22 —
Eau	4 —

Cette formule donne des demi-teintes et de beaux noirs.

Si l'on veut obtenir encore plus de brillant on emploie :

Solution A	24 parties.
— B	18 —
— C	4 —
Eau	4 —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin pour les négatifs insuffisants qui donneraient des épreuves grises on augmente la quantité de chlorate de potasse.

Solution A	25	parties.
— C	22	—
Eau	4	—

L'excès de chlorate donne des images dures et diminue la sensibi-

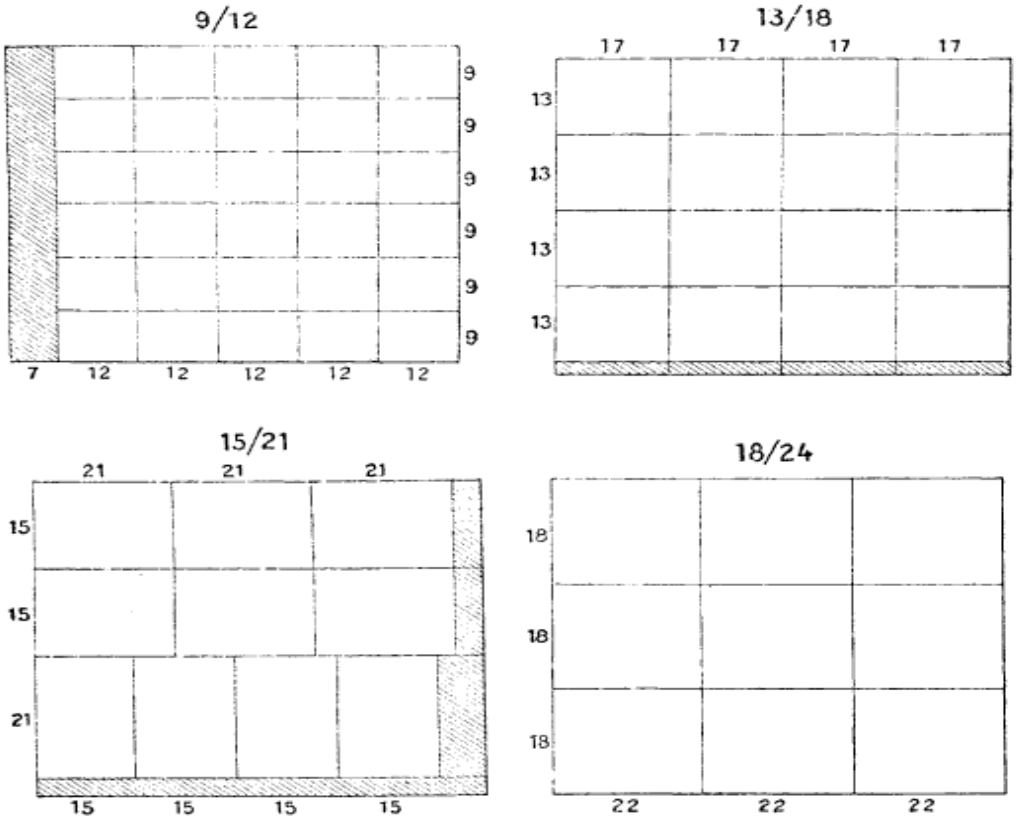


Fig. 209. — Schéma indiquant la façon de découper la feuille de papier au platine (54 × 67).

lité générale. Dans les différentes formules ci-dessus il est loisible d'augmenter la quantité d'eau si l'on veut obtenir des épreuves moins vigoureuses.

Le papier doit ensuite être mis à sécher rapidement et dans l'obscurité. On opère généralement à l'étuve ou dans un séchoir chauffé organisé spécialement. La durée de séchage ne doit guère excéder quinze minutes.

417. On trouve maintenant ce papier préparé dans l'industrie d'une manière courante. MM. Poulenc le fabriquent d'une façon remar-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quable et le livrent en feuilles mesurant 54 × 67. Pour le débiter sans trop de déchets il faut se conformer aux schémas ci-contre (fig. 209). Avec la feuille du commerce on découpera donc 30 9 × 12, 16 13 × 18, 10 15 × 21 et 9 18 × 24. On obtient donc plus d'épreuves que dans la feuille de papier albuminé et il faudra en tenir compte pour calculer les prix de revient comparatifs des deux procédés. Il serait à désirer, comme nous l'avons déjà dit à propos du papier albuminé que le format du papier fut conforme aux décisions du Congrès de façon à diminuer les déchets.

418. L'image n'apparait pas comme dans le procédé à l'argent, elle est à peine visible et il faudra faire quelques essais pour savoir exactement à quel point on doit s'arrêter. Il est recommandé d'éviter toute humidité pendant l'opération du tirage. Les matelas doivent être bien séchés au préalable ou mieux encore on interpose entre ceux-ci et l'épreuve une feuille mince de caoutchouc.

419. Le développement se fait dans une solution d'oxalate de potasse.

Eau distillée.....	1000 cc.
Oxalate neutre de potasse.....	300 gr.

Ce bain doit être employé à une température d'environ 25 à 30 degrés. A cet effet on le chauffe dans une cuvette de tôle émaillée placée sur un petit fourneau à gaz et l'on commence le développement lorsque la température nécessaire est atteinte. On baisse alors le gaz de façon à maintenir à peu près la même température pendant la durée du développement. On prend l'épreuve par deux angles opposés et on la passe à la surface du bain, en évitant que le liquide n'arrive par derrière. C'est un petit tour de main qui s'acquiert très vite. L'image apparait de suite ; s'il y a des manques provenant de bulles d'air ou défaut de vigueur, on repasse une deuxième fois.

Fig. 210. — Disposition des cuvettes pour le développement du papier au platine.

Il est bon de ranger les épreuves par ordre d'intensité en commençant par les plus venues : de cette manière, et la température montant toujours, le bain se trouve de plus en plus chaud au fur et à mesure que les épreuves moins posées arrivent.

L'épreuve est alors mise dans de l'eau additionnée d'acide chlorhydrique dans la proportion de 5 p. 100 environ. Un séjour de cinq à dix minutes est nécessaire (fig. 210).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les épreuves sont ensuite plongées dans l'acide chlorhydrique dilué où elles séjournent jusqu'à ce que la teinte jaune du papier due à la présence du sel de fer mélangé au sel de platine ait disparu. On recommande de changer au moins deux fois le bain acide qui ne doit plus être coloré en jaune.

Le lavage des épreuves au platine se fait très rapidement car il suffit d'enlever toute trace d'acide chlorhydrique. Pour s'en assurer on peut se servir avec succès du papier de tournesol bleu qui ne doit pas rougir en le mettant dans l'eau de lavage.

420. Procédé au platine par noircissement direct. — Ce second procédé est dû à Pizzighelli. Il supprime le développement et par cela même présente de grands avantages au point de vue pratique.

On prépare les solutions suivantes :

Solution A.	Eau	100 cc.
	Chloroplatinite de potasse	10 gr.
— B.	Eau	100 cc.
	Oxalate sodico-ferrique	40 gr.
	Glycérine	3 cc.
— C.	Solution B	100 cc.
	Chlorate de potasse	0gr,4
— D.	Bichlorure de mercure à 5 p. 100	20 cc.
	Oxalate de soude à 3 p. 100	40 gr.
	Glycérine	2 cc.

Pour obtenir des tons noirs la liqueur sensibilisatrice est ainsi constituée :

Solution	A	5 cc.
—	B	6 cc.
—	C	2 cc.

Pour les tons sépias on prend :

Solution	A	5 cc.
—	B	4 cc.
—	D	4 cc.

Ces quantités suffisent pour sensibiliser une feuille de 45×58. La proportion de chlorate peut varier suivant que l'on a à tirer des négatifs faibles ou durs : pour les premiers on augmente la proportion de chlorate, pour les derniers on la diminue.

421. L'impression doit être poussée davantage, c'est-à-dire jusqu'au moment où l'image est venue dans son ensemble. Mieux vaut d'ailleurs rester plutôt en dessous de ce point qu'au dessus. En effet, sous l'influence de l'humidité, l'image continue à monter et, en cas de tirage insuffisant, il suffira d'attendre quelque peu avant le déve-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

loppement. On peut d'ailleurs, en soufflant simplement sur l'épreuve, faire monter soit l'ensemble, soit telle ou telle partie seulement.

422. Arrivé au point convenable il suffit de passer l'épreuve dans un bain d'eau acidulée avec de l'acide chlorhydrique :

Eau	100 cc.
Acide chlorhydrique	12 cc.

Ce liquide jaunit immédiatement pendant que l'image se dépouille, on passe dans un deuxième bain puis dans un troisième jusqu'à ce que le liquide ne se colore plus en jaune. On lave abondamment et on laisse sécher. Ce papier étant très sensible à l'influence de l'humidité, il faudra interposer dans le châssis positif entre le papier et le matelas une feuille de caoutchouc, il est même recommandé pendant l'hiver de faire chauffer les matelas.

Le procédé au platine donne des épreuves d'un beau noir et d'un grand effet artistique, elles paraissent assurées d'une stabilité complète.

423. Il convient cependant de faire remarquer que l'on a signalé des altérations de ces épreuves, altérations dues, nous le disons de suite, à la nature du papier employé ou à celle de la colle ou encore du carton sur lequel elles étaient fixées. Malgré cela, l'image en elle-même n'était nullement modifiée ainsi qu'il résulte des expériences très précises exécutées par M. Poulenc. Les épreuves en question étaient complètement jaunies : elles ont pu être restaurées parfaitement par un passage dans le bain suivant :

Hypochlorite de soude	5 cc.
Eau	100 cc.

On retire lorsque le papier est redevenu blanc. On lave d'abord dans de l'eau contenant quelques gouttes d'acide chlorhydrique pour neutraliser l'hypochlorite puis dans l'eau ordinaire.

Ce traitement n'enlève aucune finesse ni aucune demi-teinte, ce qui prouve évidemment la parfaite stabilité du procédé.

424. Au cas où l'on désirerait modifier le ton de l'épreuve et obtenir la teinte sépia, il suffira, dans le premier procédé, d'employer le développement suivant indiqué par Borlinetto :

Eau	1000 cc.
Oxalate neutre de potasse	300 gr.
Acide oxalique	10 gr.
Solution saturée de chlorure de cuivre	100 cc.

Au sortir du châssis-presse, l'épreuve est placée au fond d'une cuvette mouillée et on la recouvre d'un seul coup du révélateur ci-dessus.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le séchage des épreuves au platine se fait comme celui des épreuves à l'argent. On peut néanmoins, si l'on est pressé, les éponger dans du papier-filtre blanc et les mettre devant un feu vif. Elles sont sèches par ce procédé en quelques minutes.

Il existe plusieurs qualités de papier au platine, différant par la force du papier employé. Le plus mince devra toujours être employé toutes les fois que l'épreuve est destinée à être collée. Le fort sera indiqué pour les épreuves que l'on ne doit pas monter ; il permet de faire les tirages avec des marges qui donnent un cachet tout particulier à la photographie. Pour ce faire, il suffit d'encadrer le cliché d'une bordure de papier noir de la largeur voulue, on obtient ainsi des fac-similés de gravure que l'on peut presque confondre avec l'original. Quelques personnes ont reproché au papier au platine de ne pas avoir la finesse du papier albuminé, nous ne croyons pas cette critique bien fondée, la finesse paraît dépendre beaucoup du papier employé : peut-être seulement pourrait-on dire que le cliché doit être un peu plus corsé, un peu plus ferme que pour le tirage aux sels d'argent. D'ailleurs ce léger manque de finesse, en cas qu'il se produise, n'est peut-être pas aussi désavantageux qu'on pourrait le croire ; ainsi en qui concerne les portraits et les paysages on en reviendra certainement de ce que nous nommerons la finesse photographique qui permet de compter les cheveux d'un modèle ou les feuilles d'un arbre : autant cette extrême finesse devra être appréciée lorsque l'épreuve est documentaire, autant il faudrait l'éviter si l'on veut mettre un peu d'art en photographie.

Photocopies positives aux sels de fer.

425. Ces procédés sont employés dans l'industrie pour la reproduction directe des calques et à ce titre ils sont des plus intéressants. Suivant le procédé employé, les traits sont bleus sur fond blanc ou blancs sur fond bleu ou enfin noirs sur fond blanc. Seul ce dernier procédé peut donner des résultats acceptables dans la pratique courante de la photographie, les images en bleu étant d'un effet assez discutable.

426. Photocopies au ferro-prussiate. — On prend du papier fortement encollé et après l'avoir tendu sur une planchette on le badigeonne au pinceau avec la solution suivante :

A.	Eau	130 cc.
	Citrate de fer ammoniacal	20 gr.
B.	Eau	100 cc.
	Ferricyanure de potassium	16 gr.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On mélange A et B et l'on conserve dans l'obscurité.

On peut opérer aussi en faisant flotter la feuille de papier sur la liqueur sensibilisatrice mise dans une grande cuvette. On chasse avec soin les bulles d'air et après deux minutes de contact on met sécher. La sensibilisation et le séchage se font dans l'obscurité.

Si l'on opère comme on le fait généralement d'après un calque, celui-ci doit être fait sur papier transparent avec une encre très noire : on se sert à cet effet de noir Bourgeois ou d'encre de Chine additionnée d'un peu de gomme-gutte. Il est placé dans un grand châssis positif et retourné de façon à avoir l'image dans son vrai sens. On superpose la feuille de papier sensible et on expose au jour. La durée d'impression est assez variable : aussi, pour la contrôler, emploie-t-on un procédé très simple qui consiste à exposer en même temps que le châssis une bande du même papier. De temps en temps on en coupe un morceau que l'on développe, on évite aussi toute erreur.

L'opération fort simple du développement consiste à passer le papier dans l'eau. Le précipité bleu formé par la lumière reste adhérent tandis qu'il se dissout dans toutes les parties préservées par les traits de l'original ; on obtient donc le trait blanc sur fond bleu. Pour aviver le ton de l'épreuve on la passe quelques instants dans le bain suivant :

Eau	100 cc.
Acide chlorhydrique	4 cc
Chlorure de chaux	q.q. gouttes.

On lave rapidement et l'on met sécher en suspendant l'épreuve. On peut sur ce papier faire très facilement des retouches soit en blanc soit en bleu ; pour les retouches en blanc on se sert d'un pinceau trempé dans une solution faible de soude caustique ou de carbonate de soude. Après lavage, on passe dans l'eau acidulée par l'acide chlohydrique et l'on fait le lavage définitif. Pour les retouches en bleu on se sert tout simplement de bleu de Prusse étendu également au pinceau.

427. Photocopies au perchlorure de fer (Cyanofer). — Ce procédé a l'avantage de donner les traits bleus sur fond blanc à l'inverse du précédent. On emploie un papier fortement encollé à la gélatine et on l'enduit d'une solution sensibilisatrice ainsi constituée :

A. Eau	100 cc.
Gomme arabique	20 gr.
B. Eau	100 cc.
Citrate de fer ammoniacal	50 gr.
C. Eau	100 cc.
Perchlorure de fer sublimé	58 gr.

(Pizzighelli).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour l'usage on prend les quantités suivantes de ces solutions :

A	20
B	8
C	5

Il faut sécher rapidement ce papier dont la conservation est bonne si on le tient à l'abri de la lumière et de l'humidité.

L'impression doit être poussée jusqu'à ce que l'image apparaisse en blanc sur fond sombre. Quinze à vingt minutes au soleil sont nécessaires pour atteindre ce résultat.

Le développement s'effectue en passant à la surface et au moyen d'un large pinceau la solution suivante :

Eau	100 cc.
Ferrocyanure de potassium	20 gr.

Les traits apparaissent de suite en bleu. On lave et on passe dans :

Eau	1000 cc.
Acide chlorhydrique	100 cc.

Après lavage définitif on met sécher par suspension.

428. Photocopies au gallate de fer. — Ce procédé a l'avantage de donner des traits noirs sur fond blanc. Il peut donc être employé non seulement pour la reproduction des calques mais aussi pour celle des négatifs quelconques à demi-teintes.

Le papier est préparé comme précédemment avec les solutions suivantes :

A.	Eau	500 cc.
	Gomme arabique	50 gr.
B.	Eau	200 cc.
	Acide tartrique	50 gr.
C.	Eau	200 cc.
	Sulfate ferrique	30 gr.

On verse C dans B puis après avoir agité vivement on verse le tout dans A, on ajoute alors :

Perchlorure de fer à 45° Baumé	100 cc.

On filtre et l'on garde dans l'obscurité. Ce papier ne doit pas être préparé longtemps à l'avance car il se conserve mal. A l'impression l'image apparaît en jaune.

Le développement s'effectue en faisant flotter sur le bain suivant :

Eau	1000 cc.
Acide oxalique	08r,1
— gallique	3 gr.

Les traits jaunes se colorent en noir intense. On lave avec soin et l'on met sécher.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

429. Procédé Boivin. — Nous indiquerons pour terminer ce dernier procédé dont nous ne connaissons pas la formule. Le papier tout préparé se trouve dans le commerce ; il est intéressant à cause de sa facilité d'emploi, de son faible prix de revient et des résultats qu'il donne.

L'impression au châssis doit être poussée jusqu'au moment où l'on aperçoit les détails dans les grandes ombres qui prennent une teinte violacée. On expose alors le papier, couche en dessous, au-dessous de la vapeur d'eau obtenue en chauffant celle-ci dans un récipient quelconque. L'image apparaît de suite et l'on peut, ce qui est à noter, faire monter telle ou telle partie en la présentant à l'action de la vapeur. La simple insufflation de l'haleine donne les mêmes résultats.

Lorsque l'épreuve est à point on la lave à plusieurs eaux jusqu'à élimination de la teinte jaune du papier et on la plonge dans le bain suivant :

Eau	1000 cc.
Hyposulfite de soude	50 gr.
Chlorure d'or à 1 p. 100	20 à 40 cc.

Suivant la durée de séjour la tonalité de l'épreuve varie et l'on obtient les teintes suivantes ; pourpre, sépia, ton platine et noir chaud. Ce bain se garde longtemps, il suffit d'y ajouter de temps en temps quelques centimètres cubes de la solution de chlorure d'or. On termine comme d'habitude par un lavage soigné.

Photocopies diverses.

430. D'autres sels que les sels d'argent, de fer ou de platine sont susceptibles de donner des images sous l'action de la lumière mais les résultats obtenus, importants au point de vue scientifique, n'ont pas encore donné lieu à des applications réellement pratiques. Il nous suffira donc de citer les remarquables travaux de MM. Lumière frères sur l'emploi des sels de cérium, de cobalt, de manganèse, de vanadium, etc.

Des recherches intéressantes ont été faites également sur l'emploi des sels d'urane. On laisse flotter la feuille de papier sur une solution d'azotate d'urane à 20 p. 100 pendant quinze minutes, puis on la fait sécher rapidement. Après insolation sous le négatif, on lave l'épreuve à l'eau tiède (50° à 60°), puis on la traite par divers bains qui font apparaître des images de colorations variées. Ainsi un bain de ferricyanure de potassium à 2 p. 100 donne des images sangui-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nes ; un bain de chlorure d'or à 1 p. 200 donne une coloration violette. On termine par un bon lavage.

Photocopies aux sels de chrome. (Procédé dit au charbon).

431. Ce procédé donne des épreuves inaltérables, d'une extrême finesse et de tons variables à volonté, mais il est assez délicat d'emploi et demande du temps et de la mise en œuvre. Il nécessite d'autre part l'emploi de négatifs retournés ou de nouvelles opérations qui auront pour but de remettre l'épreuve dans le véritable sens. Pour ces diverses raisons ce procédé, malgré les magnifiques résultats qu'il donne, n'est guère employé que dans l'industrie et est délaissé par la plupart des amateurs. Il est vrai de dire que, comme facilité d'emploi, il ne saurait lutter avec le procédé au platine et avec la variante très ingénieuse connue sous le nom de procédé Artigue que nous décrirons plus loin.

432. Ce procédé est basé sur l'une des propriétés de la gélatine bichromatée signalée par Poitevin. « *La gélatine bichromatée, sous l'influence de la lumière, s'insolubilise dans l'épaisseur de la couche et ceci proportionnellement à l'intensité de la lumière qui l'a pénétrée.* » Si, dans cette gélatine bichromatée coulée sur papier, on a incorporé au préalable une matière colorante à l'état de poudre impalpable, les parties devenues insolubles emprisonneront la matière colorante et ceci proportionnellement à leur degré d'insolubilisation. Au contraire les parties restées solubles seront éliminées par un dissolvant approprié et entraîneront la matière colorante. De cette manière l'image sera constituée par des épaisseurs différentes de matière colorante qui reproduiront toutes les valeurs de l'original.

433. Dans la pratique, les opérations ne sont pas aussi simples, car on a reconnu qu'il était préférable de développer l'image par la face opposée à celle qui a reçu la lumière : en effet dans toutes les parties où la lumière n'a produit qu'une insolubilisation plus ou moins forte, la couche sous-jacente reste soluble et sa disparition amènera fatalement l'élimination par entraînement des parties supérieures insolées il est vrai mais qui manqueront d'appui. Si, au contraire, on applique l'image non développée sur un support, et que l'élimination des parties restées solubles se face par la face opposée, la glace maintiendra les plus petites épaisseurs de gélatine insolubilisée et on ne perdra aucun détail ni aucune valeur. Mais par suite de cette opération l'image se trouvera retournée et il faudra la reporter

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sur un dernier support définitif où elle se trouvera dans son vrai sens.

Si l'on a pris soin d'utiliser un négatif pelliculaire et de le retourner lors de l'insolation, l'épreuve sera dans son vrai sens après le développement, on n'aura à transporter qu'une fois l'image, c'est le procédé par *simple transfert ;* si non, comme nous l'avons dit, il faudra deux reports, ce sera le procédé par *double transfert.*

Nous aurons donc à étudier d'une part la composition des papiers au charbon et de l'autre celle des papiers de transfert provisoire ou définitif suivant les cas.

434. Les papiers au charbon sont constitués par une couche de gélatine renfermant des matières colorantes diverses en poudre impalpable, couche qui est étendue à la machine sur des papiers de grande longueur. On choisit de préférence le papier de Rives de premier choix, peu encollé et fortement satiné ; comme matières colorantes l'encre de Chine, le noir d'ivoire ou d'os, la plombagine, le peroxyde de fer, les ocres calcinées, l'alizarine, la sépia. — On doit éviter les laques à l'alumine qui insolubilisent la gélatine, il faut en effet que les matières choisies ne puissent réagir ni sur la gélatine, ni sur le bichromate, ni sur le mélange des deux.

435. Pour la préparation de la couche on fait gonfler la gélatine dans l'eau, on la dissout au bain-marie et l'on ajoute la matière colorante. On mélange bien, puis on passe au tamis de soie et l'on étend sur papier. — A cet effet le papier est mouillé et appliqué sur une plaque de verre avec la raclette. On pose sur deux côtés deux réglettes de zinc épaisses qui maintiendront la gélatine et indiqueront l'épaisseur de la couche qui doit être de 4 à 5 millimètres. Ces réglettes serviront d'appui à un large rouleau qui permettra d'étaler convenablement la préparation. La glace doit être de niveau et lorsque la gélatine a fait prise on enlève la feuille de papier pour la porter au séchoir. L'opération de l'étendage sur papier peut se faire à la lumière diffuse, la préparation n'ayant sa sensibilité qu'à l'état sec.

436. Voici maintenant quelques formules empruntées à Liébert :

Ton brun rouge photographique.

Gélatine Nelson n° 1	25 gr.
— ambrée	200 gr.
Sucre blanc	30 à 60 gr.
Savon sec	25 gr.
Eau	675 cc.
Rouge indien	10 gr.
Encre de Chine	8 gr.
Laque carminée	6 gr.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour obtenir d'autres tons il suffira de remplacer dans la formule précédente les matières colorantes par les suivantes :

TON NOIR CHAUD.		TON BRUN CHOCOLAT.	
Noir de fumée ou de bougie	1 gr.	Encre de Chine en bâton	3 gr.
Laque carminée	6 gr.	Peroxyde de fer sec	2 gr.
Terre d'ombre brûlée	4 gr.	Alizarine (dissoute dans la soude)	0.50
Indigo	2 gr.	Purpurine	0.50
TON NOIR DE GRAVURE.		**TON SÉPIA.**	
Noir de fumée	38 gr.	Noir de fumée	4 gr.
Laque carminée	4 gr.	Sépia	35 gr.
Indigo	2 gr.		

Si l'on veut préparer le papier tout sensibilisé, on ajoute à ces diverses formules :

Bichromate de potasse	30 gr.
Carbonate de soude cristallisé	5 à 10 gr.

Ce papier ne se garde pas plus de quarante-huit heures.

437. Si l'on désire obtenir directement sur verre des épreuves destinées à être vues par transparence, on coule sur glace la préparation suivante :

Eau	1000 cc.
Gélatine	75 gr.
Colle de poisson	75 gr.
Noir de bougie	9 gr.
Rouge d'Angleterre	15 gr.
Glycérine	24 cc.

Si l'on préfère un ton rouge, on prendra la formule précédente (436) dans laquelle on ajoutera les matières colorantes suivantes :

Laque carminée	10 gr.
Rouge Indien	6 gr.
Encre de Chine	4 gr.

Pour les épreuves destinées à être vues par transparence, on peut augmenter la quantité de matière colorante, si nécessaire, afin d'avoir des vigueurs suffisantes.

En général, il sera plus simple d'employer les papiers au charbon que l'industrie livre à bon compte et en toutes nuances. Il n'y aura qu'à les couper au format voulu et à les sensibiliser.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

438. Papier de simple transfert. — Ce papier est recouvert de gélatine à 10 p. 100 insolubilisée par un séjour de dix minutes dans l'alun à saturation. On peut encore employer le papier albuminé dont l'albumine a été coagulée par la chaleur ou l'alcool. On prépare aussi du papier stucqué recouvert de gélatine mélangée de sulfate de baryte, il sert principalement pour les épreuves brillantes. Le rôle de ce papier est de recevoir l'image au charbon d'une façon définitive.

439. Papier de double transfert. — Ce papier ne doit servir que de support transitoire permettant le développement de l'image, celle-ci devant être reportée postérieurement sur le support définitif. Il faut donc que l'adhérence soit suffisante pendant le dépouillement de l'image et qu'elle puisse être détruite à un moment donné. — On enduit à cet effet le papier d'une couche absolument imperméable et impénétrable à l'eau, couche constituée en général par de la cire, des résines ou des gommes.

M. Liébert prend du papier albuminé coagulé au préalable, le fixe sur une planchette avec des punaises et l'enduit de la solution suivante :

Alcool à 90°	500 cc.
Stéarine	75 gr.
Résine en poudre	10 à 12 gr.

Une fois l'alcool évaporé on frotte la surface avec un tampon de ouate sèche jusqu'à ce qu'elle soit bien polie.

Un autre procédé consiste à tremper du papier végétal bien pur et transparent dans une solution de gomme laque à 10 p. 100 pendant cinq minutes. On met sécher. Nous n'insisterons pas davantage sur la fabrication de ces divers papiers que l'on trouve couramment dans le commerce.

440. Sensibilisation. — Si l'on prend, comme ce sera le cas le plus fréquent, le papier livré par l'industrie, il faudra le sensibiliser, ce qui se fait dans l'un des bains suivants :

Eau	1000 cc.
Bichromate de potasse	20 gr.
Carbonate d'ammoniaque	1gr,50

Si la température est plus élevée (de 25 à 30°), on emploiera de préférence :

Eau	1000 cc.
Bichromate de potasse	20 gr.
Ammoniaque liquide	3 cc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En hiver on augmente la quantité de bichromate :

Eau	1000 cc.
Bichromate de potasse	30 gr.
Carbonate d'ammoniaque	1 gr.

La plupart des opérateurs emploient tout simplement un bain de bichromate sans addition d'aucune autre substance. Le titre du bain varie de 3 p. 100 en été à 5 p. 100 en hiver. La température du bain ne doit pas dépasser 10° à 15° au plus. Aussi est-il nécessaire pendant la saison chaude d'opérer dans un local frais et de rafraîchir au besoin au moyen de glace. Le papier doit être plongé dans le bain, face en dessus et maintenu un instant dans le fond jusqu'à ce qu'il ait pris sa planimétrie. On agite la cuvette légèrement pour faire courir le bain à la surface et éviter la formation de petites bulles d'air. Si celles-ci persistaient on les enlève délicatement avec le doigt ou une baguette de verre. La durée de séjour total varie de deux à cinq minutes. On recommande au sortir du bain de faire glisser la feuille sur une baguette de verre de façon à éliminer la plus grande partie du bichromate adhérent ; les deux faces sont traitées ainsi : cette opération abrège de beaucoup le séchage. Le bichromate de potasse étant très corrosif et pouvant non seulement tacher les doigts mais amener des érosions ou des ulcérations de la peau, il est recommandé de se servir de doigtiers en caoutchouc.

La pratique a montré qu'il y avait avantage à diminuer la quantité de bichromate pour les clichés doux et à l'augmenter pour les clichés durs (dans ce cas on peut aller jusqu'à 4 ou 5 p. 100). On a reconnu également que pour les clichés doux il fallait augmenter la quantité de matière colorante et la durée d'exposition.

441. Séchage. — Il s'effectue en suspendant dans l'obscurité la feuille mixtionnée à une corde au moyen de deux pinces en bois. Le local où se fait cette opération doit être bien aéré et absolument exempt de poussières. La durée du séchage ne doit guère dépasser de sept à douze heures. En hiver il faut chauffer quelque peu (de 12° à 15°) et en été, au contraire, produire une ventilation énergique. On recommande de disposer dans la pièce deux ou trois assiettes remplies de chlorure de calcium desséché, à l'effet d'absorber l'humidité et d'activer, par suite, le séchage. Ce produit chauffé à nouveau sert indéfiniment. La conservation de ce papier ainsi sensibilisé ne dépasse pas quarante-huit heures, aussi le prépare-t-on au fur et à mesure des besoins et le jour pour le lendemain.

442. Exposition. — Elle s'effectue dans les châssis ordinaires : le négatif doit être bordé sur 2 ou 3 millimètres avec du papier noir

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ou d'étain ; cette précaution a pour but d'éviter l'insolation des bords qui leur enlèverait leur pouvoir adhésif et rendrait difficile l'application sur le support, ces parties se soulevant infailliblement.

443. L'aspect de la couche qui ressemble à de la toile cirée ne permet pas de suivre la venue de l'épreuve, il faut donc employer un procédé particulier pour savoir quand l'image est venue. A cet effet on se sert du photomètre. L'un des meilleurs est celui qu'a indiqué M. Léon Vidal. Il est basé sur les colorations successives que prend un papier au chlorure d'argent sous l'influence de la lumière ; pour obtenir une même coloration il faudra évidemment la même somme de lumière, qui sera atteinte plus ou moins rapidement suivant l'intensité de l'éclairage. Il comporte une série de teintes lithographiées que l'on compare avec celles obtenues avec le papier au chlorure : après un ou deux essais préalables on sait que l'exposition précise d'un cliché correspond à telle teinte pour donner

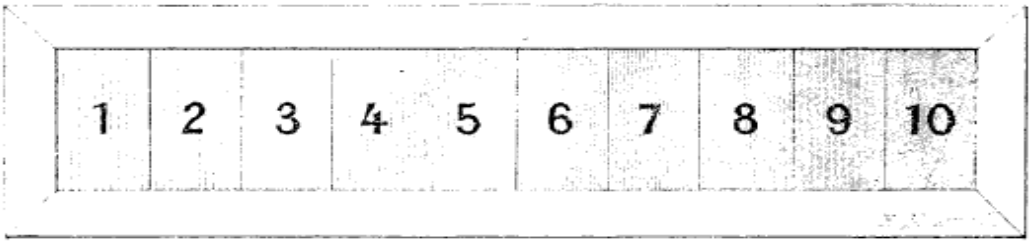


Fig. 211. — Photomètre à échelle formé avec des épaisseurs croissantes de papier transparent.

une bonne épreuve avec le papier bichromaté. On note sur le cliché le numéro qui correspond à cette teinte et on opère à coup sûr, puisqu'il est évident que quelles que soient les modifications de l'éclairage, il faudra la même somme de lumière pour la teinte numérotée du chlorure d'argent et par suite l'impression du papier sensible. On peut faire très facilement soi-même un photomètre en superposant des feuilles de papier dioptrique de manière à former une échelle de teintes et en inscrivant un numéro opaque sur chaque teinte. Tel ou tel degré du photomètre sera atteint lorsque le numéro correspondant deviendra visible par suite de l'impression de la zone qui l'entoure à travers l'épaisseur du papier transparent (fig. 211).

444. M. Chéri-Rousseau opère autrement. Il colore des lamelles de verre (12 c. de long sur 4 c. de large), de telle façon que la teinte obtenue se rapproche le plus possible de celle du papier albuminé faiblement teinté. Il inscrit ensuite, à des intervalles égaux qui correspondent aux degrés du photomètre, des numéros, en enlevant la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

couleur avec un canif. Sur cette lame de verre mise dans un châssis avec une feuille de papier albuminé sensible, l'auteur place une autre lamelle de verre recouverte d'épaisseurs croissantes de papier dioptrique; ces diverses épaisseurs correspondent exactement aux divers numéros. De cette manière, ceux-ci se trouvent recouverts d'écrans à opacités croissantes, et on considérera que tel ou tel degré du photomètre est atteint lorsque, en soulevant la lamelle de papier dioptrique, un numéro ne se distinguera plus de la teinte générale de la lamelle colorée.

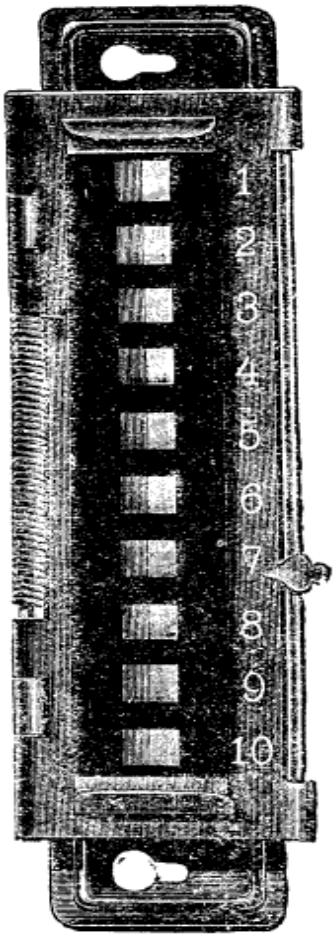


Fig. 212. — Photomètre Fernande.

445. On trouve dans le commerce un petit appareil qui est basé sur les mêmes principes et qui nous paraît très bien compris; c'est le contrôleur de pose Fernande (fig. 212). Cet appareil se compose d'une échelle transparente jaune, à teintes croissantes et numérotées de 1 à 10, puis d'une échelle analogue mais opaque qui est juxtaposée. On place sous cette échelle une feuille de papier albuminé sensible et on expose à la lumière. Le papier se colore et, lorsque cette teinte est devenue identique à celle d'une partie quelconque de l'échelle opaque, le numéro correspondant est atteint. Pour obtenir une deuxième épreuve rigoureusement semblable, il suffira de recommencer l'opération avec une nouvelle feuille de papier et de s'arrêter au même numéro, et ainsi de suite. Cet appareil est fort bien construit. Les changements de papier se font très simplement, en ouvrant le cadre qui porte les échelles et qui est monté sur un cadre inférieur au moyen de deux charnières à ressorts; un index mobile permet d'indiquer le numéro auquel on doit arrêter l'impression, ce qui évite toute distraction; enfin des rainures sont réservées pour interposer, s'il est nécessaire, un écran supplémentaire. En résumé, le contrôleur Fernande est un des meilleurs appareils que l'on puisse employer.

446. Quel que soit le genre de photomètre adopté, il sera nécessaire de faire quelques expériences préalables qui guideront l'opé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rateur par la suite et lui permettront, par comparaison, d'apprécier avec assez d'exactitude le degré probable qu'il sera nécessaire d'atteindre. Le numéro correspondant reconnu bon après développement sera inscrit sur le négatif et on évitera ainsi tous tâtonnements pour les épreuves suivantes. En terminant, nous recommandons de faire le tirage à une lumière douce; il est bon également de retourner fréquemment les châssis pendant l'insolation, surtout lorsque les négatifs sont retouchés. De cette manière, la retouche devient absolument invisible, tandis qu'il n'en serait pas ainsi si l'on tirait en lumière trop vive.

Le développement doit s'effectuer le plus tôt possible, car l'expérience a montré que l'insolation produite par la lumière se continuait même dans l'obscurité, à tel point qu'une épreuve à point le matin sera beaucoup trop venue si on ne la développe que le soir. On pourra mettre à profit de cette observation lorsque, accidentellement, des épreuves auront été sous-exposées. En retardant le développement, on arrivera à en tirer bon parti.

447. Procédé par simple transfert. — On prend une feuille de papier simple transfert, légèrement plus grande que l'épreuve ; on la laisse se distendre dans l'eau froide pendant deux à trois minutes, en éliminant avec soin les bulles d'air : d'autre part, on a traité de même dans une autre cuvette, l'épreuve sortant du châssis et portant l'image à développer. Dès que celle-ci est devenue plane, on superpose la feuille de transfert couche contre couche, on glisse en dessous une feuille de verre et on sort le tout. La glace est alors mise à plat et, au moyen de la raclette et d'une toile caoutchoutée, on applique parfaitement les deux feuilles l'une contre l'autre en insistant sur les bords. On laisse alors l'ensemble sécher pendant une demi-heure environ. Certains auteurs procèdent différemment. Les glaces portant des épreuves contrecollées sont superposées avec un papier buvard intercalé entre chaque et mises en légère pression. Quelques opérateurs prétendent que ce procédé peut donner un séchage inégal et par suite des marbrures.

M. Chardon opère autrement. Il sépare les épreuves contrecollées de la glace-support et les met tout simplement dans l'eau froide, où elles peuvent rester, sans inconvénients, jusqu'au moment du développement. Celui-ci serait même, paraît-il, facilité par suite de l'état de la gélatine qui aura absorbé toute la quantité d'eau qu'elle pouvait prendre, sans toutefois se dissoudre. Il est en effet nécessaire d'employer l'eau tiède pour dépouiller l'image. On met dans une cuvette en zinc de l'eau que l'on entretient à la température

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de 40° à 50°, et on immerge les épreuves, le côté du charbon en dessus. On prépare d'autre part une seconde cuvette avec de l'eau également chaude mais en moins grande quantité, de façon à pouvoir facilement en modifier la température par l'addition d'eau froide ou d'eau tiède. Au bout de quelques instants, on voit la matière colorante du papier dissoute par l'eau tiède déborder par les bords. A ce moment, on peut séparer les deux feuilles, ce que l'on fait délicatement sous l'eau; en cas de résistance, il faut attendre quelques instants; on jette alors la feuille mixtionnée, et l'on place le papier transfert avec l'image détachée dans la deuxième cuvette, face en dessous. On laisse alors l'image se dépouiller petit à petit en additionnant d'eau froide si l'opération est trop rapide ou d'eau chaude si elle est trop lente. Peu à peu l'image se dégage avec toutes ses finesses et toutes ses valeurs; on arrête lorsque, soulevant l'épreuve, on constate que l'eau d'égouttage n'est plus colorée, ce qui prouve que toutes les parties solubles ont été éliminées. On lave quelques instants à l'eau froide, puis on passe quelques minutes dans un bain d'alun à 2 ou 3 0/0. On rince avec soin et l'on met sécher par suspension.

Au cas où l'épreuve resterait trop vigoureuse malgré l'emploi d'eau très chaude, on peut la passer dans une solution faible et chaude de cyanure de potassium (poison très violent) ou dans un bain faible de carbonate de soude ou d'eau additionnée de quelques gouttes d'ammoniaque. Néanmoins, ces procédés attaquent plus spécialement les demi-teintes; il est préférable, à notre avis, de refaire une épreuve en modifiant la pose qui était défectueuse.

448. Procédé par double transfert. — On exécute exactement les mêmes opérations que nous venons de décrire, mais en employant le papier double transfert (439) au lieu de papier simple transfert. L'image sera développée comme précédemment, puis, lorsqu'elle sera terminée, appliquée sur un papier à simple transfert qui constituera le support définitif.

449. Comme support provisoire, on peut employer également le papier caoutchouté ou encore des glaces convenablement préparées. Nous décrirons seulement ce dernier procédé, qui donne d'excellents résultats. On prend des glaces opales qui doivent être soigneusement décapées à l'acide, lavées puis passées à l'ammoniaque. On les chauffe ensuite et on les frotte sur une des faces avec un morceau de cire blanche que l'on étend avec un tampon de flanelle. La glace doit être uniformément couverte de cire mais sans excès car, dans ce cas, l'adhérence serait insuffisante pendant le développement. Les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

glaces ainsi préparées sont gardées à l'abri de la poussière dans une boîte à rainures. M. Chéri-Rousseau, qui donne ce mode de préparation, recommande en été de les passer dans un bain d'alun aussitôt après le cirage, de les rincer et de les mettre à sécher. On évite ainsi le décollement.

450. L'application de l'épreuve sur la glace cirée se fait sous l'eau et sans qu'il y ait aucune modification au mode opératoire déjà décrit. On laisse sécher les glaces à l'air libre pendant quelques minutes (10 en été et 20 en hiver). Le développement ne présente rien de particulier, sinon qu'il faut employer un petit cadre métallique permettant de maintenir la glace face en dessous, sans qu'elle touche le fond de la cuvette.

M. Chéri-Rousseau préfère pour le transfert définitif, le papier double transfert émail de l'industrie. Ce papier est recouvert d'une couche de gélatine additionnée de sulfate de baryte.

L'auteur indique un mode opératoire qui paraît compliqué

Fig. 213. — Disposition des cuvettes pour le transfert des épreuves au charbon (procédé de M. Chéri-Rousseau).

au premier abord mais qui, cependant, est très simple et marche admirablement. On dispose côte à côte 5 cuvettes renfermant les bains suivants : 1° eau froide ; 2° eau chaude à 40° environ ; 3° alun de chrome 5 0/0 ; 4° et 5° eau froide. Le schéma suivant indique bien la marche de l'opération (fig. 213). Le papier transfert coupé à la dimension des épreuves est mis à tremper dans la première cuvette pendant quinze à vingt minutes, pour que la gélatine soit suffisamment ramollie. On le passe ensuite pendant cinq ou six secondes dans la deuxième cuvette (eau chaude à 40°), puis quelques secondes dans la solution d'alun, ensuite quelques instants dans la quatrième cuvette (eau), et finalement dans la dernière, où l'on introduit en même temps la glace cirée. On juxtapose les deux et on passe légèrement à la raclette (une simple pression est suffisante pour assurer l'adhérence). On met ensuite sécher les glaces. Les épreuves, au bout de quelques heures, se détachent spontanément.

451. Collage. — On recommande en général, pour les épreuves au charbon, d'effectuer un collage à sec en enduisant simplement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les bords de colle forte, le collage par les procédés ordinaires enlevant le brillant de l'image. Cependant certains auteurs, parmi lesquels M. Chéri-Rousseau, font le collage en plein mais avec les précautions suivantes : les épreuves découpées sont mises à tremper dans l'eau froide par série de dix à douze seulement. Elles sont empilées les unes sur les autres sur une glace, face en dessous, et épongées avec du papier buvard : on recouvre alors d'une seconde glace et l'on met en pression sous un poids pendant une dizaine de minutes. Sans cette précaution indispensable, les épreuves se recroquevillent et le collage serait presque impossible. Une fois collées, on peut satiner à chaud ou à froid par les procédés ordinaires (471).

432. Procédé Artigue.

Le procédé au charbon, il faut bien l'avouer, n'a jamais rencontré beaucoup de succès auprès des amateurs, à cause des manipulations délicates qu'il entraîne et de la nécessité de faire des reports et des transferts. Nous le regrettons pour notre part, car il est peu de procédés qui soient aussi parfaits et aussi souples sans parler de l'inaltérabilité qui a aussi son importance. Un chercheur infatigable M. Victor Artigue vient de lancer un procédé tout nouveau qui est exempt des reproches que l'on pouvait faire au charbon au point de vue pratique. Ce papier, dit charbon-velours, n'exige pas de négatifs retournés ni de transferts d'aucune sorte, il donne des images de grande finesse et d'une richesse dans les noirs absolument remarquable. De par sa facilité d'emploi et la beauté des résultats obtenus, il prendra une place importante parmi les procédés usuels. Il n'est pas livré, comme le papier au charbon, en diverses teintes, mais d'après ce que nous pensons, rien ne s'oppose à ce que l'inventeur réalise ce progrès qui sera certainement très apprécié.

La formule et le mode de préparation n'ayant pas été publiés nous nous contenterons de dire que le papier velours se présente sous l'aspect d'une feuille de papier blanc recouvert sur une de ses faces d'un véhicule emprisonnant une poudre noire impalpable. Il ne devient sensible à la lumière qu'après immersion dans une solution de bichromate de potasse.

433. Le procédé de sensibilisation très long et très minutieux indiqué par l'auteur consiste à recouvrir le papier au dos, au moyen d'un pinceau, de la solution suivante :

Eau	100 cc.
Bichromate de potasse	5 gr.

Nous renvoyons pour le mode opératoire, qu'il serait fastidieux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de décrire, aux prospectus qui accompagnent ce papier : qu'il nous suffise de dire qu'il faut éviter d'une manière absolue le passage du bichromate sur la couche et que la feuille doit rester imbibée de liquide quarante minutes avant d'être mise à sécher. Enfin le papier se gardant mal, il faut le préparer un jour pour le lendemain.

Certains opérateurs parmi lesquels nous citerons MM. de Saint-Senoch, Mouton, Drouet, amateurs très distingués, ont voulu s'affranchir de cette préparation fastidieuse et ils ont essayé la sensibilisation en plein par immersion dans une cuvette. Les résultats sont également bons et nous croyons que cette simplification dans la préparation contribuera certainement à l'extension plus grande du procédé. Il est à noter seulement que le titre de la solution de bichromate doit être beaucoup plus faible et peut descendre jusqu'à 0,5 p. 100. La durée de séjour ne doit pas excéder deux à trois minutes. Quel que soit le mode de préparation, la feuille sensible est mise dans l'obscurité dans le châssis positif et insolée comme d'habitude.

454. Comme dans le procédé au charbon, l'image n'est pas visible et il faut faire usage d'un photomètre (443). M. Artigue emploie un appareil spécial qui permet d'exposer au jour en même temps que le négatif, une bande de papier bichromaté dans la solution qui a servi pour la sensibilisation du papier velours. Ce papier, au bout d'un temps variable suivant la lumière, prend une teinte jaune paille qui ne se modifie plus qu'après une exposition très prolongée ; à ce moment l'auteur tire légèrement son papier de façon à démasquer une nouvelle portion de la surface. Chaque fois que la teinte en question est atteinte, on recommence et chaque teinte constituant un degré de l'appareil il sera facile d'arriver avec assez grande précision à donner une exposition presque identique aux différentes épreuves d'un même négatif. Chaque négatif tiré portera donc un numéro qui indiquera le nombre de degrés du photomètre qu'il faudra atteindre. Pour déterminer ce chiffre la première fois et par raison d'économie on tirera simplement une fraction du négatif. On opèrera ainsi à coup sûr.

455. Nous arrivons maintenant au développement qui est la partie vraiment très originale de ce procédé. Il consiste à éliminer par un frottement très doux toutes les parties de la couche restées solubles. A cet effet, M. Artigue se sert d'une sorte de bouillie faite avec de la sciure de bois très fine mélangée intimement avec de l'eau portée à une température déterminée. L'épreuve fixée sur une traverse en bois par des pinces est arrosée avec cette sciure que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'on prend au moyen d'une sorte de cafetière à large conduit (fig. 214). Peu à peu l'image se dépouille et on la voit apparaître avec toutes ses finesses et tous ses détails. Un simple lavage, puis un passage à l'alun et enfin un dernier lavage terminent toutes les opérations.

Ce procédé si bizarre en apparence donne des résultats surprenants et la façon de conduire le développement présente des res-

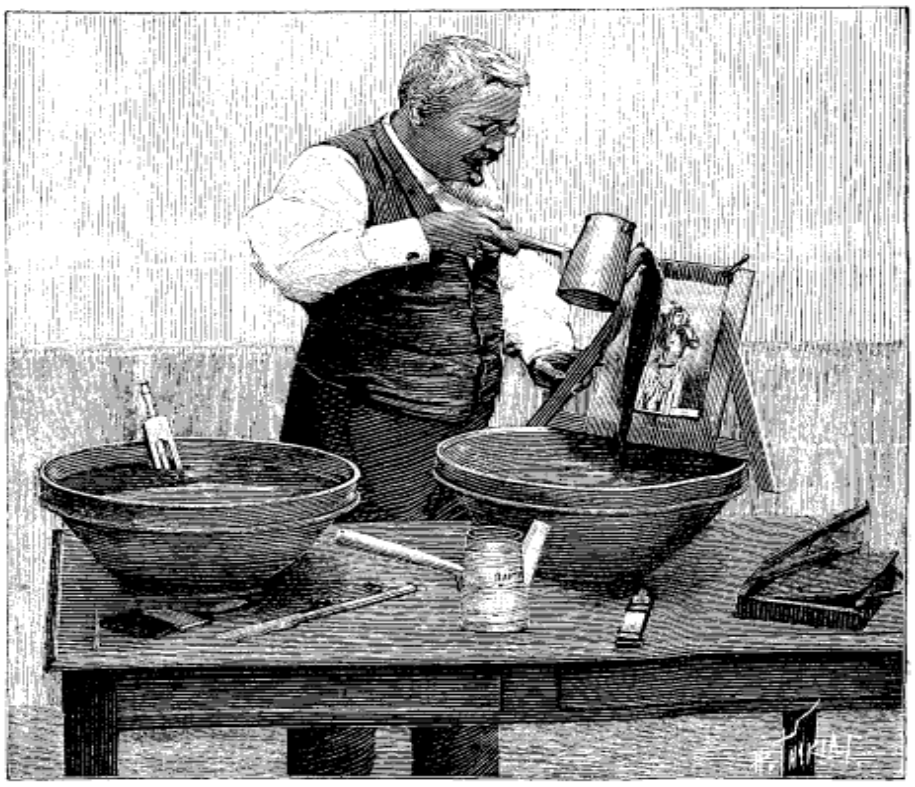


Fig. 214. — Développement du papier Artigue au moyen de la sciure de bois.

sources très variées ; la température du mélange, sa consistance, le plus ou moins d'énergie de son arrivée permettent à un opérateur exercé de conduire l'opération avec la plus grande sûreté. On ne pourrait faire qu'un reproche, c'est qu'il faut agir avec une sage lenteur et une grande patience. La température du mélange doit être réglée avec beaucoup de soin et il ne faut pas dépasser 28° sous peine de perdre les détails et les demi-teintes. Mais de ce côté le procédé sera encore perfectionné et rendu plus pratique. C'est ainsi que notre ami M. Mouton, qui applique ce procédé avec grande ha-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bileté, applique d'abord la feuille à développer sur une glace, ce qui la rend plus facile à manier et qu'il commence par laisser tremper le papier dans de l'eau jusqu'à ce qu'il perçoive une trace d'image. A ce moment il se sert alternativement de sciure à 28° et de sciure froide. Cette manière d'opérer raccourcit de beaucoup les opérations et paraît donner également de bons résultats.

456. Autres procédés aux sels de chrome.

Les sels de chrome se prêtent à des applications multiples ainsi que nous le verrons du reste dans les procédés industriels mais en ce qui concerne l'obtention des images positives il nous reste à parler de méthodes spéciales qui sont basées sur quelques propriétés de la gélatine bichromatée dont nous n'avons pas encore parlé.

457. Procédé aux poudres. — Certains colloïdes naturels tels que le sucre, le miel mélangés avec le bichromate de potasse deviennent insolubles sous l'influence de la lumière et perdent leurs propriétés hygroscopiques et adhésives. Une couche ainsi préparée et insolée ne retient plus des poudres impalpables que dans les parties non insolées et proportionnellement au degré d'insolation. Ce procédé peut être utilisé pour obtenir des contretypes. On prépare la solution suivante :

Miel	1 gr.
Gomme arabique en poudre	5 gr.
Sucre de raisin	5 gr.
— de canne	2 gr.
Eau	100 cc.

On ajoute 10 cc. cubes d'une solution de bichromate de potasse à 9 p. 100 et après quelques heures de repos on filtre avec soin deux ou trois fois pour avoir un liquide exempt de toutes poussières. Ce liquide est versé sur les plaques comme du collodion et l'on fait sécher ce qui demande un quart d'heure environ. Ces plaques ne se gardent guère plus d'un jour ou deux : on insole au châssis-presse un positif avec tendance à la sur-exposition mais il faut faire quelques essais préliminaires pour arrêter au point exact. Une pose insuffisante donne une épreuve voilée, un excès empêche tout développement. On rentre dans le laboratoire et on laisse la plaque à l'air, elle s'empare de l'humidité ambiante et au bout de quelques instants les parties non insolées deviennent poisseuses ; à ce moment on étend sur la plaque avec un pinceau de martre une poudre fine, plombagine avec mélange de noir de fumée ou brun Van Dyck. Cette poudre n'adhère qu'aux parties poisseuses et glisse sur les autres. L'image se forme ainsi peu à peu ; si certaines parties viennent difficilement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

on hâle dessus, l'humidité de l'haleine suffit pour augmenter l'adhérence au point correspondant. On enlève l'excès de poudre avec un morceau de ouate très propre et l'on recouvre du collodion suivant :

Coton poudre	2 gr.
Éther	60 cc.
Alcool	40 cc.
Glycérine	10 gouttes.

On expose alors la plaque par le dos au moins un quart d'heure à la lumière pour rendre l'image insoluble. On lave ensuite jusqu'à disparition complète de la teinte jaune due au bichromate. Après dessiccation on vernit avec un bon vernis copal.

438. Emaux photographiques. — Les mêmes réactions que nous venons de décrire sont utilisées mais on emploie des poudres vitrifiables et l'image est ensuite reportée sur émail et cuite au four.

M. de Lucy Fossarieu qui s'est particulièrement occupé de cette question indique la formule suivante :

A.	Eau	100 cc.
	Sucre blanc	20 gr.
	Gomme arabique	6 gr.
	Solution aqueuse saturée de borax	50 cc.
	Miel pur	150 gr.

Au moment de l'emploi on prend :

Solution A	60 cc.
Solution saturée de bichromate d'ammoniaque	40 cc.
Eau	100 cc.

L'exposition et le développement se font comme précédemment : comme poudre on emploie les poudres d'émail du commerce de ton variable suivant le goût de l'opérateur. On recouvre après développement complet la plaque de collodion normal (1 gr. 50 à 2 gr. de pyroxyle p. 100). Dès que la pellicule a fait prise et sans attendre davantage on passe dans un bain acide (5 à 10 gr. d'acide sulfurique ou chlorhydrique p. 100) : la couche se détache du support. On la lave avec soin jusqu'à élimination complète du bichromate puis on applique sur la plaque d'émail au moyen de la solution suivante :

Eau	1000 cc.
Pépins de coings	5 gr.
Solution de borax à saturation	100 cc.

On laisse sécher et l'on passe à la cuisson qui se fait dans le four d'émailleur.

439. A côté de ce procédé en quelque sorte classique qui a donné

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

entre les mains d'opérateurs habiles des résultats de toute beauté il convient de signaler un procédé quelque peu différent qui serait susceptible d'être plus maniable et d'avoir d'assez nombreuses applications. Ce procédé original indiqué par M. Guérot (de Nevers) consiste à faire emploi d'un papier au charbon dans lequel la matière colorante est remplacée par des couleurs vitrifiables. Ce papier est sensibilisé, développé à la manière ordinaire puis reporté sur faïence, porcelaine tendre, verre opale, etc. On passe ensuite au moufle. M. Guérot prétend par le choix convenable de la gélatine être arrivé à éviter le boursouflement de celle-ci pendant la cuisson, accident qui avait arrêté les applications faites dans cet ordre d'idées.

460. Photo-sépia. — Une variante de ces procédés consiste à recouvrir une feuille de papier d'un liquide contenant de la gomme arabique colorée et du bichromate de potasse, à exposer sous un négatif et à développer à l'eau tiède : les parties frappées par la lumière sont devenues insolubles et les autres seront éliminées. Se basant sur ce principe indiqué par Poitevin, un de nos collègues, M. A. Rouillé Ladevèze a décrit sous le nom de procédé photo-sépia et photo-sanguine un mode opératoire qui permet d'obtenir avec grande facilité des épreuves de tonalités très chaudes et d'un certain effet artistique. L'auteur prépare :

A. Gomme arabique	40 gr.
Eau	100 cc.

Faire dissoudre au bain-marie et filtrer.

B. Bichromate de potasse	10 gr.
Eau	100 cc.

Pour l'usage on mélange ces deux solutions A et B par moitié et on y ajoute une certaine quantité de matière colorante convenablement choisie (de 4 à 5 gr. pour 100). Cette opération doit être faite à faible lumière ou mieux dans le laboratoire éclairé au verre jaune.

Comme matières colorantes, l'auteur emploie les couleurs moites préparées spécialement pour l'aquarelle et en particulier la sépia naturelle, la sépia colorée, le brun rouge, l'ocre rouge, l'encre de Chine. On fait des mélanges en proportions diverses suivant la tonalité que l'on désire et en tenant compte dans une certaine mesure de la couleur propre du bichromate qui modifie légèrement le résultat. Le papier doit être choisi avec soin : les papiers bien collés sont excellents et, entre autres, ceux de la maison Canson et Montgolfier. On peut du reste employer d'autres papiers à grain plus ou moins fort mais toujours bien collés. La feuille choisie est fixée sur une plan-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chette avec des punaises et recouverte de la solution bien mélangée, au moyen d'un large pinceau en martre. Il est recommandé de passer plusieurs fois le pinceau mais toujours dans le même sens.

On suspend ensuite le papier pour le séchage. La sensibilisation peut se faire à une faible lumière mais le séchage doit avoir lieu dans l'obscurité.

L'exposition se règle au moyen d'un photomètre quelconque (443), et il sera nécessaire de faire quelques expériences préliminaires. Le développement s'effectue avec de l'eau tiède (30° environ). L'épreuve est d'abord trempée dans ce bain, puis posée sur une glace placée dans la cuvette; on la maintient avec deux doigts sur cette glace et on peut la faire remuer facilement sans la voir se rouler. On facilite le dépouillement de l'image en faisant couler de l'eau tiède sur l'épreuve ou même en se servant d'un pinceau ou d'une éponge imbibée d'eau tiède. Ce procédé offre une certaine latitude à l'opérateur, qui peut dégager facilement telle ou telle partie. On termine par un bon lavage.

461. Procédés de teinture. — La gélatine bichromatée, comme on le sait, devient insoluble sous l'action de la lumière; il en est de même de tous les colloïdes d'origine animale ou végétale, l'albumine, la gomme, etc. Cependant la gélatine insoluble offre une particularité intéressante, c'est de n'être plus perméable ou difficilement perméable aux solutions froides, tandis que les parties non insolées restent très perméables à ces dernières; au contraire, les autres colloïdes restent perméables dans les parties insolubilisées, tandis que les parties solubles se dissolvent dans les liquides froids.

On comprend facilement que le trempage de ces images à peine visibles dans des teintures donnera des colorations intenses, la couleur se fixant dans la couche proportionnellement à l'action lumineuse.

462. Hydrotypie. — Ce procédé a été indiqué par Ch. Cros; il consiste à exposer une plaque recouverte de gélatine bichromatée sous un phototype et, après élimination du bichromate, à la plonger dans une solution colorée. On peut préparer facilement des plaques gélatinées de la manière suivante : on les recouvre d'abord d'une solution ainsi préparée :

Silicate de soude	5 cc.
Bière	200 cc.
Eau	800 cc.

Puis après dessiccation, d'une couche mince de gélatine :

Gélatine semi-dure	20 gr.
Eau	100 cc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On opère comme il a été dit précédemment pour le coulage de niveau et le séchage (183, 184).

Il est encore plus simple d'utiliser les plaques au gélatino-bromure du commerce voilées accidentellement. Dans ce cas, il suffit de les fixer dans l'hyposulfite de soude, de les laver convenablement et de les mettre sécher.

462 *bis*. On peut employer aussi de vieux négatifs à condition de faire disparaître l'image. On fait tremper à cet effet la plaque dans le liquide suivant préparé au moment de l'usage :

Prussiate rouge de potasse	10 gr.
Hyposulfite de soude	10 gr.
Eau	100 cc.

Lorsque l'image est complètement éliminée, on lave à l'eau courante jusqu'à disparition de la teinte jaune donnée par le prussiate. On fait sécher. Les plaques alunées ne peuvent être utilisées. On sensibilise les plaques à l'obscurité dans un bain de bichromate d'ammoniaque (3 0/0) et ceci pendant trois à cinq minutes, suivant la dureté de la gélatine. On les lave ensuite rapidement pour enlever l'excès de bichromate et l'on fait sécher. L'exposition se fait dans les conditions habituelles et la durée de pose est réglée d'après la nature du cliché et l'intensité de la lumière. Sous l'influence de celle-ci, les parties correspondant aux transparences du négatif deviennent insolubles et proportionnellement à ces transparences.

On rentre dans le laboratoire, on lave pour éliminer tout le bichromate et l'on fait sécher. Il n'y a plus alors qu'à tremper la plaque dans la solution colorée; les parties restées solubles se gonflent et s'emparent de la matière colorante en quantité proportionnelle à l'action de la lumière. On obtient naturellement un positif d'après un positif.

Cros indique les matières colorantes suivantes :

Rouge	Carmin ammoniacal, fuschine, éosine.
Jaune	Berberis, acide picrique et picrates alcalins.
Bleu	Bleu de Prusse et bleu d'aniline.

On termine par un bon lavage pour éliminer l'excès de couleur et l'on met sécher.

463. MM. Lumière, en appliquant ce principe général, ont indiqué un procédé présentant des variantes importantes et qui permet d'obtenir des doubles colorations. Les résultats obtenus, surtout

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en ce qui concerne les diapositives pour projection de sujets microscopiques, sont des plus intéressants. Les auteurs se servent d'un papier au charbon contenant très peu de matière colorante, de telle façon que l'on peut suivre le développement, une image trop intense pouvant modifier d'une façon défavorable les colorations. Ce papier est sensibilisé dans le bain suivant :

Eau	650 cc.
Bichromate de potasse	25 gr.
Alcool	350 cc.

On se conforme pour la sensibilisation et l'exposition aux indications générales du procédé au charbon (440, 442). L'image appliquée sur verre douci de préférence pour éviter les soulèvements est développée à fond à l'eau tiède, puis lavée à l'eau froide, passée à l'alcool et séchée. Elle est à peine visible. On la plonge alors dans le bain colorant convenable qui est constitué par une solution faible (1 p. 100 ou 1 p. 500) de couleur d'aniline soluble dans l'eau, telle que le violet et le bleu de méthyle, le violet de gentiane, le bleu coton, le rouge Magenta, le nacarat, la safranine, le vert malachite, etc. On dissoud au préalable dans une petite quantité d'alcool certaines de ces couleurs peu solubles dans l'eau et l'on rajoute la quantité d'eau suffisante. Si la coloration est trop vive, on la diminue par des lavages à l'eau ou à l'alcool dont l'action est plus complète. Les parties correspondant aux plus grandes épaisseurs de la couche peuvent ainsi rester colorées alors que le fond sera tout à fait décoloré; en employant alors un second bain plus faible de coloration différente, on obtient la teinture du fond et en général de toutes les parties décolorées précédemment. On met sécher et l'on recouvre d'un vernis à la gomme Dammar, qui a pour but de faire disparaître le grain du verre douci. Il est possible, au lieu de verre douci, d'employer le verre poli mais les soulèvements sont à craindre.

464. Photo-teinture Villain. — M. Villain a fait connaître un procédé original qui permet, à l'aide des sels de chrome, d'obtenir des épreuves par voie de teinture. On trempe un morceau de papier ou de tissu quelconque (coton, laine, soie) dans le bain suivant :

Eau	1000 cc.
Bichromate d'ammoniaque	50 gr.
Métavanadate d'ammoniaque	5 gr.

On fait sécher à l'obscurité et à une température qui ne doit pas excéder 25° sous peine de décomposition partielle de la couche. On expose sous un négatif jusqu'à apparition complète des détails.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On lave alors pour éliminer le sel de chrome non réduit et l'on passe dans le bain de teinture convenable. Celui-ci doit être amené à l'ébullition lentement et être maintenu pendant 15 à 20 minutes à cette température. On trempe l'épreuve qui se teint immédiatement. Si les blancs ne sont pas très purs on passe dans un bain chaud de savon et de carbonate de soude ou dans un bain froid de chlorure de chaux contenant quelques gouttes d'acide chlorhydrique. Après ce dernier bain, il est bon de passer dans un bain alcalin pour éliminer toutes traces de chlore. On termine par un bon lavage.

Pour obtenir diverses nuances M. Villain recommande tout spécialement les matières colorantes dérivées de l'anthracène.

Achèvement des photocopies sur papier.

465. Séchage des épreuves. — Quel que soit le procédé employé, le séchage des épreuves s'obtient en les suspendant à des

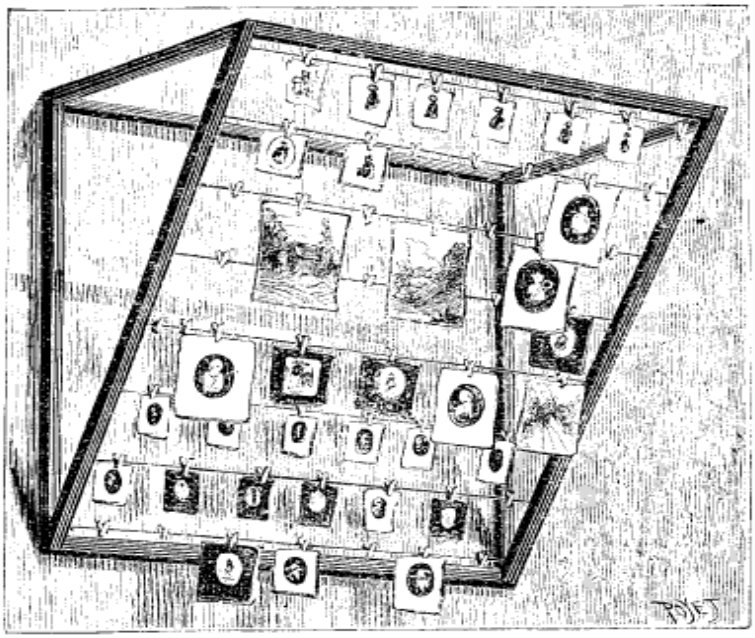


Fig. 215. — Séchage des épreuves positives sur papier.

cordes tendues au moyen de pinces en bois. Une seule pince par épreuve est suffisante mais deux sont préférables pour éviter l'enroulement qui se produit fréquemment avec certains papiers peu consistants. Pour de grandes épreuves il peut être avantageux de fixer deux pinces aux coins inférieurs du papier : par leur seul poids

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

elles maintiendront la feuille plane. On peut également mettre les épreuves deux à deux et dos à dos bien entendu : elles se soutiennent l'une l'autre et s'enroulent beaucoup moins. Nous donnons (fig. 215) le modèle du séchoir que nous avons adopté à la Salpêtrière, et qui nous permet dans un espace restreint de sécher un grand nombre d'épreuves.

Si l'on est pressé on peut sécher l'épreuve dans du papier buvard blanc en la pressant fortement et ainsi de suite plusieurs fois dans des feuilles nouvelles. Cette manière de faire n'est pas applicable aux papiers à la gélatine qui adhéreraient au papier buvard. Il est à remarquer cependant que ces papiers s'ils ont été alunés deviennent moins poisseux, dans ce cas le séchage sera possible avec quelques précautions. Mais le mieux avec les papiers de ce genre est de les passer pendant quelques minutes dans l'alcool de façon à éliminer toute l'eau contenue. On peut alors les sécher sans inconvénient.

Après le passage au papier buvard on peut obtenir le séchage rapide en présentant l'épreuve devant un feu doux mais cette manière d'opérer ne réussit qu'avec les papiers dont la couche n'est pas constituée par de la gélatine ou autres substances fusibles à basse température.

466. Montage des épreuves. — A l'exception de certains papiers qui ont une consistance suffisante, il est nécessaire de coller les épreuves photographiques pour leur donner plus de soutien, permettre de les manier facilement et de les réunir en album. D'autre part, le montage qui se fait ordinairement sur carton fait ressortir l'épreuve par la coloration convenable d'une teinte qui constituera des marges d'un effet agréable et artistique.

L'épreuve devra donc être coupée de façon à la ramener à une taille régulière et collée ensuite sur le carton choisi. Cette opération peut se faire à l'état humide ou à l'état sec. Dans les deux hypothèses, on se sert de calibres en verre qui permettent d'obtenir une coupe régulière.

467. Coupe des épreuves à l'état humide. — L'épreuve est placée sur une glace épaisse et bien propre face en dessus. On la recouvre du calibre convenable (fig. 216) et on sépare les parties qui dépassent au moyen d'une molette en acier très tranchante. Ce procédé est délicat et nous lui préférons le coupage à sec.

467 *bis*. Coupe des épreuves à l'état sec. — On opère comme précédemment mais sur l'épreuve tout à fait sèche. On remplace la molette par une lame bien tranchante (fig. 217) que l'on actionne

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avec rapidité et sans temps d'arrêt. On peut employer dans le même but, comme l'a indiqué dernièrement M. Mareschal, les plumes en acier qui sont fabriquées pour l'opération de la vaccination. On se sert également de grands ciseaux; dans ce cas l'épreuve est tenue

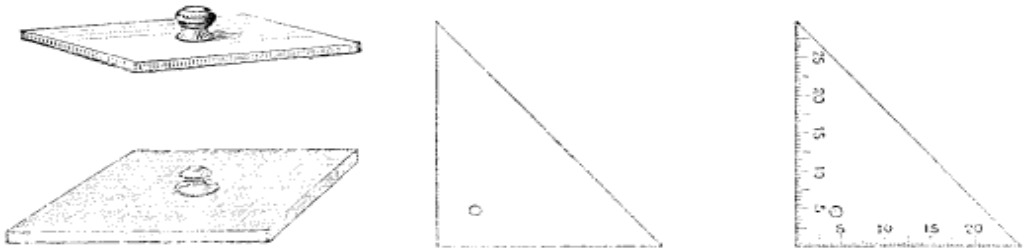


Fig. 216. — Calibres et équerres en verre pour le rognage des épreuves.

à la main appliquée contre le calibre. Le premier procédé nous paraît de beaucoup préférable. Lorsque l'on effectue le coupage à sec il ne faut pas oublier que l'épreuve se distend lors du mouillage qui précède le collage (381). Les calibres devront être calculés de telle sorte, que l'épreuve soit coupée plus petite de la quantité qui correspond à sa dilatation. Il n'y aura pas à s'inquiéter de cette question lorsque l'on aura affaire à des papiers qui ne se dilatent pas ou lorsque le collage doit être effectué à sec. Dans ce cas on coupera l'épreuve juste à la dimension voulue.

Fig. 217. — Pointe pour le coupage des épreuves.

468. Collage des épreuves.

Le collage se fait de deux manières : soit l'épreuve mouillée, soit l'épreuve sèche. Le premier procédé est le plus employé, néanmoins le second est indispensable si l'on veut conserver la dimension rigoureuse de l'épreuve coupée ou si l'on emploie des papiers soit émaillés soit à surface brillante; il est évident en effet que dans ces derniers cas le mouillage détruirait l'aspect particulier de la couche.

469. Collage des épreuves à l'état humide. — Les épreuves préalablement coupées sont mises dans l'eau jusqu'à ce qu'elles soient bien planes, on les empile ensuite couche en dessous sur une plaque de verre très propre et on les enduit avec un large pinceau de la colle adoptée. La plus employée est la colle d'amidon que l'on peut faire par les deux procédés suivants :

1° On prend 5 grammes d'amidon que l'on délaie dans 100 cc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'eau, puis l'on chauffe tout doucement jusqu'à l'ébullition et en remuant constamment, on retire lorsque la masse se prend. On laisse refroidir puis on passe au travers d'un linge fin en faisant un nouet.

2° On délaie 5 grammes d'amidon dans la plus petite quantité d'eau possible puis on fait chauffer d'autre part à l'ébullition 100 grammes d'eau. Lorsque ce résultat est atteint on retire du feu et on verse doucement et en remuant constamment l'amidon délayé. La colle est faite de suite et on passe comme précédemment. Dans un cas comme dans l'autre on ne doit employer la colle qu'après refroidissement complet.

Cette colle se conserve médiocrement mais sa fabrication étant très simple et sa valeur nulle, il vaut mieux ne l'employer qu'à l'état frais. Les épreuves mises sur la glace doivent être bien égouttées avant d'être recouvertes de colle, ce que l'on fait en passant sur leur dos le pinceau et ceci à plusieurs reprises et dans différents sens. La quantité de colle mise doit être très faible et ne pas faire épaisseur. On enlève tous les grains de poussière qui pourraient exister et, soulevant un coin avec la pointe d'un canif, on saisit l'épreuve avec les deux mains et l'on applique sur le carton à la place qu'elle doit occuper. Ceci est une question d'œil et d'expérience, il faut tâcher en effet d'arriver du premier coup à mettre l'épreuve bien d'aplomb, en laissant les marges égales. On peut bien, il est vrai, déplacer légèrement l'épreuve par glissement pour la redresser, mais on risque soit de la déchirer soit de faire des plis, sans compter les bavures de colle qui seront visibles à la place primitive qu'elle occupait. Il faudra donc s'habituer à placer l'épreuve du premier coup. On l'éponge avec du buvard blanc, de façon à enlever l'eau interposée et à l'appliquer exactement sur le carton en chassant les bulles d'air qui pourraient se trouver emprisonnées. On superpose alors une autre feuille de buvard sec et avec la main ou un tampon d'étoffe douce on produit l'adhérence complète de l'épreuve. Il est recommandé de faire glisser la main ou le tampon toujours dans le même sens pour éviter le plissement de l'image et d'appuyer énergiquement sur les bords de l'épreuve qui, en général, ont le plus de tendance à se décoller.

Les épreuves montées doivent être mises à sécher à l'air libre. Sous l'effet du séchage les cartons ont une tendance à se courber en dedans : pour éviter cet effet on peut placer les épreuves entre deux réglettes de bois de façon à les faire bomber l'image en dehors, le séchage s'effectuant dans cette position et la courbure donnée au

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

carton contrebalançant la tendance à se rouler dans l'autre sens, l'épreuve restera définitivement plane. La fig. 218 montre un dispositif spécialement construit à cet effet.

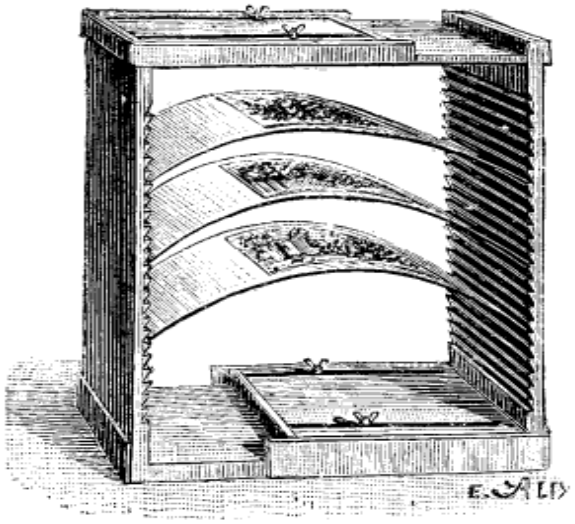


Fig. 218.

470. Collage à sec. — On enduit abondamment de colle d'amidon l'épreuve non mouillée et l'on applique comme précédemment sur le carton. Pour assurer l'adhérence on recouvre d'un papier buvard blanc et on met sécher sous pression.

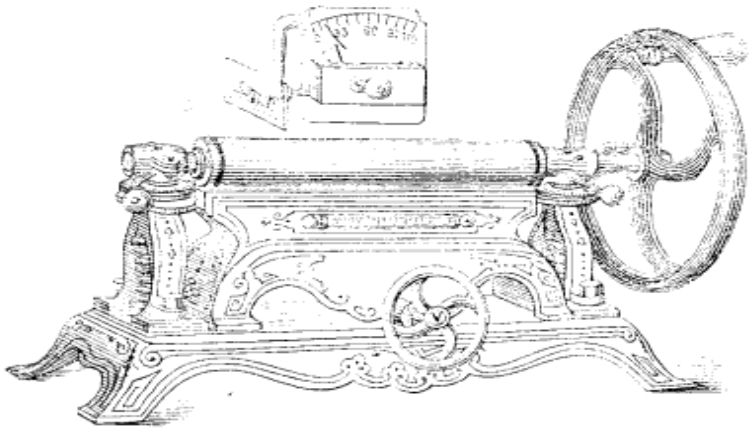


Fig. 219. — Presse à satiner à chaud.

Avec les papiers brillants que l'on fait maintenant il faut opérer autrement, on se sert de la gomme arabique ou de la colle forte et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'on enduit toute l'épreuve ou les quatre côtés seulement. On superpose une feuille de papier non collé et on applique énergiquement.

471. Satinage. — Le satinage a un double but celui de redresser complètement le carton qui est plus ou moins courbé après le séchage et celui de donner à l'image un brillant produit par l'écrasement du grain de papier. On se sert, à cet effet, de presses spéciales qui fonctionnent soit à froid soit à chaud (fig. 219). Ces dernières paraissent préférables et donnent un brillant plus prononcé. Sans entrer dans la description des divers modèles qui ont été proposés il nous suffira de dire que l'épreuve doit être passée sans à-coups ni temps d'arrêt pour éviter les rayures qui se produiraient immanquablement. Il est également bon de passer l'épreuve deux à trois fois sous la presse en augmentant légèrement la pression à chaque passage. Pour faciliter le glissement de l'épreuve, surtout lorsqu'il s'agit de satinage à chaud, on frotte légèrement la surface avec un morceau de flanelle trempé dans le produit suivant :

Éther	15 cc.
Cire blanche	1 gr.

ajouter après dissolution

Alcool à 40°	240 cc.

472. Encaustiçage. — Dans l'industrie on fait suivre le satinage d'un encaustiçage qui a pour but d'augmenter le brillant et qui se fait avec l'un des produits suivants étendus avec un tampon de flanelle :

Essence de térébenthine	1000 cc.
Mastic en larmes	125 gr.

Ajouter après dissolution :

Cire blanche	1250 gr.

Faire cette solution au bain-marie et conserver dans de petits flacons :

On peut encore employer :

Cire vierge	1000 gr.
Essence de térébenthine	1000 cc.
Gomme Dammar dissoute dans la térébenthine	40 cc.

(Eder.)

473. Émaillage. — Cette opération qui a eu, il y a quelques années, beaucoup de succès dans l'application aux portraits mais

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui est assez délaissée actuellement, a pour but d'augmenter le brillant des épreuves d'où leur nom d'épreuves émaillées. Ce procédé donne certainement de la profondeur aux noirs et fait bien valoir les demi-teintes, mais les épreuves sont sujettes à se rayer facilement et l'humidité altère également le brillant obtenu. C'est du reste pour ces raisons que ce procédé tombe en désuétude. D'ailleurs on trouve maintenant dans le commerce des papiers brillants qui donnent le même résultat avec un mode opératoire beaucoup plus simple.

Voici néanmoins la façon de procéder : on prend des plaques de verre bien unies, on les talcque en répandant à leur surface un peu de talc que l'on étend avec une peau de façon à en laisser une couche imperceptible : on recouvre alors d'un collodion ainsi composé :

Éther	600 cc.
Alcool	400 cc.
Pyroxyle	8 gr.
Glycérine	15 à 20 gouttes.

On laisse sécher à l'abri de la poussière.

D'autre part, on prépare au bain-marie :

Eau	100 cc.
Gélatine	10 gr.

et après dissolution on ajoute :

Ammoniaque	2 cc.

On agite bien et l'on filtre sur un entonnoir à filtration chaude (fig. 223). Le liquide est reçu dans une cuvette de tôle émaillée placée sur un bain de sable chauffé à la température voulue de façon que la gélatine reste liquide. La plaque recouverte de collodion est mise dans ce bain face en dessus. On place ensuite, face en dessous, l'épreuve préalablement distendue dans l'eau et épongée dans du buvard. On relève alors la plaque de façon à ce qu'elle entraîne l'épreuve que l'on maintient, du reste, avec le doigt. Après avoir égoutté un instant on recouvre d'une toile caoutchoutée, et avec une raclette ou un rouleau de caoutchouc on produit l'adhérence complète entre l'épreuve et la glace. Le tout est mis à sécher.

Si l'on désire donner à l'épreuve une consistance plus grande, on trempe une ou plusieurs feuilles de papier écolier dans la solution de gélatine et on les applique de la même façon que précédemment. La dernière feuille doit être plus grande que la plaque de verre, de façon à pouvoir rabattre les quatre côtés sous celle-ci

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et à maintenir ainsi le tout pendant le séchage. On termine par un bon coup de raclette et l'on met sécher. Après dessiccation on coupe avec un canif et l'épreuve émaillée se détache sans effort du verre.

Ce procédé permet d'émailler n'importe quelle épreuve mais il exige certaines manipulations : le même résultat peut être obtenu beaucoup plus simplement avec les papiers au gélatino ou au collodio-chlorure qui sont employés depuis quelque temps (393).

474. Émaillage des papiers au gélatino et au collodio-chlorure.

Il suffit d'appliquer les épreuves obtenues avec ces papiers spéciaux sur une surface lisse et de les laisser sécher ainsi. Néanmoins en pratique, pour éviter des arrachements, on cire le support avec la solution suivante :

Benzine cristallisable	100 cc.
Cire vierge	2 gr.

Comme support on prend une feuille de verre, d'ébonite ou encore de la tôle vernie employée pour la ferrotypie. Ces différents supports sont recouverts de la solution précédente et au moyen d'une flanelle on frotte la surface jusqu'à ce qu'elle soit complètement brillante. L'épreuve sortant de l'eau de lavage est appliquée dessus et au moyen de la raclette ou du rouleau de caoutchouc on assure un contact intime.

On laisse alors sécher et l'épreuve qui se détache spontanément possède un brillant parfait.

Si l'on veut renforcer le papier, on superpose sur l'épreuve sèche une ou plusieurs épaisseurs de papier écolier. Ces feuilles préalablement mouillées sont enduites de colle d'amidon et appliquées avec la raclette. On détache lorsque tout est sec.

Des diapositives transparentes sur verre.

475. Jusqu'à présent nous avons étudié les divers procédés permettant d'obtenir d'après le négatif original des épreuves positives destinées à être vues par réflexion, il nous reste à nous occuper des épreuves positives transparentes soit sur verre qui est le support le plus généralement employé soit sur toute autre substance transparente.

Les diapositives sur verre peuvent être utilisées pour l'obtention de vitraux, d'épreuves stéréoscopiques et de projections. Elles

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

seront obtenues par contact au châssis-presse (369) ou par copie à la chambre noire (577). Dans ce dernier cas elles pourront être réduites ou agrandies. Théoriquement, les divers procédés négatifs sont susceptibles de donner des diapositives transparentes mais en pratique certains seulement sont employés. Il faut en effet tenir compte de la finesse obtenue, de la tonalité et enfin de la commodité d'emploi. En ce qui concerne la finesse, l'un des meilleurs procédés est celui à l'albumine (159) qui est du reste employé d'une manière courante dans l'industrie pour l'obtention des diapositives pour stéréoscope et lanterne. Le procédé Taupenot (169) donne également d'excellents résultats. La mise en œuvre de ces procédés est cependant assez délicate car il faut préparer les plaques soi-même et le peu de sensibilité des préparations ainsi obtenues rend plus difficile le travail de reproduction à la chambre. Aussi croyons-nous que, sauf pour certains travaux spéciaux qui exigent une extrême finesse, il sera préférable d'employer les plaques du commerce soit au gélatino-bromure d'argent soit au gélatino-chlorure. Comme nous aurons à traiter cette question tout spécialement à propos des diapositives pour projection, nous renvoyons le lecteur à cette partie de notre travail (607, 608, 609). Nous rappelons également que divers procédés déjà décrits pourront être utilisés à l'occasion, par exemple le procédé au charbon (432, 437), l'hydrotypie (462), le procédé aux poudres (457), etc.

476. Au lieu de tirer la diapositive directement sur la plaque de verre recouverte de la préparation sensible convenable, il peut être utile, dans certains cas, d'employer un support souple et de reporter l'image développée et terminée à l'endroit convenable. Ce mode opératoire sera précieux pour assembler les unes à côté des autres un certain nombre d'épreuves transparentes et à les disposer à sa guise. On emploiera à cet effet les papiers pelliculaires à support détachable (193) tels que le papier transferrotype d'Eastman ou encore certains papiers à base de collodion ou de gélatine qui peuvent se séparer facilement de la couche.

477. L'un des meilleurs papiers de cette dernière catégorie est le papier Gelhaye au pyroxylo-chlorure d'argent qui, par sa finesse, sa facilité d'emploi, sa variété de colorations, nous paraît un de ceux qui rendront le plus de services pour l'obtention des diapositives transparentes. On tire l'épreuve par contact au châssis-presse jusqu'à métallisation des noirs. Cette épreuve est virée et fixée par les procédés habituels (398) puis reportée sur le support choisi, verre ou autre matière transparente ou opaque.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour obtenir l'adhérence du papier sur le support choisi, il faut recouvrir au préalable celui-ci d'une couche adhésive qui peut être soit une solution de caoutchouc dans la benzine, soit une couche de gélatine. Voici les deux formules données par l'auteur :

1° Solution de caoutchouc.

Caoutchouc para	2 gr.
Benzine cristallisable	100 cc.

Préparer à l'avance car la dissolution est lente à se faire. Filtrer avec soin.

2° Solution de gélatine.

Gélatine blanche	100 gr.
Alcool à 40°	200 cc.
Glycérine	20 gr.
Acide phénique	qq. gouttes.
Eau	1000 cc.

On étend à chaud sur le support mis de niveau. Après prise, on met sécher et l'on conserve pour l'usage.

478. S'il s'agit de reporter sur verre, ce qui sera le cas le plus fréquent, pour l'obtention de vitraux, de projections ou de stéréoscopes, on peut se procurer très aisément des verres convenablement gélatinés en se servant de plaques voilées ou même de vieux clichés hors d'usage. Dans le premier cas il suffira de dissoudre le bromure d'argent par l'hyposulfite de soude et après bon lavage, de laisser sécher. Dans le second il s'agira d'enlever complètement l'image existant sur le négatif. A cet effet, on fera usage de la solution de Farmer concentrée (354, 462 *bis*). La plaque doit y séjourner jusqu'à ce que toute trace d'image ait disparu. On lave abondamment pour éliminer la coloration jaune obtenue dans ce bain et l'on met sécher. Ce procédé très simple permet d'obtenir à bon compte des plaques de verre gélatinées qui seront parfaitement convenables pour recevoir l'image au pyroxylo-chlorure séparée du papier.

479. A cet effet la plaque gélatinée est mise dans l'eau pendant quelques instants, puis on glisse dans la même cuvette l'épreuve à reporter. — On l'applique sur le verre, on la laisse égoutter, puis avec la raclette on détermine l'adhérence complète (il est bon d'interposer une feuille d'étoffe caoutchoutée). On laisse sécher pendant quelques minutes, puis avec le doigt on frotte légèrement le papier qui s'enlève avec facilité. Bientôt il ne reste plus qu'une couche blanchâtre plus résistante qui est l'enduit baryté employé dans la préparation (394). On laisse sécher pendant une heure ou deux puis alors, avec une éponge et de l'eau tiède, on arrive très facilement à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

faire disparaître cet enduit. L'image formée par la mince couche de pyroxylo-chlorure reste adhérente au verre gélatiné et, après un lavage de quelques instants, l'opération est terminée. Ce procédé, assez délicat en apparence, réussit néanmoins parfaitement et avec un peu d'habitude rien n'est plus aisé que de reporter les images sur verre, il est seulement recommandé de faire exactement l'application et de ne jamais frotter, soit avec le doigt soit avec l'éponge, qu'en partant du centre vers les bords et non inversement. Les épreuves obtenues sont d'une grande finesse, très pures et la coloration peut varier dans des limites assez étendues d'après le mode de virage employé.

Au lieu de verre ordinaire, on peut employer le verre dépoli, le verre opale, la porcelaine et obtenir des effets charmants. Les assemblages peuvent se faire avec la plus grande facilité et en particulier au point de vue des épreuves stéréoscopiques ce mode opératoire présente des avantages indiscutables.

480. Peinture des diapositives sur papier.

Il nous reste à étudier les divers procédés qui permettent d'obtenir des épreuves colorées par peinture directe. La qualité des résultats dépendra principalement de l'habileté et du talent de l'opérateur. On peut peindre directement l'épreuve soit à l'aquarelle, soit à l'huile, ou bien effectuer ce travail par transparence, l'épreuve étant rendue translucide avant ou après l'application des couleurs.

Peinture directe à l'aquarelle. — On se sert des couleurs spécialement préparées pour l'aquarelle et de première qualité. On les dissoud dans l'eau gommée qui facilite l'adhérence et donne du brillant On indique à cet effet la formule suivante :

Eau	60 cc.
Gomme arabique	8 gr.
Sucre	4 gr.
Alcool	4 cc.
Alun en poudre	1 gr.

On peut employer encore dans le même but le fiel de bœuf épuré que l'on trouve chez les marchands de couleur. On se sert également d'albumine préparée de la manière suivante :

Albumine (environ 8 blancs d'œuf)	250 cc.
Acide acétique	24 gouttes.
Eau ordinaire	50 cc.

Agiter pendant trois ou quatre minutes, laisser reposer et filtrer. On ajoute alors 3 à 4 cc. d'ammoniaque et l'on conserve en flacon bouché. On trouve d'ailleurs maintenant dans le commerce des cou-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

leurs spécialement préparées à l'albumine qui peuvent être employées avec succès et conviennent parfaitement pour la peinture des épreuves sur papier albuminé.

Les épreuves devront être absolument propres et exemptes de taches graisseuses provenant du contact des doigts, si non la couleur ne prendrait pas. Pour remédier à cet inconvénient certains opérateurs ajoutent quelques gouttes d'une solution de noix de galle dans l'eau qui sert à délayer les couleurs, d'autres mouillent simplement l'épreuve avec la salive. La peinture des épreuves mates sur papier salé, au platine ou au gélatino-bromure est beaucoup plus facile et ne nécessite pas de préparation spéciale.

On recommande de prendre des épreuves plutôt légères et de les tendre convenablement de façon à faciliter l'application des couleurs. Nous n'insisterons pas sur l'exécution du travail de peinture qui n'est plus du domaine de la photographie et nous passerons au deuxième procédé.

Peinture directe à l'huile. — Ce procédé est plus spécialement employé pour la peinture de grandes épreuves, l'image photographique constituant une mise en place parfaite et supprimant complètement l'esquisse. Tous les papiers peuvent être employés à condition de subir un encollage préalable à la gélatine, exception cependant pour les épreuves au charbon qui peuvent être utilisées sans préparation spéciale. On emploie les bonnes couleurs à l'huile et un siccatif composé d'un mélange de térébenthine et de vernis copal. L'épreuve doit être montée sur carton fort ou un panneau de bois. L'exécution d'une peinture dans ces conditions ne pourra être faite que par des artistes et la photographie n'intervient qu'indirectement pour servir de modèle ; elle doit disparaître d'ailleurs complètement.

Sans aller jusqu'à ce point on peut se contenter de mettre certaines teintes plates légères qui, dans ce cas, devront laisser apercevoir l'épreuve. On obtient ce résultat en augmentant considérablement la quantité de siccatif pour laisser aux couleurs toute leur transparence. C'est du reste le même procédé que nous avons signalé avec les couleurs à l'aquarelle. Pour de plus amples détails concernant l'application des couleurs nous croyons devoir renvoyer à l'ouvrage très documenté de M. C. Klary (1).

481. Peinture des épreuves par transparence. — Le procédé général consiste à rendre l'épreuve transparente par un procédé quelconque et à la colorier au dos. Le travail peut être exécuté

(1) C. Klary, *Traité pratique de la peinture photographique*. Paris, Gauthier-Villars et fils.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plus sommairement que dans la peinture directe et cependant on obtient avec un peu d'habileté des résultats parfaitement acceptables. Pour obtenir la transparence on peut user la couche de papier avec une poudre fine, l'enduire de certains vernis ou encore de cire ou de paraffine. Voici deux de ces procédés.

1° **Miniature photographique**. — L'épreuve est fixée contre un verre bombé, face en dedans, au moyen d'une colle très épaisse soit de farine soit d'amidon. Au moyen d'un coupe-papier en bois à bords arrondis, on applique énergiquement l'épreuve et on chasse toute trace de colle pouvant se trouver entre le verre et l'épreuve. On laisse sécher. On prend alors du papier émeri très fin ou de la pierre ponce pulvérisée et on use l'épreuve avec précaution de façon à enlever presque tout le papier. On plonge alors le verre et l'épreuve dans un bain de paraffine qui lui donne une transparence complète. On enlève l'excès de paraffine avec une flanelle tiède et l'on applique les couleurs à l'huile au moyen de pinceaux très fins. On peint sur le dos de l'épreuve les détails de la figure, les yeux, la bouche puis les parties brillantes, bijoux, boutons, etc. On applique alors un deuxième verre bombé derrière l'épreuve et sur celui-ci on place des teintes plates correspondant aux diverses parties du modèle. Bien que ce mode de peinture soit des plus sommaires, il peut, habilement manié, donner des épreuves très agréables. Il sera seulement nécessaire de contrôler toujours l'effet des diverses couleurs en regardant l'image directement : elles se trouvent en effet quelque peu affaiblies et il faudra en tenir compte.

2° **Ivoritypie**. — Pour éviter d'user l'épreuve, opération longue et délicate on a indiqué le procédé suivant. On colle l'épreuve sur une feuille de verre de façon à ce quelle soit bien tendue. On peut à cet effet l'appliquer mouillée sur le verre et la fixer par quatre bandes de papier gommé, ou retourner les bords par dessous le verre et les fixer de la même manière. Dans le deuxième cas celui-ci doit être plus petit que l'épreuve. Une fois sèche elle est absolument tendue.

D'une façon comme de l'autre on recommande de talcquer légèrement la plaque de façon à éviter l'adhérence accidentelle de l'épreuve. La peinture s'exécute comme précédemment sur le dos de celle-ci, on commence par les plus fins détails et l'on termine par de larges teintes plates. On ne fait point usage d'un contre-verre comme il a été dit dans le procédé de miniature. Une fois la peinture finie et sèche on recouvre une glace chauffée convenablement de cire vierge blanche et on pose dessus l'épreuve détachée, le côté peint

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sur la cire. Celle-ci pénétrant peu à peu, les couleurs apparaissent à la surface. A ce moment l'opération est terminée et il suffit d'appliquer l'épreuve contre une glace et de l'y coller fortement en la recouvrant d'une feuille de papier fort convenablement encollé. Ce procédé a reçu le nom d'ivoritypie à cause de l'aspect particulier des épreuves ainsi traitées.

482. 3° **Procédé Germeuil-Bonnaud.** — En dernier lieu il convient de citer un procédé très original dû à M. Germeuil-Bonnaud qui donne des effets charmants et mériterait d'être travaillé par l'amateur bien qu'il soit un peu délicat et demande certaines manipulations.

Le principe consiste à étendre sur l'épreuve tirée très légèrement des teintes plates aux endroits convenables, puis à sensibiliser à nouveau le papier et à terminer le tirage après un repérage exact. Les couleurs formeront les dessous et l'image photographique donnera le modelé.

Voici le mode opératoire. On tire une épreuve légère sur papier salé (390) que l'on vire et fixe par les procédés ordinaires. On colore alors cette épreuve avec des couleurs à l'aquarelle étendues en teintes plates. Le choix de ces couleurs est très important car il ne faut pas qu'elles soient décomposées par les bains ultérieurs : c'est ainsi que les jaunes de chrome et la gouache ne peuvent être employés, pas plus du reste que le vermillon. Une fois les couleurs sèches on albumine l'épreuve en évitant avec soin les bulles d'air (375). Un séjour de deux minutes est suffisant. On laisse ensuite sécher. La sensibilisation s'effectue sur un bain de nitrate d'argent concentré à 16 p. 100. L'albumine se coagule et retient les couleurs et l'épreuve est alors de nouveau sensibilisée. Une fois sèche on la replace sous le négatif en la repérant avec soin et l'on termine l'impression pour donner le modelé par dessus les teintes plates. On vire et on fixe comme d'habitude.

Ce procédé comporte, comme on le voit, des difficultés réelles d'exécution par suite du choix des couleurs convenables et de l'opération du repérage, mais il est fort intéressant et comme nous l'avons dit mériterait d'être mis en œuvre par les amateurs qui aiment à sortir des sentiers battus. Ils seront amplement récompensés de leur peine par les résultats qu'ils pourront obtenir.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE IX

LE POSITIF

Les procédés photo-mécaniques.

483. Les méthodes indiquées dans le chapitre précédent et qui nécessitent l'action de la lumière pour l'obtention de chaque épreuve ne sauraient être employées pour la multiplication à grand nombre du document photographié, à cause de la longueur inévitable du tirage et du prix de revient ; il nous faut examiner maintenant les divers procédés susceptibles de donner, d'après le négatif original des planches qui seront tirées industriellement par les méthodes ordinaires d'impression usitées en lithographie, en gravure en taille-douce, en typographie ou encore par des méthodes nouvelles.

484. Avant d'aborder cette étude très importante, il nous faut voir comment doit se présenter le négatif original ; sans parler de son exécution qui doit toujours être aussi parfaite que possible, de son intensité qui peut être variable suivant le mode de reproduction adopté, il est des procédés qui nécessitent l'emploi d'un positif au lieu d'un négatif, d'autres qui exigent des négatifs retournés (dans lesquels la droite est à la gauche et réciproquement). D'autre part, la fragilité du support verre et sa planité souvent défectueuse occasionnent des accidents fréquents et un contact imparfait lors de l'insolation de la planche d'après le négatif.

Il convient donc d'examiner les divers procédés qui, en partant du négatif original, donneront soit un positif soit un nouveau négatif, ceux-ci étant dans un sens ou dans l'autre, puis les méthodes qui permettront d'utiliser le négatif détaché du support verre et de l'employer à l'état pelliculaire.

485. Contretypes.

Par suite d'une définition insuffisante, on entend sous le nom général de *contretypes* des diapositifs soit positifs soit négatifs

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui ont pour but de remplacer le cliché original dans telle ou telle application du procédé. Le contretype qui doit servir d'écran au lieu et place du négatif devra être comme ce dernier sur un support transparent. On l'obtiendra donc par suite soit sur verre, soit sur pellicules, ces dernières présentant sensiblement les mêmes avantages à ce point de vue particulier.

486. Obtention d'un contretype positif. — Le moyen le plus simple consiste à faire un diapositif par contact ou à la chambre. Le premier procédé nécessite l'emploi de préparations à l'état sec, le second permet d'utiliser également le collodion humide. Il a de plus l'avantage de donner des contretypes agrandis ou réduits suivant les besoins, ceux-ci pouvant être d'ailleurs dans un sens ou dans l'autre, suivant que l'on aura placé le négatif dans tel ou tel sens.

487. Ces opérations ne présentent pas de difficultés sérieuses, néanmoins on constate que la valeur du contretype peut être modifiée dans une large mesure par l'intensité de l'éclairage, la durée du temps de pose, la nature et surtout la conduite du développement. Ceci est tellement vrai que d'un négatif dur et heurté, on peut faire un positif beaucoup plus harmonieux et, qu'au contraire, d'un négatif mou et gris on peut obtenir un positif plus corsé et plus vigoureux. Nous retrouvons ici l'application des mêmes règles que nous avons posées à propos du développement, et il existe des rapports très étroits entre la nature de l'éclairage, la durée de l'exposition, la conduite du développement, rapports qui permettent, d'après le caractère du négatif original, de combiner toutes les opérations de façon à modifier le contretype de la façon la plus avantageuse. Nous donnons ci-dessous un tableau qui résume la conduite à tenir dans l'espèce.

On appliquera les mêmes règles lorsque l'on opérera par contact.

487-A.

NATURE DU NÉGATIF.	ÉCLAIRAGE.	POSE.	DÉVELOPPEMENT.
1° Bien en valeurs...	Moyen.	Juste.	Normal.
2° Dur et heurté	Plus intense.	Surexposition.	Peu de retardateur. Chercher les détails puis l'intensité.
3° Gris et monotone.	Faible.	Sous-exposition.	Un peu de retardateur. Chercher l'intensité puis les détails.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

488. Le choix des préparations n'est pas indifférent et suivant la nature du négatif et le mode de reproduction qui devra être utilisé, on choisira telle ou telle sorte de plaques.

Les lentes seront employées de préférence pour les négatifs doux et manquant de valeurs, les rapides pour ceux qui sont durs et ont trop d'oppositions.

489. Obtention d'un contretype négatif. — Si au lieu d'un contretype positif, nous en désirons un négatif, on répétera la même opération en prenant cette fois le positif comme point de départ. Dans ce cas, le contretype négatif obtenu sera de même sens que l'original si l'on a procédé par contact : il en sera de même à la chambre à moins que l'on ait retourné le négatif dans la première opération ou le positif dans la seconde. Le plus souvent on associe les deux procédés et après avoir tiré un positif à la chambre d'après le négatif placé dans le sens voulu suivant le but cherché, on exécute le négatif final par contact ou inversement on tire un positif par contact et on le retourne dans la chambre pour obtenir le négatif inversé.

Ces deux méthodes employées séparément ou combinées donnent d'excellents résultats dans des mains expérimentées, mais inversement, mal exécutées, elles peuvent dénaturer fortement les valeurs de l'original ; de plus, à chaque exposition, le grain de la couche, les divers petits défauts de celle-ci s'ajoutent ; enfin ces différentes opérations demandent un certain temps si l'on opère par contact puisqu'il faut laisser sécher chaque fois les plaques. Aussi a-t-on cherché d'autres méthodes susceptibles de donner des contretypes soit positifs, soit négatifs, et ceci par une seule opération.

490. Obtention directe du contretype positif à la chambre d'après nature.

Pour éviter la série des opérations précédentes qui peuvent amener des modifications dans la copie du négatif, modifications quelquefois avantageuses mais souvent défectueuses, on a proposé de transformer directement en positif l'image sortant de la chambre noire quelle qu'elle soit, au trait ou à demi-teintes, agrandie ou réduite.

Cette opération est basée sur la destruction de l'image négative au moyen de certaines substances oxydantes et sur le développement de l'image inverse par l'action nouvelle du révélateur précédé d'une nouvelle insolation.

Voici la série des opérations à effectuer ainsi que l'indique M. le Capitaine Biny dans une note présentée à la Société Française de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Photographie sur la méthode employée dans l'atelier photographique du Dépôt des fortifications :

1° Obtenir un bon négatif à la chambre noire ;

2° Le développer en le renforçant au besoin ;

3° Ne pas le fixer ;

4° L'exposer sur un fond noir, à la pleine lumière diffuse pour attaquer les sels d'argent non réduits dans le négatif et dont l'ensemble doit, par différence avec la totalité des sels sensibles de la plaque, constituer un bon positif ;

5° Ne pas développer, pour le moment, cette image positive produite sous la négative par la seule lumière ;

6° Mais faire disparaître la négative qui n'est plus utile à l'aide d'un bain transformateur, de manière que l'argent complètement réduit par les développateurs qui ont produit le négatif, soit converti en composés d'argent insolubles dans l'eau pure, mais solubles dans les fixateurs, hyposulfite ou cyanure ;

7° Monter maintenant l'image positive latente produite sur la plaque par la pleine lumière, avec un bain approprié développateur et renforçateur en même temps ;

8° Fixer le positif définitif dans l'hyposulfite ou le cyanure en dissolvant les sels d'argent reconstitués de l'ancien négatif.

Si au lieu de fixer le positif à l'état où il se trouve après la septième opération, on le traitait à nouveau par le bain transformateur en recommençant la série des opérations n° 4, 5, 6 et 7, on obtiendrait de nouveau un négatif et ainsi de suite. M. Biny fait remarquer cette inaction particulière du bain transformateur sur les composés non réduits d'argent qui forment les blancs du négatif ; ceux-ci en effet conservent, après que le bain a effacé tous les noirs du négatif, toute l'impression qu'ils ont subie de la lumière.

Examinons maintenant l'application de ce procédé dans trois cas différents.

I. Clichés de dessins au trait au collodion.

II. Clichés de portraits et de demi-teintes au collodion.

III. Clichés de demi-teintes au gélatino-bromure.

491. I. Clichés de dessins au trait. — Employer un collodion pulvérulent donnant une couche facilement perméable. Assurer son adhérence en caoutchoutant les bords de la plaque. On pose largement avec plutôt un léger excès de pose. On développe comme d'habitude au fer sans qu'il soit nécessaire de pousser le développement à fond. On lave à grande eau et l'on renforce à l'acide pyrogallique et à l'argent (en liqueurs plus étendues que d'habitude). On

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lave alors sommairement (l'auteur indique qu'il est avantageux de ne pas enlever complètement le renforçateur). On insole alors la plaque placée sur un fond noir pendant trente à soixante secondes. La teinte du négatif se modifie, on s'arrête lorsque les traits gris-bleus, non développés, ont acquis un ton violet foncé se détachant sur la couleur brique foncée de l'argent réduit qui les entoure. On rentre dans le laboratoire garni de verres jaunes assez clairs et l'on plonge dans le bain suivant :

1° Eau	500 cc.
Acide nitrique pur	300 cc.
Eau saturée de bichromate de potasse	200 cc.

ou encore

2° Eau	500 cc.
Acide nitrique pur	300 cc.
— chromique pur	20 gr.

Le cliché se transforme à vue d'œil. Tout l'argent primitivement réduit passe à l'état de chromate d'argent et le fond du cliché transformé présente une couche blanche opaline. Les traits teintés en rouge brique par le chromate d'argent apparaissent en positif. Pour débarrasser les fonds du chromate d'argent en projette une solution formée de volumes égaux d'acide nitrique, d'alcool et de bichromate de potasse à saturation, le tout étendu d'eau. On lave alors et l'on recouvre d'une solution d'acide pyrogallique. On ajoute ensuite quelques gouttes d'azotate d'argent et on laisse agir ce renforçateur. L'image monte peu à peu et donne un positif complet. On fixe comme d'habitude et l'on renforce si nécessaire. M. Biny recommande ce procédé tout spécialement pour les clichés de traits : pour les clichés de demi-teintes, il indique le procédé suivant :

492. II. Clichés de portraits ou de demi-teintes au collodion. — Prendre un collodion pulvérulent contenant avec les bromures un peu de chlorure de zinc et de cadmium. Poser normalement mais avec tendance à une légère sous-exposition. Développer au fer et renforcer à outrance au fer et à l'argent. Insoler le cliché comme précédemment mais sans le laver. Poser de 10 à 60 secondes jusqu'à ce que la teinte ait tourné au violet. On rentre dans le laboratoire on lave et l'on plonge dans :

Eau	1000 cc.
Acide nitrique pur	250 cc.
Eau saturée de bichromate de potasse	250 cc.

Dès que l'image négative a disparu laver vivement et énergiquement. Si le chromate d'argent n'est pas entièrement éliminé, laver

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

comme il a été dit avec le mélange d'acide nitrique, d'alcool et de bichromate.

On développe alors avec une solution d'argent étendue et de fer : l'acide pyrogallique donnerait trop de dureté. On fixe et l'on renforce si nécessaire. L'image positive est complète avec toutes ses finesses.

493. III. Cliché de demi-teintes au gélatino-bromure d'argent. — M. Biny indique les opérations suivantes qui doivent être effectuées avec patience, la gélatine étant beaucoup moins perméable que le collodion.

1° Poser à la chambre le temps convenable pour obtenir un négatif bien détaillé ;

2° Développer à l'oxalate de fer à fond, de façon que les grands noirs soient bien visibles au dos de la plaque ;

3° Laver légèrement avec une eau non calcaire de façon à laisser dans la couche la majeure partie de l'oxalate de fer ;

4° Insoler comme précédemment sur fond noir. L'impression doit être continuée jusqu'au moment ou les marges de la plaque qui présentaient l'aspect blanc de la couche non réduite ont pris la coloration violette ;

5° On rentre dans le laboratoire et on lave à grande eau de façon à éliminer tout l'oxalate de fer ;

6° On plonge dans le bain transformateur suivant :

Eau	100 cc.
Acide nitrique pur	10 cc.
Eau saturée de bichromate de potasse	30 cc.
— — de brome	10 cc.

Avec la gélatine les décollements sont à craindre, aussi peut-on réduire de moitié la quantité d'acide nitrique ;

8° Le négatif disparaît peu à peu et l'image positive apparaît. Le résultat est obtenu lorsque cette image positive est également visible au dos de la plaque ;

9° On lave alors largement de façon à éliminer complètement le bain transformateur. La couche ne doit plus être colorée ;

10° On développe à nouveau. On fixe comme d'habitude et on renforce si nécessaire, car M. Biny reconnaît que l'intensité obtenue n'est pas toujours suffisante.

Les documents qui précèdent sont extraits d'une communication faite à la Société française de photographie (1) par M. Biny, à la suite

(1) Bulletin de la Société française de Photographie, 1881.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de la publication prématurée de ce procédé par un de ses opérateurs. M. Biny l'a complétée par la suite et il a indiqué la nécessité d'un bon lavage après le premier développement, la présence de celui-ci pendant la deuxième exposition ne pouvant avoir que des résultats fâcheux. Avec cette addition indiquée par l'auteur lui-même, le procédé est complet et sauf M. Rossignol qui y a apporté une variante que nous allons étudier, les auteurs qui ont suivi n'ont fait que copier littéralement M. Biny.

494. Variantes. — La modification proposée par M. Rossignol, consiste à faire disparaître dans le bichromate l'image aussitôt après le développement et sans l'avoir exposée de nouveau à la lumière. L'auteur admet que dans la couche sensible la réduction du sel argentique est proportionnelle à la quantité de lumière reçue, le bromure inattaqué formant en quelque sorte la contre-partie de l'image révélée et constituant des épaisseurs variables rigoureusement proportionnelles aux valeurs de l'image. — En faisant disparaître celle-ci et en faisant agir à nouveau la lumière, on obtiendra par un second développement une nouvelle image dont les intensités seront proportionnelles aux épaisseurs variables du bromure inattaqué. Sans entrer dans la discussion de cette théorie proposée par M. Rossignol le mode opératoire qu'il propose est le suivant.

1° **Exposition à la chambre noire.** — M. Rossignol indique que l'on peut se servir de toutes les plaques ou pellicules au gélatino-bromure, au gélatino-chlorure ou au collodio-chlorure; tous les sujets peuvent être reproduits; les négatifs devront être modelés, transparents dans les ombres et pas trop opaques dans les lumières. On posera donc avec tendance plutôt à la sous-exposition, l'excès de pose donnant des clichés par trop uniformes et sans vigueur.

2° **Développement.** — La plupart des révélateurs conviendront pour le développement à condition d'être additionnés d'une certaine quantité de bromure. M. Rossignol indique néanmoins la formule suivante :

A	Sulfite de soude	100 cc.
	Iconogène	15 gr.
	Hydroquinone	5 gr.
B	Eau	1000 cc.
	Carbonate de potasse	50 gr.
	Bromure de potassium	1 gr.

Le développement doit être poussé jusqu'à apparition de l'image au dos.

3° **Lavage.** — On lave alors abondamment pour enlever toutes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

traces de révélateur. M. Rossignol indique à ce moment la possibilité de s'éclairer largement, soit avec une lampe, soit avec un bec de gaz.

4° **Transformation de l'image.** — La plaque est plongée dans le bain suivant :

Eau	1000 cc.
Bichromate de potasse	5 à 6 gr.
Acide nitrique	10 à 15 cc.

Au bout de quelques instants, les parties les plus légèrement teintées blanchissent sous l'action du mélange oxydant et peu à peu toute l'image disparaît presque, en conservant seulement une légère coloration rouge-orangé.

5° **Lavage.** — On lave alors avec soin jusqu'à disparition complète de cette coloration.

6° **2me Exposition.** — A ce moment on expose en pleine lumière, la gélatine en dessus et l'on procède à un nouveau développement qui peut s'effectuer dans le laboratoire bien éclairé.

7° **2me Développement.** — Ce second développement, d'après M. Rossignol, ne s'effectue pas également bien avec tous les révélateurs, l'hydroquinone lui paraît à rejeter entièrement. Il indique comme très convenable les bains suivants non additionnés de bromure :

A.	Sulfite de soude	100 gr.
	Iconogène	15 gr.
	Eau	1000 cc.
B.	Carbonate de potasse	30 gr.
	Eau	200 cc.

Ou encore :

Sulfite de soude	50 gr.
Paramidophénol	4 gr.
Eau	1000 cc.
Carbonate de potasse	30 gr.
Soude caustique	5 gr.

La première formule donne des tons analogues à ceux obtenus avec l'acide pyrogallique, la seconde des tons noirs et des blancs de grande pureté. On suit le développement par transparence et au besoin on augmente l'impression en rapprochant la cuvette de la source de lumière. Cette opération doit être faite avec précaution. On surveille la venue de l'image au dos de la plaque et l'on arrête avant noircissement complet. On lave et l'on fixe comme d'habitude.

Cette variante, qui a du reste été copiée exactement par d'autres

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

opérateurs, ne nous paraît pas présenter d'avantages bien marqués sur la méthode originale de Biny qui, suivie à la lettre dans ses grandes lignes, donne d'excellents résultats ainsi que nous nous en sommes rendu compte dès que nous avons cherché à l'appliquer.

495. Obtention directe du contretype négatif à la chambre noire par copie.

L'obtention directe d'un contretype positif à la chambre noire d'après nature n'a qu'un intérêt tout à fait relatif ; comme d'autre part, cette méthode repose sur la transformation de l'image négative originale, elle nécessitera, en cas d'insuccès toujours possible, l'exécution d'un nouveau négatif, opération admissible à la rigueur dans le travail d'atelier mais inapplicable au dehors. Nous croyons qu'il est préférable d'une manière absolue, d'obtenir le négatif qui devra demeurer intact et de produire par une deuxième opération le contretype soit positif soit négatif qui est nécessaire en vue de telle ou telle application. En copiant à la chambre noire le négatif original, la méthode de M. Biny, permettra donc d'obtenir un contretype négatif de même taille, agrandi ou réduit, d'un sens ou de l'autre, suivant la position même du négatif à reproduire.

Ce procédé ainsi appliqué, sera très utile au point de vue industriel : il permettra également dans l'hypothèse des agrandissements d'éviter le passage par le positif et donnera du négatif original un négatif agrandi au moyen d'une seule opération.

Nous avons étudié d'une manière toute particulière le procédé de M. Biny et nous devons constater qu'en nous inspirant des principes posés par cet auteur, on peut arriver de suite à des complets résultats.

La seule difficulté provient de la nécessité d'éliminer complètement le bichromate après la transformation de l'image.

Voici le procédé que nous employons et que nous n'avions pas cru devoir publier parce qu'à notre avis, il n'est que l'application rigoureuse du mode opératoire de M. Biny.

1° **Exposition**. — On expose une plaque quelconque rapide ou lente à la chambre noire, sans qu'il soit nécessaire de surexposer.

2° **Développement**. — Celui-ci peut s'effectuer avec un révélateur quelconque. Il suffit de pousser l'opération à fond jusqu'à ce que l'image soit visible au dos.

3° **Lavage**. — On lave la plaque comme d'habitude pendant quelques instants.

4° **2me exposition**. — On place alors la plaque sur un carton noir ou sur un morceau d'étoffe également noire ; on sort du labo-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ratoire et on expose à la lumière diffuse jusqu'à ce que l'on aperçoive un changement de teinte des bords de la plaque qui prennent une coloration violette, rosée ou grise suivant leur mode de fabrication.

5° **Transformation de l'image.** — On rentre dans le laboratoire et l'on met la plaque dans une solution oxydante quelconque; la suivante convient parfaitement :

Eau	1000 cc.
Bichromate de potasse	6 à 10 gr.
Acide nitrique	10 à 15 cc.

L'image s'efface peu à peu, la plaque blanchit et finalement on n'aperçoit plus qu'une image à peine indiquée formée par du chromate rouge d'argent. La rapidité de disparition de l'image dépend de l'énergie du bain précédent. Pour éviter les soulèvements il est préférable de ne pas trop augmenter la quantité de bichromate et d'acide nitrique et d'attendre un peu plus longtemps.

6° **Lavage.** — On sort alors la plaque et on la lave abondamment à l'eau courante, de façon que la coloration jaune donnée par le bichromate ait complètement disparu. Cette opération est capitale, la moindre trace de bichromate pouvant compromettre absolument le 2me développement. Dans la pratique nous lavons au moins une heure ou deux.

7° **2me développement.** — Cette opération se fait par les procédés habituels, mais demande généralement une durée un peu prolongée. Nous nous servons du révélateur au métol et à l'hydroquinone pour ce développement comme pour le premier et nous obtenons toute l'intensité désirable.

496. Obtention directe du contretype négatif ou positif par contact.

Nous laissons de côté le procédé qui consiste à faire un contretype soit par contact soit à la chambre puis à le copier par une seconde opération, nous en avons parlé précédemment. Nous n'étudierons maintenant que les procédés permettant d'arriver au même but au moyen d'une seule opération et d'obtenir d'un négatif un autre négatif ou d'un positif un autre positif. Le contretype sera inversé par rapport à l'original et c'est ce qui permettra de l'utiliser directement pour la mise en œuvre du procédé industriel réclamant cette inversion, l'original restant intact.

MM. Bolas, Biny se sont particulièrement occupés de cette question et les opérateurs qui ont suivi n'ont apporté aucune modification importante au mode opératoire général.

497. Mode opératoire. — On prend une plaque au gélatino-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bromure quelconque (les plaques qui ont vu le jour peuvent être également employées) et on la place, dans le laboratoire, dans une solution de bichromate de potasse à 4 pour 100 : au bout de 5 à 10 minutes, on la sort. Bolas l'immerge alors dans un bain composé d'eau et d'alcool à parties égales : Biny conseille de ne pas la laver : nous-même nous sommes d'avis qu'il faut la laver rapidement pour enlever l'excès de bichromate qui pourrait cristalliser par la suite et amener des taches. Que l'on ait employé l'un quelconque de ces moyens, la plaque est mise à sécher à l'obscurité dans un bon courant d'air. Une fois sèche on la met dans le châssis derrière le phototype à reproduire, celui-ci pouvant être un négatif ou un positif, de traits ou de demi-teintes. On expose à la lumière diffuse jusqu'à ce que l'image soit bien imprimée (à peu près le même temps que pour une impression sur plaque photocollographique). On lave ensuite la plaque dans le laboratoire de façon à éliminer complètement la teinte jaune donnée par le bichromate. On expose alors à la lumière un instant la couche en dessous et l'on procède au développement soit à l'oxalate ferreux soit à l'acide pyrogallique. L'image se renverse et l'on obtient un second négatif inversé par rapport au premier. Le fixage s'opère par les procédés ordinaires.

Ce procédé, d'une exécution très simple, a cependant un défaut que nous sommes obligés de signaler. On constate fréquemment (et tous les auteurs qui se sont occupés de cette méthode les ont signalés) des décollements qui se présentent surtout lorsque le négatif original présente de grandes zones unies correspondant aux noirs du sujet. Dans la partie correspondante du contretype la partie supérieure de la couche est insolubilisée par la lumière mais il n'en est pas de même de la couche inférieure, et l'on observe alors des décollements sous formes de bulles ou réticules qui compromettent toute l'opération. Nous avons bien essayé l'insolation par le dos qui avait été indiquée par M. Vidal mais quoique cet artifice paraisse présenter quelques avantages, nous croyons que pour certains négatifs ce procédé présentera toujours une incertitude très grande. Nous avons reconnu d'autre part que le développement du contretype pouvait s'effectuer sans inconvénient à la lumière diffuse. Nous avons trouvé également certains avantages à employer le cyanure de potassium au lieu de l'hyposulfite de soude : nous nous sommes servis également avec succès du développement à l'hydroquinone et au métol. Ce procédé mérite d'être travaillé et le jour où on pourra supprimer complètement les décollements il sera d'un excellent usage pour la pratique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

498. Contretypes par surexposition.

Nous ne pouvons passer sous silence un fait constaté depuis longtemps à savoir que par une surexposition convenable les halosels d'argent employés en photographie jouissent de la propriété très curieuse de donner par le développement une image inverse de celle qui serait obtenue par une exposition normale.

499. Parmi les auteurs qui se sont occupés de cette question nous citerons principalement MM. Abney, Janssen, A. et L. Lumière, de La Baume Pluvinel. Ces divers auteurs sont d'accord pour reconnaître qu'il existe une relation directe entre l'intensité de la lumière agissante et la quantité d'argent libérée par le révélateur mais jusqu'à une certaine limite seulement, à partir de laquelle la quantité d'argent libérée diminue au fur et à mesure que la lumière agit davantage. C'est du reste par application de ces faits que la méthode de la surexposition peut rendre en pratique tant de services dans le cas des modèles à oppositions. En augmentant l'exposition on arrive à une période d'état neutre dans laquelle la plaque est uniformément noire, en prolongeant encore davantage on obtient une image inverse de la première c'est-à-dire positive. Ici les auteurs ne sont plus d'accord, M. Janssen indique que l'on peut revenir à un second état neutre puis à un nouveau négatif : MM. Lumière affirment qu'après le premier état neutre aucune modification n'est plus possible, quelle que soit l'augmentation de la durée de pose. Même désaccord pour les temps respectifs qui sont nécessaires pour atteindre ces diverses périodes. D'autre part si le phénomène du renversement paraît être simple lorsque le modèle est un sujet de traits, il n'en sera pas de même s'il s'agit d'un sujet à demi-teintes, l'action de la lumière étant renversée dans certaines parties et pas dans d'autres ; dans ce cas, d'après l'avis de M. de La Baume Pluvinel, l'exécution d'un négatif à demi-teintes par la surexposition serait fort improbable.

Nous voyons donc par ce court aperçu que la question théorique, que nous n'avons fait qu'aborder, est singulièrement controversée et que la pratique sauf en ce qui concerne la surexposition, ne paraît pas avoir beaucoup à retirer des études actuellement faites sur ce sujet. Aussi croyons-nous intéressant de rapprocher certains faits d'expérience qui montrent d'une manière péremptoire la possibilité du renversement complet de l'image par surexposition.

500. Cette question est une de celles que nous avons traitées dans le cours que nous avons fait au Conservatoire des arts et métiers. Dans les recherches nombreuses nous avons dû faire, nous avons retrouvé plusieurs cas de renversements obtenus accidentellement, et princi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

palement lorsque la plaque avait reçu le jour pendant le développement, ou produits par une augmentation suffisante de la pose. De ce côté les renseignements recueillis donnaient les plus grandes différences en ce qui concerne cette augmentation de pose correspondant au retournement complet. Ceci nous prouvait d'une part la possibilité d'obtenir le renversement cherché et de l'autre la nécessité de déterminer exactement le temps nécessaire d'exposition. Nous avons signalé à notre cours une expérience capitale de Sutton et nous l'avons exécutée devant notre auditoire. La voici : Une plaque de sensibilité moyenne est exposée dix secondes à dix centimètres d'une bougie puis placée derrière le négatif à reproduire dans le châssis-presse. On insole en faisant brûler devant le châssis 10 centim. de fil de magnésium. La plaque laisse apercevoir une légère image positive. On procède au développement dans un bain quelconque, l'image positive s'évanouit rapidement et immédiatement l'image négative apparaît. On pousse vigoureusement et l'on fixe.

301. Mode opératoire. — Partant de cette expérience nous avons fait une série d'études qui nous ont conduit aux résultats suivants :

1° L'impression préalable de toute la surface de la plaque n'est pas nécessaire mais elle n'est pas nuisible : par conséquent on pourra employer des plaques neuves ou légèrement voilées ;

2° L'insolation doit être faite à une lumière vive jusqu'à ce que l'image soit bien visible en l'examinant par le dos ;

3° Lorsque ce point est atteint l'augmentation de la durée de pose ne paraît pas avoir d'influence au moins dans de certaines limites ;

4° L'examen de l'image peut se faire à la lumière diffuse et l'on ne constate pas de différences appréciables entre la partie qui est démasquée lors de l'ouverture du châssis et celle qui n'est pas examinée ;

5° Le retournement se fait mieux avec les plaques lentes qu'avec les plaques extra-rapides ;

6° Le négatif est d'autant plus voilé qu'il y a sous-exposition, et il est d'autant plus pur et limpide que la pose est augmentée.

Tels sont les faits pratiques que nous avons constatés et qui nous ont donné la preuve indéniable que le contretype par surexposition était chose possible. Nous avons obtenu par cette méthode un nombre considérable de contretypes aussi parfaits que l'original au point de vue des détails, du modelé et de la transparence, et nous avons cru pouvoir avancer que dans la méthode des contretypes par surexposition, il était nécessaire d'*insoler jusqu'à apparition*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'une image visible nettement imprimée sur la plaque. La pratique nous a montré que, dans ce cas, le retournement avait toujours lieu. Cependant, suivant la nature des plaques, nous avons constaté qu'elles n'étaient pas aptes également à donner cette image visible qui est pour nous le critérium certain indiquant que la plaque est dans l'état voulu pour donner le résultat cherché. Nous avons même trouvé certains procédés, que nous étudions encore avant de les publier, et qui facilitant cette obtention de l'image visible donnent avec des plaques médiocres pour ce travail des résultats bien supérieurs. Pour parachever cette étude il nous faudrait connaître les formules exactes des plaques, leur composition paraissant avoir une influence décisive sur la production de l'image visible et par suite sur le retournement.

302. Observations diverses. — Sans vouloir discuter la théorie de cette expérience, nous pensons que l'apparition de l'image correspond à un état bien défini et qui n'a aucun rapport avec les phénomènes dont nous avons parlé précédemment. Dans ceux-ci il est toujours question d'image latente et non pas d'image visible : d'autre part, alors que M. Janssen et MM. Lumière indiquent des durées d'exposition considérables pour obtenir le renversement, nous l'avons obtenu dans certains cas en une seconde à la lumière diffuse et, dans ces mêmes expériences, les résultats donnés par une pose dix fois plus forte étaient identiques. Enfin on peut constater que toutes les demi-teintes sont exactement renversées, ce qui est absolument contraire à l'opinion des auteurs compétents.

Nous attirons donc l'attention du lecteur sur cette question qui, résolue complètement, donnera certainement le moyen le plus pratique, le plus rapide et le plus sûr d'obtenir des contretypes. L'opération complète peut en effet être faite en quelques minutes sur une plaque non préparée et jamais on n'observe de décollements.

Nous croyons devoir citer une de nos expériences qui est particulièrement intéressante (fig. 220). Un négatif de traits au collodion humide étant mis dans un châssis positif, nous appliquons sur celui-ci une plaque au gélatino-bromure. Sur le dos du négatif nous avions placé un écran opaque percé d'ouvertures parallèles de 1 centimètre de large, de telle façon que cette sorte de grillage masquait la plaque sensible de la lumière directe par bandes de 1 centimètre. Par contre, étant donnée la distance de l'écran à la plaque sensible, distance qui était égale à l'épaisseur du négatif, les rayons obliques pouvaient atteindre dans une certaine mesure la surface sensible. Le châssis chargé a été exposé à la lumière diffuse en dé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

masquant progressivement chacune des ouvertures de l'écran pendant une seconde, de telle sorte que la première bande avait posé dix secondes et la dernière une seulement. Rentré dans le laboratoire, nous avons constaté que l'image était nettement imprimée dans toutes les parties correspondant aux ouvertures de l'écran, quoique la pose ait varié pour chacune de ces positions de 1 à 10. La conclusion de cette observation était qu'à notre avis le retournement devait se faire dans toutes les parties visibles de l'image. C'est ce que le développement nous a prouvé de la façon la plus

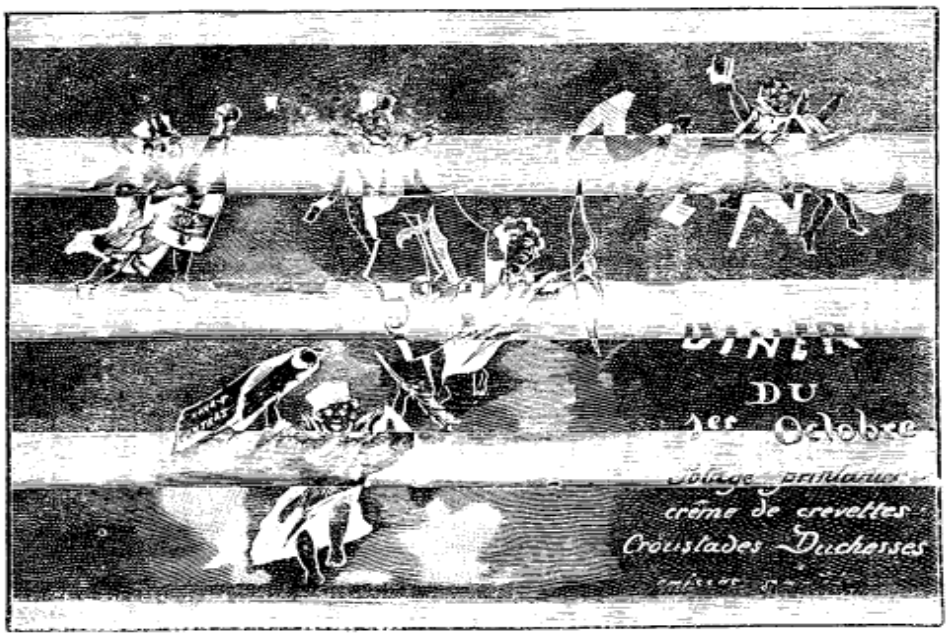


Fig. 220. — Reproduction d'une expérience de l'auteur sur l'obtention des contretypes par surexposition.

éclatante. Toutes les parties imprimées se développèrent en négatif et sans qu'il eut de différences entre les parties diversement exposées. Ce qui montre qu'une fois la limite de l'image visible atteinte, la durée d'exposition n'a plus d'importance appréciable, au moins dans des limites assez étendues.

Mais, d'autre part, et c'est là le point intéressant, les parties qui avaient été masquées par les pleins de l'écran et qui ne portaient pas d'images imprimées avaient été néanmoins influencées par la lumière oblique qui avait produit une impression dégradée, en quelque sorte plus intense à la limite des ouvertures et s'estompant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de plus en plus. En ces endroits, nous avions des images latentes qui se sont développées en positif, celui-ci étant d'autant plus intense que la région correspondante était plus voisine d'une des ouvertures ou que la durée de pose avait été plus prolongée. Sur le même cliché, nous avons donc développé simultanément l'image visible et l'image latente, le renversement n'ayant lieu que dans les parties nettement imprimées et ne se faisant pas dans les autres.

Nous avons répété cette expérience au moyen d'un photomètre à cases d'opacité croissante et nous avons toujours constaté que le retournement était certain lorsque l'image est nettement imprimée et qu'à cette limite la latitude de pose est très grande, la durée d'exposition pouvant être augmentée sans inconvénient. Contrairement à ce que l'on pouvait croire d'après la théorie de la surexposition lorsqu'il s'agit d'images latentes, le renversement est complet.

Au lieu d'opérer à la lumière du jour qui est variable et dont nous ne pouvons apprécier facilement l'actinisme, il est préférable d'employer la lumière artificielle. La combustion d'un fil de magnésium de longueur déterminée, et placé à une distance donnée, est parfaitement convenable : c'est du reste le procédé qui avait été indiqué par Sutton et que nous employons constamment. On peut également, comme l'a proposé dernièrement M. Lansiaux, faire brûler dans une lampe convenable une quantité déterminée de magnésium en poudre.

Cette méthode pourra donc être employée pour obtenir des contretypes négatifs d'après un négatif ou positifs d'après un positif. Au point de vue théorique rien ne s'oppose à ce qu'elle soit employée pour obtenir également des positifs directs à la chambre, si ce n'est la longueur de l'exposition qui est nécessaire pour obtenir l'image visible. Des essais ont été faits sur nos indications par M. Besnard qui nous a remis un positif très réussi obtenu à la chambre après trente minutes d'exposition.

Nous signalons cette expérience fort intéressante pour appuyer l'affirmation que nous faisions de la possibilité d'obtenir ce résultat. Des études nouvelles nous permettront de reconnaître si le temps de pose ne peut être plus réduit que dans l'expérience qui vient d'être citée.

503. Contretypes par la thiosinnamine.

Cette méthode est la dernière que nous signalerons car elle est délicate d'emploi et peu recommandable à cause de l'odeur absolument désagréable de la thiosinnamine.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On traite un positif à développer par le révélateur suivant

Hydroquinone	1gr,5
Sulfite de soude	3 gr.
Carbonate de soude	14 gr.
Solution de thiosinnamine	1 cc.
Eau	100 cc.

La solution de thiosinnamine doit être à saturation. L'image se retourne et au lieu d'un positif on obtient un négatif.

EXPOSÉ DES MÉTHODES PERMETTANT D'OBTENIR DIRECTEMENT LE NÉGATIF RETOURNÉ.

304. En dehors des méthodes précédentes qui donnent un nouveau négatif retourné, il en est d'autres que l'on peut employer pour obtenir directement le négatif dans le sens voulu par certains procédés tels que le charbon, le photocollographie, l'héliogravure, etc. sans qu'il soit nécessaire de faire un contretype. Nous allons les étudier successivement.

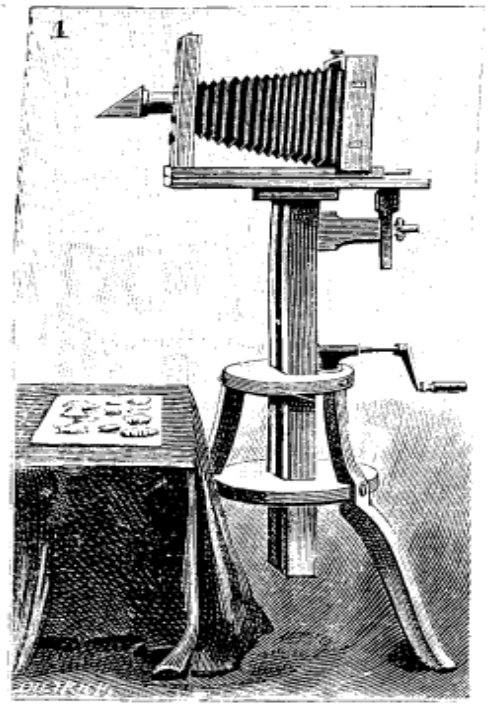


Fig. 221. — Emploi d'un prisme redresseur placé devant l'objectif.

305. 1° **Exposition de la plaque à l'envers.**

Ce procédé consiste à mettre dans le châssis la plaque à l'envers, le dos face à l'objectif. Il est nécessaire que celle-ci soit bien nettoyée et que le verre ne présente pas de défauts. Pour effectuer la mise au point, le verre dépoli sera retourné et la plaque devra avoir la même épaisseur que celui-ci.

306. 2° **Emploi d'un prisme à réflexion totale ou d'un miroir à faces parallèles.**

Par l'un ou l'autre de ces dispositifs, l'objet à reproduire est photographié par réflexion et l'image est retournée. Le prisme à réflexion totale est placé devant (fig. 221) ou dans l'intérieur de l'objectif. Dans ce dernier cas il peut être de dimensions beaucoup plus réduites et par conséquent moins coûteux. Le miroir se place à 45° devant l'objectif. Il est préférable d'employer des miroirs argentés à la surface pour éviter les doubles réflexions.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

307. 3° **Emploi des plaques pelliculaires.**

Ces plaques, que l'on trouve dans le commerce, sont spécialement préparées de façon à pouvoir être détachées du support verre sans difficulté aucune. Voici le mode général de fabrication. Une plaque talcquée et dont les bords sont recouverts d'une couche de vernis au caoutchouc est collodionnée : on lave jusqu'à disparition des taches graisseuses et l'on met sécher. On étend l'émulsion comme d'habitude. Une fois le cliché terminé et sec on collodionne à nouveau et après séchage on incise à quelques millimètres des bords et l'on soulève la pellicule qui se détache avec facilité.

308. Si l'on désire obtenir une couche plus consistante on verse sur le cliché mis de niveau la solution suivante préparée au bain-marie :

Gélatine	10 à 20 gr.
Eau	100 cc.
Glycérine	4 cc.

Dès que la gélatine a fait prise on transporte au séchoir ou dans un endroit sec et à l'abri de la poussière. Après dessiccation on collodionne et l'on détache comme précédemment.

Au lieu de couler de la gélatine on peut se servir des feuilles de gélatine du commerce. On coupe une feuille de la dimension exacte du négatif et on la met tremper dans l'eau légèrement glycérinée (2 à 4 p. 100). Lorsqu'elle est bien ramollie et distendue on la pose sur le négatif mouillé au préalable. On assure l'adhérence au moyen de la raclette ou du rouleau de caoutchouc, et l'on replie les côtés sous la glace après avoir abattu les angles avec des ciseaux. La gélatine s'est en effet assez distendue pour dépasser suffisamment les bords du négatif. Ce repliage a pour but d'éviter le soulèvement prématuré de la couche pendant le séchage. Celui-ci doit s'effectuer lentement et à une température modérée.

Les papiers pelliculaires rendront les mêmes services que les plaques mais leur prix plus élevé, la difficulté de leur assurer une planité complète dans le châssis négatif leur font en général préférer ces dernières.

309. 4° **Emploi des pellicules.**

Il est évident qu'avec ces préparations il suffira d'effectuer le tirage par l'une ou l'autre face pour avoir une épreuve dans un sens ou dans l'autre. Point n'est besoin d'insister davantage.

310. 5° **Pelliculage du négatif.**

Cette dernière méthode a pour but de détacher du support verre un négatif quelconque qui n'a subi aucune préparation spéciale. C'est le cas le plus fréquent et cette question, par cela même, a une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

importance toute particulière ; en effet, les avantages du pelliculage sont indiscutables. En dehors de la possibilité de tirer le négatif par l'une ou l'autre face, la conservation de l'original qui risque d'être accidentellement brisé pendant l'insolation, est assurée d'une façon absolue. Dans certains procédés comme le collodion humide, où l'on emploie des glaces épaisses et d'un certain prix, le détachement du négatif permet de les utiliser à nouveau. Avec les émulsions au collodion sec, il était possible d'emporter en voyage quelques glaces seulement que l'on préparait au fur et à mesure, les négatifs décollés étant mis de côté.

En pratique le négatif pelliculaire présente l'avantage de pouvoir être appliqué d'une façon très intime sur la planche à insoler, ce qui n'est guère possible avec les verres ordinaires dont la planité laisse presque toujours à désirer. Enfin, pour les tirages industriels, on insole ensemble un certain nombre de négatifs juxtaposés ; ce résultat est facilement obtenu avec des clichés pelliculaires et il ne pourrait être atteint avec les négatifs sur verre.

Constatons tout d'abord que dans la fabrication des plaques au gélatino-bromure, on a lutté longtemps contre le manque d'adhérence de la couche au support qui se traduisait par le décollement. Aujourd'hui l'adhérence est bien plus satisfaisante et c'est ce qui explique les difficultés que l'on rencontre dans certains cas pour obtenir le pelliculage.

Dans la pratique deux hypothèses sont à examiner ; dans la première nous désirons opérer le tirage par la face qui est contre le verre, dans la seconde, au contraire, par la face extérieure, que nous voulions dans ce cas reporter notre cliché sur pellicule pour obtenir un contact parfait ou l'assembler avec d'autres pour un tirage industriel. Les procédés ne sauraient être les mêmes ; il est en effet recommandé d'éviter l'application d'une couche quelconque sur le côté du négatif qui doit être en contact avec la surface à imprimer, afin de réaliser le contact le plus parfait possible dont la finesse de l'image dépend. En pratique cependant on obtient de bons résultats si cette couche supplémentaire n'a qu'une très faible épaisseur. Dans le premier cas on doublera le négatif avec une couche de gélatine de façon à obtenir la consistance nécessaire, dans le second il faudra se servir d'un ou deux supports transitoires qui permettront de manier la couche sans la déchirer et de la mettre finalement dans le sens voulu sur le support définitif. Les procédés de pelliculage varient naturellement avec les différents procédés ; nous indiquerons les principaux et les plus typiques.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

311. Pelliculage du collodion humide. — Le négatif doit être séché sans être gommé. On le recouvre alors d'une couche de caoutchouc dissous dans la benzine à consistance de vernis :

Benzine cristallisable.....	100 cc.
Caoutchouc para.....	2 à 4 gr.

Cette solution doit être filtrée avec soin sur de la ouate. Après extension on laisse égoutter et sécher. On reconnaît que le caoutchouc est sec lorsqu'il ne colle plus sous le doigt. A ce moment on peut collodionner avec du collodion normal mais cette opération n'est pas indispensable. On place le cliché sur une table et l'on incise nettement les bords de la pellicule avec un canif, puis on le plonge dans une cuvette d'eau renfermant quelques gouttes d'acide chlorhydrique. Après quelques minutes de séjour, lorsque l'on voit les bords se friser on sort le cliché, on le met à plat et on le recouvre d'une feuille de papier mince mais résistant. Cette feuille doit être au préalable distendue dans l'eau et coupée de façon à être un peu plus grande que le négatif à enlever. On facilite l'adhérence avec un petit rouleau de cuir qui chasse l'eau et l'air interposés. On soulève alors un angle du papier jusqu'à ce qu'on aperçoive l'angle correspondant de la pellicule ; on soulève celle-ci de façon à la faire adhérer au papier. A ce moment on continue lentement le mouvement et toute la pellicule s'enlève avec le papier. On met celui-ci à plat sur une glace, la pellicule en dessus. On peut alors reporter la pellicule sur une autre glace légèrement gommée où on la fera adhérer avec le rouleau. On détache ensuite le papier qui abandonne facilement la pellicule. Ce procédé est très précieux pour juxtaposer sur une glace plusieurs négatifs destinés à être tirés simultanément.

Ceux-ci sont de même sens que l'original ; s'ils doivent être inversés rien n'est plus facile, la feuille de papier portant le négatif détaché est recouverte d'une deuxième feuille de papier exactement comme il a été dit précédemment. On recommence la même opération de façon à faire adhérer la pellicule sur la deuxième feuille.

Dans les opérations précédentes le pelliculage n'a été que transitoire puisque l'on reporte sur glace ; si l'on veut obtenir un négatif pelliculaire suffisamment maniable et résistant on opère ainsi : on gomme le négatif comme d'habitude, puis avant qu'il ne soit sec, on le recouvre d'une feuille de gélatine du commerce coupée de dimension. On superpose une feuille de papier et l'on passe le rouleau en tous sens pour faire adhérer : après dessiccation, on soulève alors la gélatine qui entraîne la pellicule avec elle.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On peut encore couler sur la plaque mise de niveau et gommée au préalable la solution suivante :

Gélatine blanche	200 gr.
Eau	800 cc.
Alcool	200 cc.
Glycérine	30 cc.
Acide phénique	q.q. gouttes.

La plaque doit être chauffée au préalable et placée de niveau. A cet effet on la place sur un support à vis calantes. Les bords doivent être enduits d'un peu de suif afin d'éviter l'écoulement par les bords. La solution de gélatine chauffée à 40° environ est versée sur le milieu de la plaque et on l'étend avec un triangle de papier ou un agitateur en verre formant également le triangle. La quantité de gélatine doit être suffisante pour former une épaisseur de 1 millimètre à $1^{mm},5$. Lorsque la couche a fait prise on porte au séchoir ou dans un endroit bien aéré, à l'abri de la poussière dans les deux cas. Après dessiccation on recouvre d'une couche de collodion normal et, après nouvelle dessiccation, on détache en incisant les bords. Les clichés pelliculaires ainsi obtenus doivent être conservés à plat sous une légère pression.

Ce procédé n'est pas applicable lorsque le négatif a été verni ou il faut au préalable dévernir celui-ci au moyen de l'alcool.

Dans toutes les opérations précédentes le gommage se fait avec la solution suivante :

Eau	1000 cc.
Gomme arabique	100 gr.

312. Pelliculage du collodion sec. — Les procédés que nous venons d'indiquer pour le pelliculage du collodion humide peuvent être employés sans modification aucune.

313. Pelliculage du gélatino-bromure d'argent. — C'est dans cette hypothèse que l'on rencontre le plus de difficultés à cause de l'adhérence de la couche au support; d'autre part la gélatine mouillée se distend considérablement, il faudra donc éviter cette extension par des opérations spéciales. Enfin la pellicule obtenue est peu résistante et il sera nécessaire de la consolider.

314. M. Thevoz indique le procédé suivant. Le négatif doit être passé pendant 2 heures dans une solution d'alun de chrome à saturation, de façon à durcir la couche, puis lavé. On fait sécher et on recouvre d'une couche épaisse de collodion à 2 pour 100. On lave de suite pour dégraisser et jusqu'à ce que l'eau coule libre-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment sur la couche. On passe alors dans de l'eau additionnée de quelques gouttes d'acide fluorhydrique. Lorsque les bords commencent à se soulever on sort la plaque et on la recouvre d'une feuille de papier mouillé au préalable et un peu plus petite que le négatif, puis, avec la pointe d'un couteau on renverse les bords de la pellicule sur le papier. On enlève ce dernier qui entraîne la pellicule. On l'applique celle-ci sur une autre glace collodionnée par avance et l'on applique avec la raclette. Lorsque le tout est sec on incise les bords et l'on détache. La résistance de la pellicule ainsi obtenue n'est pas très grande, pour l'augmenter on n'a qu'à couler une couche de gélatine avant de collodionner, comme il a été dit auparavant.

L'acide fluorhydrique est très dangereux à cause des vapeurs corrosives qu'il émet et qu'il faut éviter de respirer. Il provoque des brûlures des plus graves, aussi ne saurions-nous trop mettre en garde le lecteur. Cet acide ne peut être conservé que dans des flacons de gutta-percha ou de plomb car il attaque le verre et la porcelaine. On peut d'ailleurs, croyons-nous, le remplacer par d'autres acides forts tels que les acides sulfurique et chlorhydrique.

315. Bolton indique un procédé différent qui consiste, après le passage à l'alun, à recouvrir de la solution suivante :

Gélatine dure	190 gr.
Bichromate de potasse	4 gr.
Glycérine	90 cc.
Eau	1000 cc.

Après dessiccation on expose à la lumière de façon à rendre la gélatine insoluble, puis on lave à plusieurs eaux et l'on passe dans le bain suivant :

Eau	1000 gr.
Acide chlorhydrique	50 cc.

La couche se détache facilement.

Dans ces procédés, la gélatine est suffisamment durcie pour ne pas se distendre, ce qui arriverait d'une façon infaillible si l'on ne prenait ces précautions.

316. En effet, l'extension de la gélatine peut être utilisée dans certains cas spéciaux pour obtenir l'agrandissement d'un négatif sans autre opération que le détachement de la couche. Celui-ci est placé dans de l'eau contenant quelques gouttes d'acide fluorhydrique ; lorsque les bords se soulèvent, on achève le décollement au moyen d'un pinceau doux ; on enlève alors la pellicule et on la lave dans une autre cuvette en l'étendant avec le pinceau.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour la reporter sur glace on passe en dessous d'elle une glace légèrement gommée ou gélatinée et on la laisse égoutter : on peut encore la transporter à l'aide d'un papier mouillé. L'agrandissement obtenu dans ces conditions est d'environ un cinquième et la finesse est aussi grande qu'auparavant : il est seulement nécessaire d'employer des négatifs un peu poussés, l'intensité générale diminuant naturellement par suite de l'extension de la gélatine. Le seul défaut de ce procédé est que l'extension n'est pas toujours la même pour toutes les parties du négatif, l'épaisseur de la couche étant rarement égale dans les plaques du commerce.

En résumé le pelliculage peut rendre de nombreux services dans les applications industrielles, mais il constitue toujours une opération délicate et dangereuse car, en cas d'insuccès, le négatif se trouve être compromis d'une façon irrémédiable. Pour notre part nous préférons employer l'une quelconque des méthodes de contretypes qui permet d'arriver aux mêmes résultats, tout en laissant l'original intact. Si l'on désire le nouveau négatif sur pellicule, il suffira d'employer une préparation de cette nature pour exécuter le contretype ou de se servir plus simplement pour obtenir le négatif original de pellicules ou de plaques pelliculaires.

DESCRIPTION DES DIVERS PROCÉDÉS PHOTO-MÉCANIQUES.

317. Maintenant que nous possédons de multiples moyens de préparer nos négatifs en vue d'un tirage mécanique, examinons les divers procédés qui permettent la multiplication du document photographique à un grand nombre d'exemplaires.

Le nombre de ces procédés et surtout de leurs variantes, est considérable et le cadre de cet ouvrage ne nous permet pas de les décrire tous. Aussi devons-nous nous contenter d'indiquer les principaux, les plus importants, qui suffisent d'ailleurs parfaitement pour montrer les nombreuses ressources que la photographie possède actuellement pour reproduire industriellement le document obtenu à la chambre noire.

Ces procédés peuvent se ranger en trois classes parfaitement différenciées par les méthodes employées et la nature des résultats :

1° Impressions sur surfaces planes.
2° — — en creux.
3° — — en relief.

Ces divers procédés sont exploités par des maisons spéciales qui possèdent le matériel nécessaire et des ouvriers bien au courant de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ces travaux tout particuliers. Le praticien, d'une manière générale, n'aura pas à les employer lui-même, à moins de faire une installation et un apprentissage spécial. Nous devons cependant les décrire au moins sommairement, car le lecteur, pour une raison ou un autre, peut être appelé à faire des négatifs destinés à être reproduits à grand nombre d'exemplaires et il faut qu'il sache, d'une part, quel doit être le caractère de ceux-ci en vue de leur emploi par tel ou tel procédé de tirage mécanique, et de l'autre, quels sont les procédés préférables dans chaque hypothèse, qu'il s'agisse de la qualité de la traduction ou du prix de revient. Nous reviendrons du reste sur ce point particulier à la fin de ce chapitre.

I

IMPRESSIONS SUR SURFACES PLANES

Photocollographie.

518. Le procédé le plus courant et le plus répandu est la photocollographie (anciennement phototypie). L'idée première en est due à notre compatriote Poitevin et l'application industrielle paraît avoir été faite en 1867 par MM. Tessié du Motay et Maréchal. Il est basé sur les propriétés spéciales de la gélatine bichromatée qui, après exposition à la lumière, devient apte à retenir l'encre de l'imprimerie, tandis qu'elle la repousse dans les parties non insolées.

La couche de gélatine bichromatée est étendue sur un support quelconque, métal, pierre, verre ou encore sur un support souple comme nous le verrons plus loin. Après dessiccation elle est exposée sous un négatif. On élimine alors le bichromate par un lavage puis, après dessiccation, on mouille légèrement la planche et on la recouvre d'encre d'imprimerie. Celle-ci n'adhère que dans les parties insolées et proportionnellement au degré d'insolation. On superpose une feuille de papier, on passe à la presse et l'encre se reporte sur le papier.

Ce procédé a l'avantage de donner des images inaltérables, de s'appliquer aussi bien à la reproduction du trait que des demi-teintes. Les épreuves obtenues sont d'une grande finesse et elles rendent toutes les valeurs de l'original avec la plus grande fidélité : mais elles sont retournées, aussi est-il nécessaire d'employer un des procédés que nous avons décrit précédemment pour inverser le négatif.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

519. Mode opératoire. — La photocollographie étant basée sur les propriétés hygroscopiques de la gélatine bichromatée, il est essentiel d'opérer dans un local dont la température soit sensiblement constante. C'est du reste aux variations de température que l'on peut imputer certaines inégalités des résultats souvent signalées avec ce procédé. Une température de 15° à 18° paraît la plus convenable.

Nous ne décrirons que le procédé sur glace, l'extension sur un autre support tel que le cuivre, qui a été beaucoup employé ne

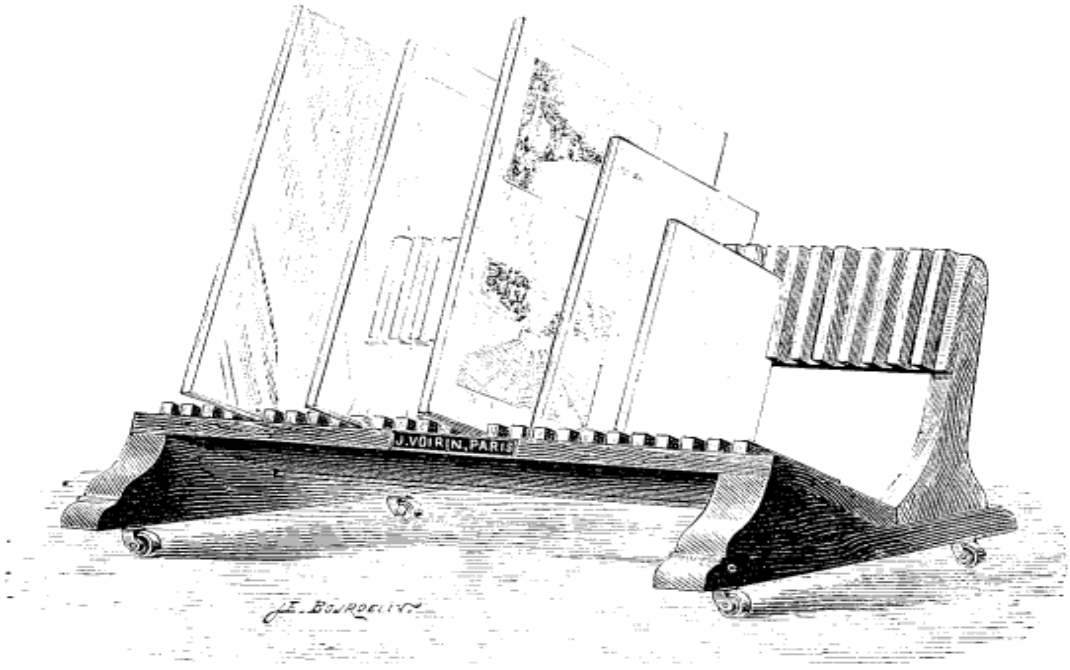


Fig. 222. — Dalles de verre pour la photocollographie.

produisant pas de modifications importantes dans la marche générale à suivre.

520. Préparation du support.— On trouve dans l'industrie des glaces spécialement préparées pour la photocollographie, elles sont épaisses, doucies à la face supérieure, pour faciliter l'adhérence de la couche, et biseautées pour permettre le montage sur le plateau de la machine (fig. 222). Ces glaces doivent être nettoyées avec le plus grand soin, passées à l'eau additionnée d'acide sulfurique ou à la potasse et lavées parfaitement. Pour augmenter l'adhérence de la couche on la frotte ensuite avec un linge doux enduit de tripoli et d'eau acidulée d'acide azotique, puis avec de la ponce en poudre et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de l'ammoniaque. On recouvre alors la plaque de la solution suivante :

Bière	300 cc.
Eau	150 cc.
Silicate de soude liquide du commerce	45 à 60 cc.

Ce mélange a été au préalable battu en neige puis filtré lorsque la mousse est tombée. Les plaques ainsi préparées se gardent une dizaine de jours. Avant de s'en servir on les lave à grande eau puis on les met sécher.

321. Préparation de la couche sensible. — On fait gonfler dans l'eau courante pendant 2 à 3 heures 70 gr. de gélatine (1) puis après égouttage on dissoud au bain-marie dans la plus petite quantité d'eau. On maintient ainsi une demi-heure environ sans dépasser 50° à 60°. D'autre part on dissoud dans une petite quantité d'eau 5 gr. de bichromate d'ammoniaque et 10 gr. de bichromate de potasse, et après avoir mélangé ces deux solutions on les verse dans la gélatine. On ajoutera alors la quantité d'eau nécessaire pour obtenir un volume total de 1000 cc. ; on filtre sur un entonnoir à filtration chaude (fig. 223).

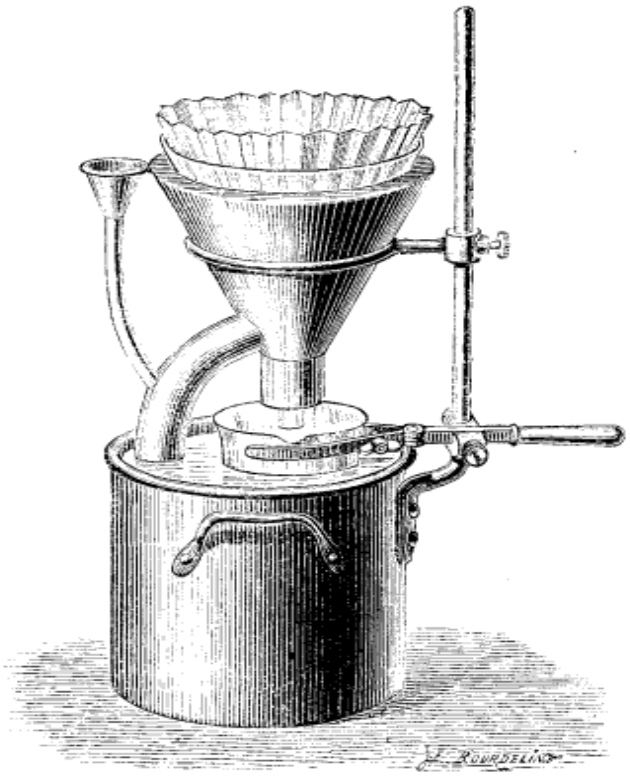


Fig. 223. — Appareil à filtration chaude.

Les plaques préparées comme il vient d'être dit et chauffées légèrement au préalable sont mises de niveau sur un support à vis calantes (fig. 224) et recouvertes de la solution de gélatine bichro-

(1) La gélatine tendre donne plus de demi-teintes mais est peu résistante ; la gélatine dure conviendra mieux pour un tirage important et pour les négatifs de traits. Par un mélange convenable, suivant la nature du sujet à reproduire, on obtiendra des résultats satisfaisants dans les diverses hypothèses de la pratique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

matée dont la température doit être de 40° environ. On l'étend avec

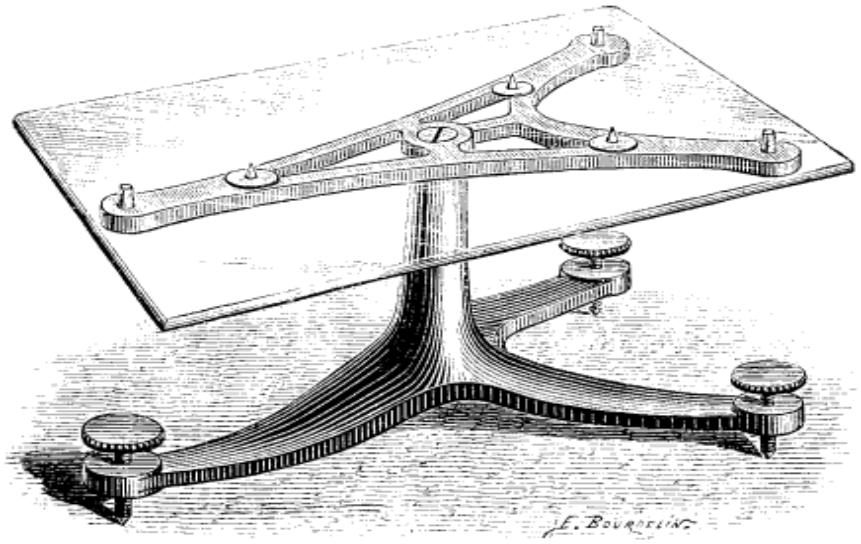


Fig. 224. — Pied à vis calantes pour la préparation des planches photocollographiques.

une baguette de verre recourbée de façon à obtenir une couche par-

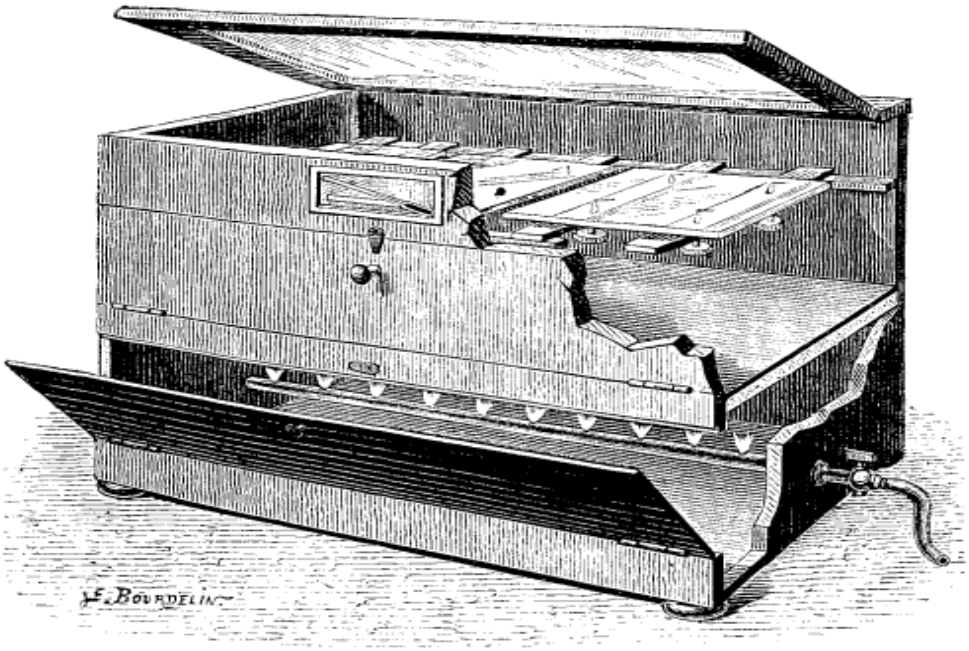


Fig. 225. — Étuve photocollographique. Modèle de M. Voirin.

faitement égale. Il faut éviter d'une manière absolue toutes les bulles

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'air ou les poussières qui feraient autant de taches. On laisse faire prise et l'on porte dans le séchoir. Cette manière de faire n'est pas généralement adoptée, car le refroidissement à l'air libre peut amener des inégalités de la couche. Il paraît préférable de faire le coulage dans l'étuve même de façon à ne plus avoir à déplacer la dalle de verre et à laisser la dessiccation de la couche se faire lentement. Il s'effectue en quelque sorte une véritable cuisson qui paraît donner des résultats plus satisfaisants. Ce résultat est obtenu avec la plus grande facilité dans le modèle d'étuve spécialement construit à cet effet par M. Voirin (fig. 225).

322. Séchage. L'étuve de M. Voirin est garnie à la partie inférieure d'un bain de sable chauffé par une rampe à gaz que l'on règle à volonté. A la partie supérieure se trouvent des règles métalliques garnies de vis calantes. Les dalles de verre sont ainsi facilement placées de niveau. Lorsqu'elles sont à la température voulue on effectue le coulage puis on ferme le couvercle qui est garni d'une étoffe rouge. De cette manière l'air peut s'échapper sans que la lumière pénètre. On maintient la température à 40° environ pendant deux heures puis on éteint la rampe de gaz. Lorsque l'étuve a repris la température ambiante on sort la plaque. Il est indipensable pendant le séchage d'éviter toute introduction de poussière ou l'arrivée de l'air froid qui produirait sur la couche des stries et des moutonnages. Aussi recommande-t-on de n'ouvrir l'étuve que lorsque l'opération est terminée.

323. Exposition. — Les négatifs destinés à être tirés en photocollographie doivent être bordés : on se sert à cet effet de feuilles d'étain minces qui sont appliquées sur la couche au moyen d'eau très légèrement gommée et qui préservent les marges de toute action de la lumière.

324. Les négatifs ainsi préparés sont placés dans des châssis positifs susceptibles de donner une forte pression pour assurer le contact aussi parfait que possible entre le cliché et la dalle. Au lieu des ressorts ordinairement employés, on se sert de châssis dont les barres transversales sont garnies de vis de pression (fig. 226). On arrête l'impression lorsque l'image est bien visible au dos et que l'on en aperçoit les plus fins détails. Il sera d'ailleurs tout indiqué de se servir d'un photomètre, ce qui donnera plus de précision et évitera les incertitudes.

325. Une fois l'exposition terminée on met la dalle face en dessous sur un morceau d'étoffe noire et on expose pendant quelques minutes à la lumière diffuse. Cette opération a pour but d'insolubi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

liser la couche de gélatine qui est en contact avec le verre et d'augmenter son adhérence. On rentre alors dans le laboratoire et la plaque est mise à laver à l'eau courante à l'abri de la lumière. Le lavage doit être prolongé jusqu'à ce que tout le bichromate soit éliminé, ce

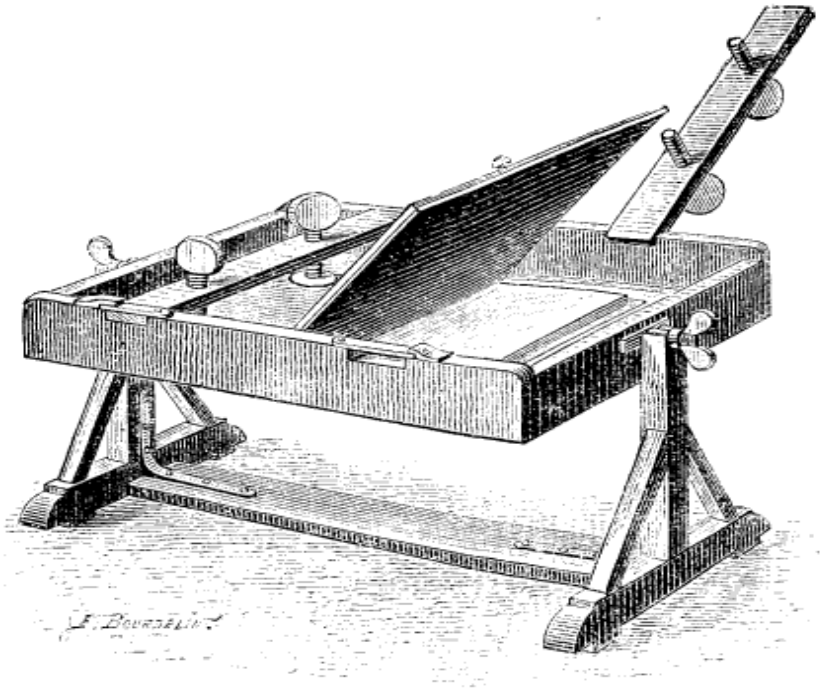


Fig. 226. — Châssis à vis de pression pour les impressions photo-mécaniques.

qui demande plusieurs heures : la couche ne doit plus être colorée en jaune. On peut accélérer le lavage en employant de l'eau légèrement tiède. On fait sécher à l'abri de la poussière. La couche de gélatine modifiée par la lumière porte à partir de ce moment le nom de *planche* et c'est ainsi que nous la désignerons dorénavant.

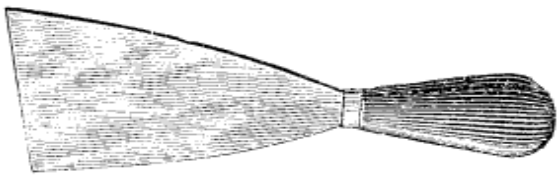


Fig. 227. — Couteau à palette.

326. Encrage de la planche. — On se sert d'encre et de vernis lithographiques ou encore d'encres de couleur ce qui permet d'obtenir des tonalités fort variées. D'ailleurs l'industrie fait maintenant tout spécialement des encres destinées aux impressions photocollographiques : c'est ainsi que la maison Lorilleux, qui s'est acquis une juste réputation dans cette fabrication, livre trente teintes différentes. Certaines de ces encres sont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

assez fluides pour être employées de suite mais la plupart du temps il faut les étendre sur le marbre et les additionner d'une quantité plus ou moins grande de vernis. Ce mélange ce fait à l'aide du couteau à palette (fig. 227) et jusqu'à ce que tout grain soit évité. La

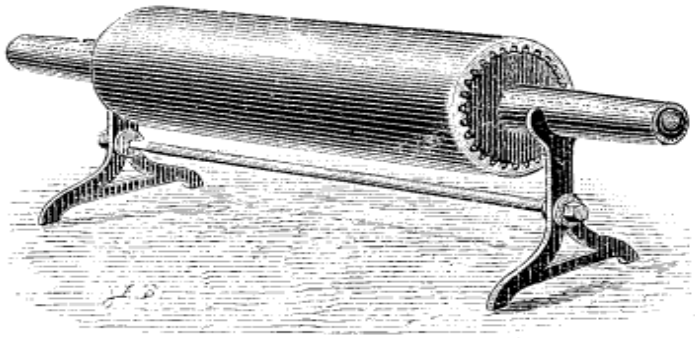


Fig. 228. — Rouleau de cuir.

quantité de vernis doit varier d'après la nature du négatif : on l'augmente pour un cliché heurté et on la diminue pour un négatif mou et monotone. L'encre est étendue sur le marbre au moyen du rouleau de cuir des lithographes (fig. 228), qui sert également à encrer la planche. Ensuite au moyen d'un autre rouleau en gélatine (fig. 229) on répartit convenablement l'encre en chargeant au besoin certaines parties et en dégageant certaines autres. On arrive à ce résultat par le passage plus ou moins rapide du rouleau de gélatine : manié lentement on augmente la quantité d'encre déposée, passé rapidement on l'enlève plus ou moins. La perfection des résultats dépend indiscutablement de l'exécution de l'encrage et c'est ce qui fait, qu'à notre avis, le tirage à la presse à bras peut donner des résultats beaucoup plus parfaits que le tirage à la machine, car l'opérateur varie son encrage suivant l'état de la planche, celle-ci se modifiant constamment au fur et à mesure qu'elle séche ainsi que nous le verrons.

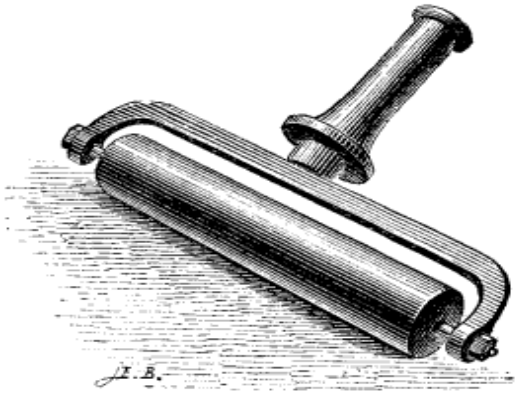


Fig. 229. — Rouleau de gélatine.

527. Mouillage de la planche. — Pour mettre la planche dans l'état convenable il est nécessaire de faire l'opération du mouillage

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui a pour but d'humidifier suffisamment les parties insolées pour leur permettre de garder l'encre d'imprimerie. Pour les planches composées de gélatine dure et fortement insolées on prend :

Eau	60 cc.
Glycérine	30 cc.
Ammoniaque	q. q. gouttes.

Pour les gélatines tendres et les sujets à demi-teintes on supprime l'ammoniaque.

La planche est mise de niveau sur un support à vis calantes et

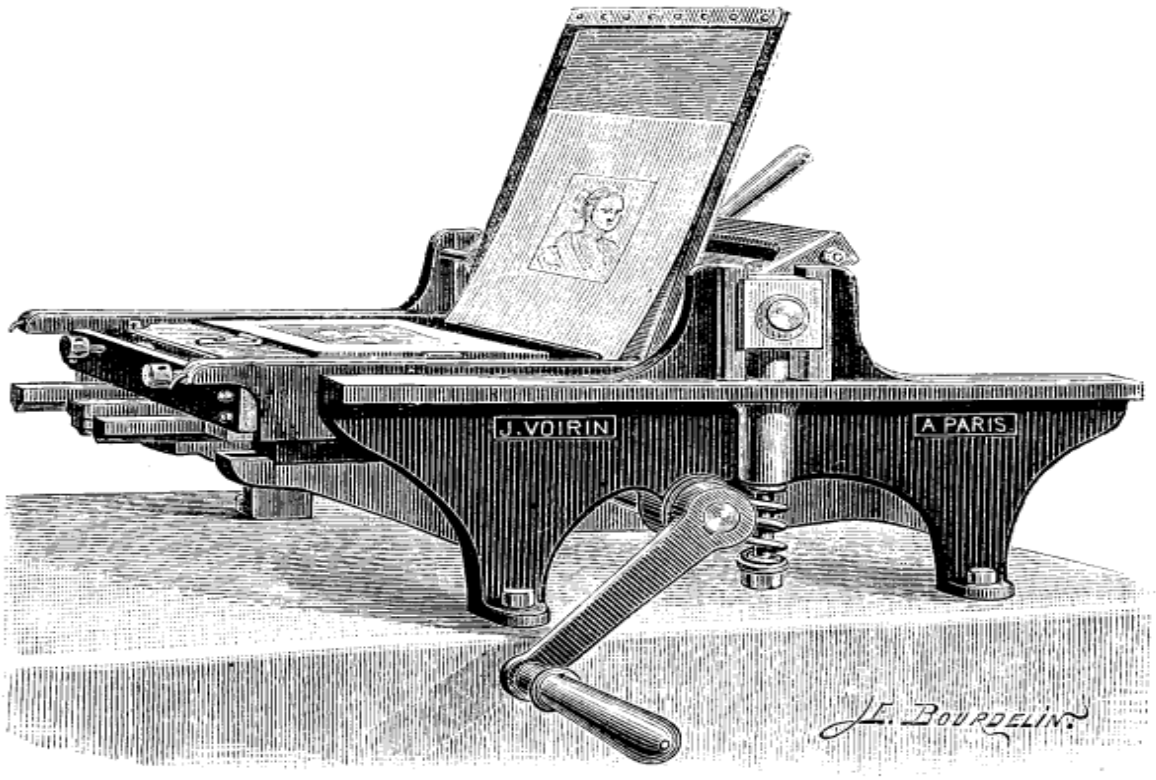


Fig. 230. — Presse photocollographique à main. Modèle de M. Voirin.

recouverte suivant le cas de l'une ou de l'autre solution. La durée du mouillage varie d'après la valeur du négatif, la durée d'insolation et la nature de la gélatine, il est suffisant lorsqu'au doigt on ne sent plus les légers reliefs qui existaient sur la couche. On enlève l'excès de liquide au moyen d'une éponge fine et on place la planche sur la machine en interposant un bon matelas de papier buvard. On tamponne alors avec un linge fin pour enlever toute trace d'humidité et l'on procède à l'essuyage comme il a été dit. Au début il est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nécessaire d'amener la planche au point voulu par un essuyage méthodique. Cette mise en train est délicate et demande une certaine expérience.

528. Pour réserver les marges blanches on interpose une feuille de papier mince portant une ouverture correspondant à la partie insolée de la planche. On place alors une feuille de papier convenablement choisi, on superpose un matelas flexible et l'on donne une légère pression qui opère le transport de l'encre sur le papier.

529. Parmi les machines faites spécialement pour les impressions photocollographiques nous décrirons la machine de Voirin (fig. 230) qui permet le tirage à la main et peut être considérée comme un appareil d'amateur. Un bâti métallique porte un plateau mobile sur

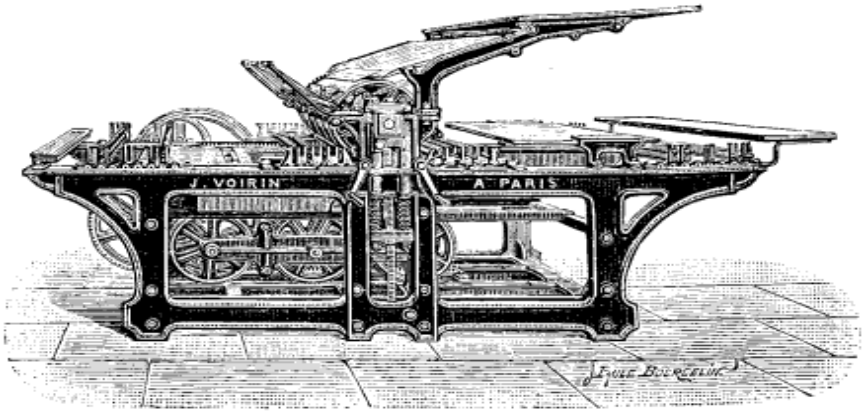


Fig. 231. — Presse photocollographique industrielle. Modèle de M. Voirin.

lequel on fixe la planche au moyen de griffes spéciales. Ce plateau est entraîné par une manivelle qui le fait passer sous un rouleau monté sur ressorts et qui permet de donner par un réglage préalable la pression nécessaire. La cache est montée à demeure sur un cadre rabattant ce qui permet d'être assuré de sa position exacte. Un autre cadre qui se nomme le *blanchet*, constitué par une étoffe souple et convenablement tendue, se rabat une fois la feuille de papier placée et répartit également la pression lors du passage sous le rouleau compresseur.

Dans l'industrie on se sert de machines mues par un moteur à vapeur et dans lesquelles l'encrage se fait automatiquement (fig. 231). L'ouvrier n'a qu'à placer les feuilles de papier et à les retirer.

530. Tel est le procédé exploité actuellement avec grand succès par de nombreuses maisons tant en France qu'à l'étranger. Il est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

susceptible de donner des résultats complets au point de vue de la reproduction des demi-teintes de l'original mais à la condition que le négatif, la planche elle-même et l'encrage soient faits d'une façon irréprochable : il est en effet impossible d'effectuer la moindre retouche. Il n'en est pas de même dans les procédés de gravure photographique en creux ou en relief qui offrent, il est vrai, plus de ressources mais ouvrent une porte à l'interprétation quelquefois avantageuse mais d'autres fois regrettable au point de vue de la vérité.

L'encrage à la machine paraît à *priori* assurer une régularité plus grande du travail, il n'en est rien cependant car la planche varie constamment d'état par suite des modifications de son état hygroscopique. Il faut par suite la maintenir autant que possible au même degré de mouillage afin d'obtenir des résultats identiques. C'est là une des grandes difficultés du procédé industriel et la valeur des tirages dépendra principalement du conducteur de la machine qui saura remouiller la planche aussitôt que cela sera nécessaire. Ce mouillage en cours de travail se fait sur la machine même, il ne demande du reste que quelques instants.

Un autre inconvénient de la photocollographie c'est l'insuffisance de résistance de la planche et son usure qui ne permettent guère dans les meilleures conditions de tirer plus de 1 000 à 1 500 épreuves. C'est déjà un résultat sérieux mais qui n'est pas à comparer avec ce que l'on obtient dans les impressions typographiques par exemple.

Ces réserves faites, il est certain que c'est le procédé auquel on aura le plus souvent recours dans l'état actuel de nos connaissances, il peut d'autre part être abordé facilement par un amateur sérieux, d'autant plus que l'on est arrivé pour des petits tirages à simplifier encore de beaucoup le matériel et le mode opératoire.

531. Photocollographie simplifiée.

Le procédé que nous venons de décrire peut être mis en œuvre par un amateur bien installé mais il est encore bien compliqué pour beaucoup, d'autant plus qu'il exige un matériel spécial qui est d'un certain prix, aussi on a cherché de divers côtés à simplifier le mode opératoire et à éviter l'emploi des dalles de verre, de l'étuve et même de la presse spéciale.

532. Marion en 1873 indique le procédé suivant. On sensibilise une pellicule de gélatine dans un bain de bichronate à 3 p. 100. On la laisse sécher. On l'insolubilise au verso puis on expose l'autre face sous le négatif. On examine l'image comme s'il s'agissait d'une épreuve sur papier : lorsque l'insolation est terminée on lave à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'eau froide et on fait adhérer au moyen du vernis au caoutchouc sur une plaque de zinc. On se sert à cet effet de la raclette. On plonge alors le tout dans un bain d'alun à 4 p. 100 et on lave avec soin. On effectue le tirage par les procédés ordinaires.

533. M. Roche, de New-York, indique la possibilité d'employer les plaques ordinaires au gélatino-bromure d'argent. Il suffit de les passer pendant 4 à 5 minutes dans un bain de bichromate de potasse ou d'ammoniaque à 2 p. 100. On les fait sécher dans l'obscurité. On expose comme d'habitude et l'on insole le dos. Lorsque le bichromate est éliminé, on éponge et l'on encre comme d'habitude. Nous trouvons dans la courte description de ces deux procédés l'indication très nette de simplifications de la photocollographie qui ont été, à diverses reprises, présentées depuis comme neuves, c'est-à-dire l'emploi du support souple, le bichromatage d'une couche de gélatine ordinaire ou bromurée, l'insolation au dos, etc.; c'est ainsi que la société de l'Autocopiste prépare spécialement un parchemin gélatiné que l'on bichromate et que l'on expose comme il a été dit précédemment. Un dispositif spécial et très simple permet de tendre parfaitement la feuille et de la tirer avec une presse à copier ordinaire.

534. Nous citerons en dernier lieu le support souple indiqué par M. Tournois. L'auteur emploie les feuilles d'ivoirine du commerce (gélatine opaque préparée au sulfate de baryte). Après l'exposition et le lavage il applique au moyen du rouleau cette feuille soit sur une feuille de zinc soit sur une glace le côté mat en dessus. Alors, au moyen d'un fer chaud passé sur les bords il provoque la fusion de la gélatine et son adhérence au support. Ce mode opératoire très simple donne de bons résultats.

535. Choix du papier.

Quelque soit le procédé employé, le choix du papier est très important, il doit être de bonne qualité et exempt de tous défauts qui risqueraient d'entailler la gélatine : on emploie donc généralement des papiers lisses et bien satinés. Ils peuvent être collés ou non : on se sert aussi avec avantage des papiers couchés qui donnent la plus grande finesse.

Photolithographie.

536. Sous ce nom général on comprend une série de procédés qui permettent d'utiliser les propriétés spéciales de la pierre lithographique ou de corps jouissant des mêmes propriétés, le zinc par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

exemple, en se servant de la photographie pour obtenir sur ceux-ci le dessin à reproduire. La photolithographie ne peut servir qu'à la reproduction du trait et aucunement des demi-teintes. Les applications seront donc plus spéciales et utilisées pour la multiplication des plans, gravures, manuscrits ou autres modèles analogues constitués par le trait noir sur fond blanc.

On peut insoler directement la surface pierre ou zinc convenablement préparée ou au contraire procéder par voie de décalque ou de report. D'où deux méthodes générales différentes.

537. 1° Impressions directes sur pierre ou sur zinc.

Le principe de la photolithographie directe a été donné par Poitevin et il n'y a été apporté depuis que des modifications insignifiantes. On prend une pierre lithographique de Munich à grain très fin et, après l'avoir dressée et grénée très fin, on la recouvre au pinceau d'un mélange à volumes égaux d'albumine et d'une solution de bichromate de potasse à saturation. On tamponne l'excès de liquide et on laisse sécher. On expose sous un négatif retourné, environ 15 minutes au soleil, puis on rentre dans le laboratoire. On recouvre la pierre d'encre en faisant tableau noir. Après quelques instants on enlève à l'éponge la couche soluble non impressionnée. On peut encore faire l'inverse, c'est-à-dire mouiller d'abord la couche et l'encrer postérieurement. Dans un cas comme dans l'autre les traits chargés d'encre restent seuls et il suffit de gommer et de faire le tirage comme on opère dans la lithographe ordinaire.

538. M. Rodriguez a le premier reconnu que le zinc pouvait être substitué à la pierre lithographique. Son emploi est bien plus pratique et permet d'autre part un contact plus parfait avec le négatif. La couche de gélatine employée fait réserve et permet de préparer le zinc par acidulation et gommage comme dans les procédés de la lithographie et de la zincographie ordinaires.

M. Rodriguez emploie des feuilles de zinc très minces (n° 5 ou 6 du commerce) et bien planes. Leur surface est dépolie à l'émeri fin puis elles sont dégraissées à la soude caustique et lavées avec soin. On les recouvre alors d'une faible couche de la solution suivante :

Gélatine	1 gr.
Bichromate de potasse	1 gr.
Eau	100 cc.

On fait sécher dans l'obscurité à une douce chaleur et l'on expose sous le négatif retourné. Le temps de pose est de 1 à 2 minutes au soleil. On encre ensuite la feuille de zinc de façon à faire tableau noir au moyen d'un mélange de 4 parties d'encre lithographique

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et de 1 partie d'encre de report. On laisse ensuite tremper 6 heures dans l'eau froide. Les parties non insolées se gonflent et comme elles sont restées solubles on les élimine à l'eau tiède. Seules les parties correspondant au dessin restent adhérentes. Le zinc est mis à nu partout ailleurs. On verse alors sur la plaque le mélange suivant qui acidule et gomme en même temps :

Eau	1000 cc.
Acide gallique	5 gr.
Gomme arabique	30 gr.
Sulfate de cuivre	2 gr.
Acide nitrique	0cc,5

On tire ensuite par les procédés ordinaires de la zincographie.

Au lieu de gélatine bichromatée on peut employer le bitume de Judée qui avait du reste été utilisé par Nicéphore Niepce dans ses premiers travaux. Le bitume est dissous dans la benzine cristallisable dans les proportions suivantes :

Bitume de Judée	4 gr.
Benzine cristallisable	100 cc.

Le temps de pose est plus prolongé, l'impression doit durer jusqu'à ce que dans les traits transparents du négatif le bitume ait pris une teinte plus foncée qui correspond à son insolubilisation complète. Le bitume resté soluble est éliminé par la térébenthine. On lave, on tamponne avec un linge doux et on prépare le zinc avec un mélange ainsi préparé : on fait bouillir jusqu'à réduction d'un tiers, 250 grammes de noix de Galle concassée dans 5 litres d'eau. On filtre sur de la mousseline et après refroidissement on ajoute :

Acide nitrique	50 cc.
— chlorhydrique	3 cc.

On ajoute quelquefois un peu de gomme arabique. On laisse sécher le liquide sur la plaque et on tire par les procédés habituels.

539. Pour éviter d'employer un négatif, ce qui est indispensable dans le procédé qui vient d'être décrit, M. Maugel fils indique le mode opératoire suivant qui permet d'utiliser directement un calque. La feuille de zinc préparée, comme il a été dit précédemment, est décapée dans de l'eau contenant 3 p. 100 d'acide azotique puis lavée, séchée et recouverte de la solution gallique suivie d'un nouveau séchage. On étend le bitume de Judée en couche mince et, après dessiccation, on expose à la lumière sous le calque. Après insolation convenable on trempe dans l'essence de térébenthine qui dissoud la partie correspondant aux traits, les autres parties étant complètement insolées. On lave alors, puis on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

passe dans un bain d'acide acétique à 5 p. 100 qui détruisant l'effet de l'acide gallique dans tous les traits rend au zinc son affinité pour l'encre.

La feuille lavée et rincée est huilée au tampon puis passée à la benzine qui élimine le bitume qui n'était pas soluble dans la térébenthine ; la préparation gallique qui est restée dans les fonds les préserve et seuls les traits prendront l'encre. On tire par les procédés ordinaires de la lithographie.

340. Ce que l'on peut craindre dans ces deux procédés c'est l'étalement des traits, aussi est-il bon de signaler le procédé de M. de la Noë qui évite complètement cet inconvénient. Le zinc, préparé par la méthode ordinaire, est recouvert de bitume et insolé sous un calque, on développe à l'essence de térébenthine pour mettre les traits à nu. On plonge alors pendant 30 à 45 secondes dans de l'eau acidulée à 3 p. 100 d'acide nitrique. On lave, puis avec de la benzine et une brosse dure on enlève le bitume. Dans le passage au bain acidulé, on a obtenu une légère gravure en creux mais qui serait absolument insuffisante pour effectuer un tirage en taille-douce. On recouvre alors la planche en plein d'une solution de bitume à 3 p. 100 dans la benzine ; après dessiccation on fait tableau noir avec un rouleau très dur : seuls les traits qui sont légèrement en creux ne prennent pas l'encre.

On insole alors en plein jour. Le bitume des traits n'étant pas recouvert d'encre devient insoluble : les parties protégées par l'encre, au contraire, restent solubles, on enlève celle-ci au moyen de la térébenthine. On polit alors au charbon et on prépare à l'acide gallique. Les traits restent seuls capables de prendre l'encre et on obtient des finesses très grandes.

341. 2° Impressions par voie de report.

Le principe de ces procédés consiste à obtenir sur un support souple une image à l'encre grasse qui est reportée par pression sur pierre ou sur zinc et traitée ensuite comme si elle avait été obtenue directement sur ces matières.

L'encre spéciale employée comprend toujours une certaine quantité de savon et de matières grasses. Voici une excellente formule :

Cire	1 gr.
Suif	1 gr.
Savon noir	1 gr.
Vernis moyen	12 gr.
Térébenthine de Venise	6 cc.
Noir de fumée	q. s. pour obtenir un beau noir.

On fond ensemble et l'on mélange bien.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

C'est encore à Poitevin que l'on doit l'idée première d'employer les images photographiques pour les reports lithographiques. Ces procédés comme les précédents s'appliquent plus spécialement aux reproductions de dessins aux traits.

Le procédé le plus simple consiste à recouvrir un papier de bonne qualité d'une couche de gélatine (12 grammes p. 100 d'eau). Sur ce papier une fois sec, on écrit ou l'on dessine avec une solution de bichromate de potasse additionné de gomme arabique pour lui donner la consistance de l'encre. On expose à la lumière de façon à insolubiliser tous les traits. On mouille alors légèrement la surface et l'on encre à l'encre de report. Après séchage on reporte sur pierre ou sur zinc et l'on termine comme il a été dit précédemment.

En se servant d'un papier gélatiné et bichromaté en plein, exposé sous un négatif de traits, on pourra obtenir autant de feuilles qu'on le désirera pour le report. A cet effet, on prend du papier de Rives (6 à 10 kilos par rame) ; on le fait flotter sur un bain de gélatine tiède puis, après dessiccation, on le sensibilise sur un bain de bichromate de potasse (à 3 p. 100 en été, à 4 ou 5 p. 100 en hiver), pendant trois minutes. On laisse sécher. On expose au châssis-presse sous le négatif jusqu'à ce que l'image soit bien visible. On recouvre alors d'encre de report avec le rouleau de gélatine, puis on plonge d'abord dans de l'eau froide puis dans de l'eau à 30° (un quart d'heure en tout). On applique sur glace forte et on tamponne légèrement avec du coton. L'image se dépouille, les traits recouverts d'encre de report restent seuls visibles. On reporte alors sur pierre.

Le défaut de ce procédé ainsi que d'autres presque similaires est que si la couche d'encre de report est très mince, l'apprêt et la morsure de la surface lithographique ne peuvent se faire que légèrement, ce qui empêche d'obtenir un tirage important : si, au contraire, la couche d'encre est très épaisse, les traits s'élargissent lors du report sous pression, enfin l'emploi du papier ou de tout autre support analogue ne garantissent aucunement la reproduction à échelle rigoureuse à cause des extensions du support mouillé. On a évité ces inconvénients principalement en ce qui concerne les modifications d'échelles en adoptant comme support des feuilles de zinc ou d'étain très minces. Le premier procédé a été indiqué par M. Rose, le second par M. Rodrigues. Le dernier, en particulier, a donné entre les mains de l'auteur des résultats très remarquables, particulièrement appréciés en ce qui concerne la reproduction des cartes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

II

IMPRESSIONS SUR SURFACES EN CREUX.

Gravure photographique en creux.

342. Le lecteur connaît certainement les principes de la gravure en creux qui consistent à obtenir sur une plaque de métal dur des creux plus ou moins profonds qui gardent l'encre en quantité proportionnelle, même après le nettoyage parfait de la surface. Une feuille de papier fortement pressée sur cette surface pénètre dans les creux, s'empare de l'encre et reproduit ainsi l'image formée par les tailles. Le tirage se fait, en taille-douce comme on dit ordinairement, au moyen de presses spéciales et nécessite des ouvriers d'une habileté consommée.

Laissant de côté le mode de tirage nous n'aurons qu'à examiner comment, par la photographie, on peut arriver à obtenir des planches susceptibles d'être tirées en taille-douce. S'il s'agit de traits on ne rencontrera aucune difficulté et la photographie d'après un modèle convenable, donnera des tailles analogues à celles que l'artiste produit avec le burin. Il n'en sera pas de même lorsqu'il faudra obtenir une planche d'après un négatif photographique d'après nature qui présente des demi-teintes et des dégradations de valeurs à modelés continus. Celle-ci ne peut présenter de larges dépressions que l'imprimeur atteindrait forcément en nettoyant la planche, il est nécessaire que ces parties soient transformées en surfaces discontinues, les différentes valeurs étant rendues par l'interposition d'un grain plus ou moins serré. Les procédés de gravure photographique consisteront donc à obtenir une planche en creux dont les demi-teintes seront grénées : on opérera soit par morsure chimique sur réserve, soit par moulage en obtenant un relief qui sera moulé par des procédés convenables.

Examinons ces deux classes principales.

343. Gravure photographique par réserve. — Ces procédés sont basés sur l'insolation d'une plaque de métal recouverte d'une couche sensible à la lumière, bitume de Judée, albumine ou gélatine bichromatées. On élimine les parties restées solubles et on fait une morsure qui agit partout si ce n'est dans les parties réservées.

Ce procédé est absolument analogue à la gravure ordinaire sauf que le dessin est exécuté par la lumière. On fait la gravure sur métal étamé, cuivre ou acier.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

344. Les premiers essais remontent à 1824 et sont dus à Nicéphore Niepce. Voici le procédé qu'il a publié avec M. Lemaître. On prend une plaque d'acier qui est dégraissée au moyen de blanc d'Espagne et décapée avec de l'eau acidulée par l'acide chlorhydrique (5 p. 100). On lave et l'on fait sécher : on l'enduit alors, au moyen d'un rouleau de peau, de bitume de Judée dissous dans l'essence de lavande : on sèche à la chaleur et on garde dans l'obscurité. On insole sous un positif puis on dissoud le bitume non insolubilisé par le mélange suivant :

Huile de naphte rectifiée	300 cc.
Benzine pure	100 cc.

On lave ensuite, on fait sécher et l'on fait une première morsure avec le bain suivant :

Eau	8 parties.
Acide nitrique à 36°	1 —
Alcool à 90°	3 —

Au bout de quelques instants on lave, on sèche, puis on recouvre d'un grain de résine comme font les graveurs à l'aquatinte. On mord de nouveau à la profondeur voulue avec de l'acide nitrique étendu : on commence quelquefois avec de l'eau iodée.

345. Ch. Nègre qui a produit des spécimens remarquables, opérait également sur plaque d'acier recouverte de bitume, mais il exposait sous un négatif : seulement après dépouillement de l'image il dorait la plaque par voie galvanique et les parties ainsi dorées résistaient à la morsure qui n'attaquait que les traits mis à nu après dépouillement du bitume restant.

346. Peu de temps après, en 1853, Fox Talbot indique la possibilité de remplacer le bitume de Judée par une couche de gélatine bichromatée mais à condition d'éviter l'emploi des solutions acides qui attaquent la gélatine ; il se servait de bichlorure de platine en solution d'autant plus concentrée qu'il voulait une attaque moins énergique.

347. En 1867, M. Garnier donne un procédé qui permet d'obtenir les demi-teintes d'une façon absolument complète. Il se sert d'une feuille de cuivre qui est recouverte à la tournette de la composition suivante.

Eau	140 cc.
Bichromate d'ammoniaque	10 gr.
Sucre	20 gr.

On sèche et on expose de suite sous un positif. L'exposition est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'environ une minute au soleil. Les parties insolées cessent d'être hygroscopiques tandis que dans les autres la substance reste poisseuse et peut happer une poudre quelconque promenée à sa surface. L'image se trouve ainsi dessinée. M. Garnier indique l'emploi de la cendre très finement pulvérisée. On chauffe ensuite jusqu'à irrisation du métal sur les bords de la planche. La couche sucrée est devenue compacte dans les parties solarisées mais sous la poudre elle est restée poreuse et perméable aux acides. On mord alors avec du perchlorure de fer à 45° B.; après quelques minutes la gravure est faite. Lorsqu'il s'agit de traits on élimine ensuite la couche qui formait réserve avec une brosse dure et de la lessive de potasse, et en chauffant au besoin; on peut tirer de suite. S'il s'agit d'un sujet à demi-teintes le mode opératoire est plus compliqué, il faut faire trois expositions et trois morsures en diminuant chaque fois la pose de façon à graver successivement les noirs puis les demi-teintes. On interpose s'il est nécessaire à chaque opération un grain de résine comme le font habituellement les graveurs (1).

548. La résistance des planches ainsi obtenues ne serait pas suffisante pour donner un tirage important, aussi met-on à profit le procédé de Garnier qui consiste à les aciérer.

549. Aujourd'hui on emploie généralement les mucilages bichromatés et le cuivre comme support. C'est ainsi que M. Arentz recouvre la planche à graver d'une couche mince de la solution suivante :

Eau	125 cc.
Gélatine	6 gr.
Bichromate de potasse	4 gr.

On emploie un positif et l'on expose peu de temps à cause de la sensibilité de la couche (quelques secondes au soleil, 10 ou 15 minutes à la lumière diffuse). La gélatine devient insoluble et imperméable partout sauf sous les traits noirs du négatif. Il suffit alors de graver directement avec le perchlorure de fer. Une fois cette première morsure faite, on met à nu toute la surface du métal puis on tire une épreuve. Alors par des encrages successifs, suivis d'un saupoudrage au bitume ou à la résine et d'un chauffage à 70° ou 80°, on fait des réserves successives qui permettent de mordre pro-

(1) Nous renvoyons du reste pour la description très minutieuse du détail opératoire au traité de M. Davanne à qui nous avons fait de nombreux emprunts dans cette partie de notre travail et au *Bulletin de la Société d'encouragement*, novembre 1881, p. 573. A. Davanne. Rapport sur les travaux de M. Garnier au nom du Comité des Constructions et Beaux-Arts.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gressivement. Lorsque certaines parties sont à point on les recouvre de vernis comme dans la gravure à l'eau-forte ou à l'aqua-tinte. Ces opérations sont exactement les mêmes que celles accomplies par le graveur en taille-douce. Pour les reproductions de demi-teintes M. Arentz emploie comme M. Garnier les poses successives avec interposition d'un grain de résine à chaque opération.

Telles sont les indications générales que nous avons pu recueillir sur ces divers procédés de gravure en creux. Les résultats dépendent beaucoup de l'habileté de l'opérateur et de certains tours de main qui n'ont pas été publiés.

330. Photogravure par moulage. — Ces procédés sur lesquels nous avons encore moins de documents consistent à utiliser les reliefs de la gélatine bichromatée insolée sous un cliché pour obtenir un moulage en matière résistante susceptible de donner des impressions en taille-douce.

Rappelons à ce propos les propriétés de la gélatine bichromatée : *sous l'influence de la lumière elle devient insoluble et imperméable*. Si alors on la traite par l'eau chaude, les parties solubles seront éliminées et les parties insolubles resteront en relief, ce relief étant d'autant plus prononcé que la lumière a pénétré plus profondément. Par le moulage on obtiendra des creux correspondants. Si, au contraire, on traite par l'eau froide, les parties non insolées se gonfleront et produiront un relief qu'on pourra mouler. Suivant la méthode employée on pourra donc obtenir une planche en creux ou en relief.

Ce procédé n'est devenu pratique que le jour où on a développé l'image par la face opposée à celle qui avait été insolée et que l'on a pu produire au moyen de réactifs chimiques un grain suffisant, provenant de la réticulation de la gélatine. Les résultats obtenus, dans cet ordre d'idées, par M. Rousselon et M. Manzi sont de toute beauté, ainsi qu'on peut le constater par les magnifiques épreuves qui sortent de la maison Goupil mais les procédés n'ont pas été publiés.

Photoplastographie

(ANCIENNEMENT PHOTOGLYPTIE).

331. Ce procédé tout particulier est basé sur l'obtention d'un relief en gélatine bichromatée servant pour l'obtention d'un moule dans lequel une encre gélatineuse prendra des épaisseurs variables suivant la profondeur des creux et sera enlevée ultérieurement sur papier. On obtient ainsi une reproduction fidèle de l'original, sans l'inter-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vention d'aucun grain, les différentes valeurs étant rendues par les quantités plus ou moins considérables d'encre retenue. L'idée première de ce procédé est due à Poitevin mais l'application pratique et absolument industrielle revient sans conteste à Woodbury, d'où le nom de *Woodburytypie* qui lui est souvent donné.

352. Mode opératoire. — Une glace convenablement nettoyée et talcquée est recouverte d'une couche de collodion normal (2 gr. ou 2 gr. 50 de coton-poudre pour 100 d'un mélange d'alcool et d'éther en parties égales), après avoir passé sur les bords de la plaque un petit tampon mouillé d'albumine. On laisse sécher et l'on recouvre d'une solution de gélatine bichromatée :

Eau	100 cc.
Gélatine Nelson (spéciale pour la photoglyptie)	20 gr.

Après dissolution au bain-marie, on ajoute :

Bichromate d'ammoniaque	4 gr.
Sucre	4 gr.
Glycérine	4 cc.

Filtrer à chaud et étendre sur les glaces de niveau. L'épaisseur doit être de 3 à 4 millimètres. Lorsque la gélatine a fait prise, on porte au séchoir. Il est recommandé d'activer la dessiccation en plaçant dans le séchoir du chlorure de calcium. Après dessiccation, on incise à 5 millimètres des bords et l'on détache la pellicule sensible.

353. Exposition. — La pellicule est placée dans le châssis positif, le côté collodionné contre la couche du négatif. On insole au moins huit à dix minutes en plein soleil et plusieurs heures à l'ombre, afin que l'impression soit suffisante pour donner des creux et des reliefs prononcés. Il est, du reste, possible de suivre la venue de l'image par les modifications de teinte du bichromate mais il est aussi commode de se servir du photomètre.

354. Développement. — On développe alors comme une épreuve au charbon, mais après avoir appliqué la pellicule sur une glace pour éviter les déformations. On se sert d'une solution de caoutchouc (de 3 à 10 0/0 dans la benzine cristallisable) et l'on applique, au moyen du rouleau, le côté collodionné en dessous. Le développement se fait dans une cuvette verticale contenant de l'eau tiède dont on porte la température à 60° ou 80°. Il dure plusieurs heures, jusqu'à élimination de toutes les parties solubles. On passe à l'alun (2 à 3 0/0), on lave et on laisse sécher. Les reliefs deviennent très durs et leurs arêtes sont très nettes.

On sépare alors la couche du verre et l'on enlève le caoutchouc avec un petit tampon et de la benzine. On conserve à plat.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

335. Moulage. — Pour mouler ce relief, on se sert d'une presse hydraulique de grande puissance ; la pression nécessaire est environ de 500 kilogrammes par centimètre carré. Sur le plateau de la presse, on met une plaque d'acier parfaitement dressée puis on pose sur celle-ci la pellicule de gélatine bichromatée, les reliefs en dessus. On pose alors sur la pellicule talcquée au préalable une lame de plomb mince bien dressée ($0^m,01$ d'épaisseur). La face qui est placée au contact de la pellicule doit être parfaitement propre et talcquée. On recommande de courber légèrement la plaque en dehors, de façon que le contact se fasse par le milieu et que l'air interposé puisse s'échapper librement : cette indication essentielle est due à M. Ad. Martin. Finalement, on recouvre la lame de plomb d'un second bloc dressé et l'on donne la pression progressivement. La gélatine s'imprime dans le métal et, au bout de deux à trois minutes, l'opération est terminée. Le relief de gélatine sort intact et peut resservir pour obtenir de nouveaux moules. Il ne reste plus qu'à transporter, avec les précautions nécessaires pour ne pas le déformer, le moule sur le plateau de la presse photoglyptique. Celle-ci porte à sa partie supérieure un deuxième plateau mobile que l'on peut faire descendre au contact du moule.

336. Tirage. — Si alors on remplit le moule d'une encre gélatineuse et que l'on donne la pression nécessaire, l'excès sera chassé par les bords et il restera une épaisseur de matière colorante proportionnelle à la profondeur de creux. Si auparavant de donner la pression on a interposé une feuille de papier et que l'on laisse faire prise, on démoulera complètement et l'image sera reportée sur le papier. Les grands noirs seront constitués par les grandes épaisseurs, les demi-teintes par les plus légères et les blancs par le papier lui-même qui devient visible dans les parties en relief d'où l'encre a été chassée complètement.

337. Choix du papier. — Comme papier, il faut choisir une qualité absolument lisse, pour faciliter le glissement de l'encre, et imperméable pour éviter la pénétration dans la pâte. On se sert de papier de Rives de belle qualité rendu imperméable par un encollage à la gomme laque.

On prépare le bain suivant :

Eau chaude	1000 cc.
Borate de soude (borax)	50 gr.
Carbonate de soude	12 gr.

On ajoute après dissolution :

Gomme laque blanche	200 gr.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On fait bouillir jusqu'à dissolution de la gomme, on ajoute la quantité d'eau nécessaire pour ramener au volume primitif et on filtre. Ordinairement, on colore ce bain avec un peu de carmin pour avoir un ton plus agréable et reconnaître le côté préparé. Les feuilles de papier sont passées d'un seul coup dans ce bain en les mettant dos à dos, de façon à éviter la pénétration du liquide entre elles. On les fait sécher ensuite dans une pièce dont la température doit être de 30° et en les suspendant par un angle. On les sépare ensuite et on coupe le bourrelet de gomme qui s'est amassé dans le bas. On fait alors un nouvel encollage avec un lait gélatineux de résine qui a pour but de faciliter l'adhérence et d'éviter le fendillement de l'épreuve. Ce lait est préparé de la façon suivante : on précipite une teinture alcoolique de benjoin par de l'eau contenant un peu de gélatine. On badigeonne chaque feuille avec ce produit et on laisse sécher.

Toutes ces préparations que la pratique a consacrées sont terminées par un cylindrage très soigné des feuilles afin d'éliminer tout le grain qui a pu ressortir pendant les opérations précédentes.

358. Choix de l'encre. — L'encre est constituée par une solution aqueuse de gélatine additionnée de matières colorantes diverses permettant d'obtenir des tonalités variées. La gélatine doit être incolore et faire prise rapidement ; aussi on en diminue la quantité en hiver pour l'augmenter en été. Comme matières colorantes, on emploie celles qui servent dans le procédé au charbon, l'encre de Chine, la purpurine, l'alizarine ; d'une manière générale, il faut éviter les matières lourdes qui ne resteraient pas en suspension et produiraient des inégalités. La quantité de matière colorante varie d'après la nature du sujet et la profondeur du moule. L'encre est filtrée à chaud sur de la mousseline et gardée au bain-marie afin d'avoir la fluidité nécessaire.

359. Tirage. — Pour fixer le moule sur le plateau et assurer sa position rigoureuse, on le pose sur un bain de plâtre et l'on abaisse le plateau supérieur avant que le plâtre n'ait fait prise : on obtient ainsi le contact parfait des deux surfaces.

360. Le moule doit être légèrement huilé afin d'empêcher l'adhérence de l'encre. Dans l'industrie, pour éviter la perte de temps qui est inévitable par suite de la prise de la gélatine, on réunit plusieurs presses sur une table tournante. L'ouvrier les amène successivement devant lui, et, pendant qu'il garnit l'un des moules, la gélatine a le temps de faire prise dans les autres.

Une fois les épreuves sorties, on enlève les bavures qui sont uti-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lisées de nouveau et on fait sécher les épreuves sur des claies. Les reliefs qui sont très apparents disparaissent peu à peu. On termine par un passage à l'alun (2,50 0/0), on lave et l'on met sécher.

Les épreuves en cet état sont mates; pour leur donner du brillant, on les vernit au tampon avec le produit suivant:

Gomme laque blanche	15 cc.
Alcool méthylique	100 cc.

On doit sécher à l'étuve pour conserver le brillant.

561. Les épreuves sont coupées comme d'habitude et collées à l'amidon ou à la gélatine d'après la formule suivante due à Woodbury :

Eau	100 cc.
Gélatine	50 gr.
Glycérine	3 gr.

Après dissolution de la gélatine, on ajoute 150 d'alcool méthylique. Cette colle se conserve très bien et est très adhésive.

L'inconvénient du procédé de Woodbury est de ne pas permettre l'obtention des marges, celles-ci étant maculées par l'encre en excès. C'est un inconvénient sérieux, puisqu'il faut coller chaque épreuve et qu'elles ne peuvent être utilisées, sans cette opération, pour l'illustration du livre. On a cependant indiqué dernièrement un procédé qui permettrait de tirer avec marges. Il consiste tout simplement à border le cliché sur une largeur équivalente à celle des marges que l'on désire. Les parties correspondantes seront en relief et théoriquement l'encre devra en être complètetement chassée. Pratiquement les choses ne se passent pas aussi simplement, parce que toute l'encre expulsée du moule doit s'échapper par les marges et, si celles-ci sont larges, il est peu probable que cette opération se fasse d'une manière satisfaisante. On sera amené à effectuer, après avoir préservé l'image au moyen d'une cache en papier huilé, un lavage avec une éponge humectée d'eau chaude. On enlèvera ainsi le léger voile d'encre qui paraît inévitable. Avec ce correctif, il est certain que la photoplastographie pourrait reprendre une place honorable parmi les procédés de tirages industriels.

III

IMPRESSIONS SUR SURFACES EN RELIEF

Phototypographie.

562. Il s'agit dans ces procédés d'obtenir une planche dans laquelle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

toutes les parties qui doivent prendre l'encre et s'imprimer en noir seront dans un même plan, les autres étant en contre-bas de façon à ne pas être atteintes par le rouleau. La planche doit se présenter dans les mêmes conditions que les caractères typographiques. Si ce résultat est atteint, elle pourra prendre place au milieu du texte et tirer avec la même rapidité et la même économie que les compositions typographiques.

Deux cas sont à examiner. La reproduction du trait et celle des demi-teintes.

I

Reproduction du trait.

563. Gillotage. — Cette question a été particulièrement étudiée par M. Gillot, qui a indiqué un procédé véritablement industriel auquel d'ailleurs son nom a été donné, le *gillotage*. Il est employé d'une façon universelle en ce qui concerne la reproduction du trait et donne des résultats absolument complets.

On prend une feuille de zinc de 3 millimètres d'épaisseur bien planée, polie et grénée comme il a été dit plus haut. On la décape avec soin et on la recouvre de bitume de Judée. On insole comme d'habitude. On encre alors avec une encre grasse contenant un peu de cire. On garantit avec un vernis isolant les tranches, le dos et les grands blancs ainsi que les marges, puis on attaque par l'eau acidulée (1 à 2 cc. d'acide nitrique par litre d'eau). Cette opération se fait dans de grandes cuves basculantes en plomb et l'on produit un balancement continuel, afin de renouveler les surfaces de contact et de chasser les sels métalliques formés. L'addition de l'acide est réglée de façon que son énergie soit toujours la même. Au bout de 15 minutes, on retire la planche et on la pose, après l'avoir épongée et séchée, sur une table de fonte chauffée à la vapeur. L'encre grasse fond légèrement et coule le long des tailles produites par la première morsure; on laisse refroidir puis on recouvre de résine en poudre impalpable qui s'attache seulement aux parties encrées. On remet dans une cuve avec un acide plus fort et ainsi de suite jusqu'à ce qu'on ait un creux suffisant en recommençant chaque fois le chauffage de la plaque et le passage à la résine. Dans cette opération l'encre qui fond protège les côtés des tailles et évite qu'elles ne soient attaquées latéralement. On continue jusqu'à ce que pour les traits fins les deux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

coulées d'encre se soient rejointes. On lave alors, on essuie et on nettoie à la benzine et à la potasse.

A cet état la planche présente une série de plates-formes correspondant aux différentes morsures. On chauffe sur la plaque de fonte et on encre avec le mélange suivant qui ne s'étend bien qu'à chaud :

Encre d'imprimerie	2 parties.
Cire	1 partie.
Résine	1 —

Cette encre descend sur les parois latérales, on s'arrête lorsqu'elle a atteint la moitié de la profondeur, on refroidit la plaque ; l'on fait un nouvel encrage à froid pour bien couvrir toute la surface et l'on chauffe de nouveau pour glacer l'encre et n'avoir aucun point qui ne soit protégé. On porte alors dans une cuve contenant de l'acide à 5° Baumé, qui ronge rapidement les talus et augmente encore les creux : on recommence l'opération en ménageant l'encrage de façon à pouvoir enlever les talus supérieurs et enfin une troisième fois en préservant seulement la surface. On termine par un lavage abondant. En résumé, on refait la même série d'opérations qu'au début mais en sens inverse.

La gravure est alors terminée, on enlève à la scie les grands blancs et les marges en suivant la silhouette de l'image et on monte sur bois.

Ce procédé, nous le répétons, malgré sa complication apparente donne des résultats parfaits mais il ne peut s'appliquer qu'à la reproduction de dessins au trait. Ce n'est que par un artifice imaginé par M. Gillot qu'il peut servir pour la reproduction des dessins à demi-teintes.

364. Gillotage des dessins à demi-teintes. — M. Gillot a créé spécialement pour les artistes un papier qui porte son nom et qui permet d'exécuter des dessins en demi-teintes qui se prêtent immédiatement à la reproduction par son procédé de gravure. Ce papier couché porte une série de traits noirs parallèles puis un gaufrage de lignes parallèles de un tiers de millimètre de large et de un quart de millimètre de profondeur. L'ensemble de ce réseau de lignes noires et creuses donne au papier un aspect uniforme. Au lieu de lignes on peut employer des papiers portant un grain plus ou moins fin et connus sous le nom de papiers Angerer.

Pour dessiner sur ces papiers, on opère de la manière suivante. On obtient les blancs en enlevant le réseau par grattage : par l'action plus légère et par place du grattoir on a les gris légers : avec le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

crayon pénétrant plus ou moins dans les tailles, on réalise les gris foncés, enfin l'empâtement du réseau avec l'encre de Chine donne les noirs absolus. Ces dessins sont exécutés à grande échelle et reproduits au collodion humide au format voulu. Ils sont prêts immédiatement à la mise en œuvre, puisqu'ils ne sont composés que de blancs et de noirs.

II

Reproduction des sujets à modelés continus.

365. C'est dans l'hypothèse des négatifs exécutés d'après nature que nous rencontrerons le plus de difficultés, puisqu'ils renferment des modelés à teintes continues et que le genre spécial de reproduction qui nous occupe n'admet que le blanc et le noir : aussi de nombreux procédés ont été indiqués pour obtenir la transformation des différentes valeurs de l'original en surfaces ne présentant que des parties noires et blanches rendant le même effet et se prêtant à la reproduction typographique.

Nous examinerons dans cet ordre d'idées tout d'abord les procédés de M. Petit et de M. Sartirana, puis en dernier lieu la méthode phototypographique à l'aide des réseaux ou des trames qui a fait des progrès considérables depuis quelques années.

366. Similigravure Ch. G. Petit. — On tire le négatif à modelés continus sur gélatine bichromatée et l'on traite par l'eau tiède pour obtenir une planche en creux et reliefs, dont on prend le moulage au moyen de la cire blanche. Cette empreinte est noircie à la plombagine et placée sous une machine à griser munie d'un outil en forme de V qui sera promené régulièrement sur toute la surface et entaillera les reliefs d'autant plus qu'ils seront plus élevés : on obtiendra donc des traits blancs plus ou moins larges sur fond noir. On peut répéter cette opération une seconde fois en tournant la planche d'un certain angle de façon à obtenir des lignes croisées. L'image se trouve représentée finalement par un réseau de lignes et de points : il suffit de photographier l'ensemble et le négatif obtenu se trouvera prêt pour le gillotage.

M. Petit a indiqué une simplification de ce procédé qui consiste à se servir de papiers finement gaufrés de stries et de lignes s'entrecroisant, sur lesquels on applique le relief de gélatine recouvert d'une couche mince de noir. On soumet à une pression convenable, les grands reliefs écrasent profondément les stries et produisent les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

grands noirs, les reliefs moins prononcés marquent de noir proportionnellement les arêtes des stries, quand aux blancs ils sont à peine touchés et on les ramène facilement avec quelques coups de grattoir. Cette épreuve est alors photographiée et gillotée par les procédés habituels.

367. Procédé Sartirana. — Ce procédé offre quelques analogies avec le procédé de M. Petit, en ce sens que l'on se sert d'un relief de gélatine bichromatée et d'une machine à griser, mais le mode opératoire est tout à fait différent et permet de graver directement la planche de métal. La planche à graver est placée sur le chariot d'une machine à griser et elle peut passer sous un burin en forme de V au moyen de déplacements parallèles obtenus au moyen de vis sans fin qui règlent d'une façon très précise l'intervalle entre les différentes entailles. Le burin est fixé à un levier oscillant, à pivot fixe sur le chariot, et dont l'autre extrémité, à pointe tout à fait mousse, repose sur le relief en gélatine placé symétriquement à la planche à graver et animé du même mouvement. On comprend facilement que les mouvements du burin et par suite la profondeur des entailles seront rigoureusement proportionnelles aux reliefs de la gélatine bichromatée.

368. Emploi des réseaux et des trames. — Ce procédé consiste à obtenir sur le négatif original, un réseau constitué par des lignes entre-croisées ou des points plus ou moins rapprochés de façon à transformer les teintes continues du négatif en surfaces lignées ou pointillées n'offrant plus que du blanc et du noir. L'idée première de l'emploi du réseau pour la photographie revient incontestablement à notre compatriote Bertschtold qui l'a indiqué d'une façon très explicite en 1857. Depuis, le procédé, travaillé à l'étranger par Meissenbach et quelques autres, est appliqué maintenant très généralement en Amérique, d'où il est revenu avec une étiquette exotique, comme il en est arrivé de beaucoup d'inventions françaises. Il nous paraît de toute justice de rappeler les points principaux qui ressortent des travaux de Bertschtold.

1° La lumière en traversant un réseau ligné ou pointillé produit des lignes ou des points dont les dimensions sont inversement proportionnelles à l'intensité des parties correspondantes du négatif;

2° On peut obtenir ces lignes ou ces points en croisant la direction de l'écran ligné et en effectuant des poses successives;

3° Il y a intérêt à faire décroître la durée de ces poses successives pour obtenir plus d'harmonie dans les valeurs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il convient d'autre part de faire remarquer que Bertschtold a indiqué le moyen d'obtenir des écrans lignés sur glace.

Ce côté historique de la question étant traité, il nous reste à dire que la fabrication de réseaux convenables n'existe pas encore en France (1), et que l'on ne peut se les procurer qu'à l'étranger. De même ce procédé a été beaucoup plus travaillé en Autriche, en Allemagne et en Amérique que dans notre pays.

Les réseaux sont ordinairement exécutés sur verre et sont constitués par une série de lignes parallèles tracées dans la matière ou sur un vernis étendu à sa surface. Tantôt les lignes sont diagonales, tantôt elles constituent un quadrillé. Avec les premières, il est nécessaire de faire deux expositions en retournant le négatif d'un quart de tour. Le nombre de lignes dépend de la finesse que l'on désire obtenir, il varie de trois à sept par millimètre mais plus elles sont nombreuses, plus le tirage devient délicat. On adopte généralement cinq lignes en moyenne. Suivant certains photograveurs les espaces transparents ont une largeur double des lignes opaques ou c'est l'inverse suivant d'autres. D'autre part, on reconnaît avantageux de briser les lignes par une seconde linéature en sens inverse et dans ce cas les lignes ont la même épaisseur que les espaces transparents.

369. La position de cet écran par rapport à la surface sensible a une grande importance ; on la règle d'après l'intensité lumineuse des différentes parties du modèle, le rapport entre les parties opaques et transparentes de l'écran et l'ouverture de l'objectif. Elle varie de 3 millimètres à quelques dixièmes de millimètre. L'expérience guidera du reste l'opérateur.

Par suite de la diffraction de la lumière passant à travers ces réseaux à mailles très serrées il se produit un phénomène fort curieux qu'il était facile de prévoir de par la théorie mais qui a, en pratique, une importance très considérable. Suivant la distance de la trame et l'intensité des diverses parties de l'image on constate que la reproduction des éléments du réseau varie en grandeur suivant l'intensité même de ces parties. Ainsi dans les grands noirs le diamètre des points produits par le passage de la lumière à travers le réseau augmentera d'une manière sensible, il diminuera au contraire dans les demi-teintes et sera presque supprimé sinon totalement dans les grands blancs. On obtient par suite et d'une manière absolument mécanique des effets comparables de tous points à ceux que réa-

(1) Il paraît que, depuis peu, l'un de nos graveurs sur verre les plus connus, M. Berthélemy, s'occupe actuellement d'établir des réseaux pour la mise en œuvre de la phototypographie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lise l'artiste lorsqu'il produit toutes les transitions du noir au blanc par le rapprochement des traits de son dessin ou de sa gravure.

Le négatif, ainsi transformé, n'offrira plus que des espaces alternativement noirs et blancs, il pourra donc être transporté sur métal préparé soit au bitume de Judée, soit à l'albumine ou à la gélatine bichromatées. La morsure se fera comme dans les procédés de gravure ou à l'eau-forte ou au perchlorure de fer. Le problème, en ce qui concerne la transformation d'une image à teintes continues en une planche n'offrant plus que des noirs et des blancs traduisant toutes les valeurs de l'original, est donc complètement résolu.

On peut se demander alors pourquoi ce procédé n'est pas plus généralement employé à l'heure actuelle. La raison en est la suivante. Les tailles obtenues par la morsure chimique sont très peu profondes et de beaucoup inférieures à celles des caractères typographiques ou des gravures sur bois. Il s'en suit qu'avec le matériel actuellement employé par les imprimeurs, l'encre d'imprimerie remplira rapidement les tailles, les bouchera et l'épreuve presqu'entièrement couverte donnera des résultats médiocres. Au lieu d'accuser le procédé d'impuissance et de le condamner ne serait-il pas plus juste d'examiner les conditions typographiques dans lesquelles il doit être employé. On constatera alors que les insuccès signalés proviennent non du procédé en lui-même mais de sa mise en œuvre défectueuse. Puisque le bloc typographique que nous avons à imprimer n'a que des tailles peu profondes il faudra employer des papiers résistants, fortement satinés, qui ne pouvant s'écraser sous la presse ne sauraient pénétrer dans les tailles : comme encres il faudra donner la préférence à celles qui ne sont pas trop fluides, pour que l'encrage se fasse uniquement sur les reliefs : enfin on devra se servir de rouleaux encreurs très durs non susceptibles de pénétrer dans les tailles. A l'appui de cette affirmation il suffit de jeter un coup d'œil sur les journaux américains qui emploient ce procédé d'une manière courante et tout à fait supérieure. C'est donc uniquement dans l'insuffisance du matériel typographique employé qu'il faut chercher les causes du peu de développement de la phototypographie qui est destinée, dans un avenir prochain, à supplanter pour l'illustration du Livre la plupart des procédés actuellement employés.

Photochromographie

(PHOTOGRAPHIE EN COULEURS).

370. Les divers procédés qui viennent d'être décrits ne peuvent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

donner que des épreuves monochrones dont la nuance pourra varier d'après la teinte de l'encre choisie ; mais s'il s'agit d'obtenir des épreuves en couleurs la photographie interviendra encore pour permettre d'obtenir des planches rigoureusement repérables et superposables qui, par les méthodes employées en chromolithographie, donneront finalement le résultat cherché. Ces diverses planches peuvent d'ailleurs être exécutées soit par le procédé au charbon soit par les procédés de gravure sur surfaces planes, en creux et en relief.

D'après le plan général de cet ouvrage nous reportons l'étude de ces méthodes qui donnent la solution indirecte de la photographie des couleurs au chapitre où cette question sera traitée dans son ensemble (chapitre XX).

DU CHOIX DU PROCÉDÉ DE REPRODUCTION A EMPLOYER D'APRÈS LA NATURE DE L'ORIGINAL.

371. Étant donné que la plupart des procédés que nous venons de décrire font l'objet d'industries actuellement exploitées par des spécialistes compétents, le lecteur n'aura la plupart du temps qu'à choisir celui qui sera susceptible de fournir les meilleurs résultats. Cette décision sera prise, d'après la nature du sujet, l'importance plus ou moins grande du tirage, le but même de l'illustration et enfin le prix de revient.

372. Négatifs de traits. — Le procédé le plus pratique et le plus économique est sans contredit le gillotage, c'est celui qui sera employé généralement car il permet d'incorporer dans le texte même les figures nécessaires.

S'il s'agit de reproductions de détails excessivement fins et à échelle très réduite et seulement dans certains cas tout spéciaux, la photocollographie pourra être préférable, car dans la morsure des planches, qu'il s'agisse de gravure en creux ou en relief, il est une limite pratique de finesse en dessous de laquelle on ne saurait descendre.

La photolithographie pourra être employée également mais, dans la plupart des applications, elle est supplantée soit par le gillotage soit par la photozincographie. Ce dernier procédé est particulièrement utilisé dans les travaux de cartographie, où il donne des résultats parfaits : seulement le tirage doit être fait hors texte ce qui, au point de vue de l'illustration, est une infériorité évidente sur le gillotage.

Les négatifs de traits devront avoir les qualités suivantes : opacité

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

complète des noirs et transparence absolue des blancs; ces résultats seront obtenus par le choix convenable de la préparation sensible et la conduite du développement.

373. Négatifs de demi-teintes. — Nous pourrons employer avec ces négatifs qui correspondent à tous ceux que l'on obtient à la chambre noire d'après nature, la photocollographie, la photoplastographie et la gravure soit en creux soit en relief.

374. Au point de vue du rendu, la photocollographie et la photoplastographie, n'exigeant pas l'interposition d'un grain quelconque donneront les images les mieux rendues en ce qui concerne la traduction du modelé et des demi-teintes. La gravure en creux, malgré la présence nécessaire du grain, donnera sensiblement les mêmes résultats : quant à la phototypogravure l'aspect sera complètement modifié puisque les demi-teintes continues sont représentées par des traits ou des points plus ou moins rapprochés, néanmoins si les linéatures ou le pointillé sont très fins, l'image rend bien l'effet de l'original à condition de ne pas l'examiner de trop près.

Nous laisserons de côté la photoplastographie qui n'est plus exploitée que par quelques rares industriels, c'est regrettable, car les résultats obtenus étaient excellents. Mais on reproche, avec juste raison, à ce procédé, la longueur relative du tirage de chaque planche, les diverses manipulations à faire subir aux épreuves et enfin la difficulté d'obtenir des marges suffisamment réservées. Pour toutes ces raisons ce procédé est d'un prix de revient tel qu'il ne saurait lutter avec les autres et principalement la photocollographie.

Ce dernier procédé est incontestablement celui qui a pris le plus grand développement, parfaitement justifié d'ailleurs. Il donne des épreuves en divers tons et de grande finesse mais il nécessite le tirage hors texte. Il n'est avantageux comme prix de revient que si l'on tire au moins 1000 épreuves. En effet les frais de confection de la planche et la mise en train sont les mêmes que l'on tire à petit ou à grand nombre. Une fois la mise en route il n'y a plus que la dépense de papier, d'encre et de main-d'œuvre. De telle sorte que plus le tirage est considérable plus le prix de revient peut diminuer. Le seul inconvénient de ce procédé provient de la difficulté d'obtenir des épreuves de valeur identique, cette valeur dépendant de l'état de la planche qui varie comme nous l'avons dit. Cependant avec l'encrage à la machine et un conducteur sérieux et habile, les résultats peuvent être très satisfaisants dans la pratique.

375. La gravure en creux donne également d'excellents résultats au point de vue de la reproduction des valeurs et des demi-teintes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mais ne permet pas davantage le tirage dans le texte : elle est enfin d'un prix de revient beaucoup plus élevé. Il faut d'abord compter les frais de gravure de la planche qui, à eux seuls, dépassent la plupart du temps le prix d'un tirage à 1,000 de la même planche en photocollographie, puis le tirage de chaque épreuve qui est exécuté par l'imprimeur en taille-douce au moyen de presses à bras. Il est nécessaire d'employer de plus du papier à la forme de premier choix, et chaque épreuve revient par suite à elle seule, à 10, 15, 25 centimes et davantage suivant le format. Ce procédé est donc de beaucoup plus coûteux que la photocollographie : il peut néanmoins être très apprécié pour les publications artistiques ou scientifiques car il permet de ne tirer le nombre d'épreuves voulues qu'au fur et à mesure des besoins. En photocollographie le tirage ne devient avantageux qu'au delà de 1,000 : en cas de réédition il faut refaire une autre planche et les frais seront exactement les mêmes. En héliogravure la planche gravée reste et les tirages suivants ne nécessitent plus que les frais de tirage.

376. Reste la phototypographie qui a pour principal objet de permettre l'intercalation du document au milieu du texte. Une fois les frais de la planche faits, le tirage n'occasionne plus aucune dépense puisqu'il se fait simultanément avec le texte : enfin la planche reste et peut être utilisée à nouveau. Pour ces diverses raisons les procédés de ce genre sont, à notre avis, destinés à rendre les plus grands services à une époque où la nécessité de parler aux yeux en même temps qu'à l'esprit est devenue indispensable : les autres subsisteront cependant à cause de la perfection des résultats qu'ils donnent mais ils s'appliqueront plus spécialement aux ouvrages de luxe.

Actuellement les prix auxquels reviennent les planches pour la phototypographie ne sont avantageux que s'il s'agit de tirages importants : en dessous de 500 ou 1,000, l'avantage est encore à la photocollographie. D'un autre côté, le tirage de ces planches dont les reliefs sont loin d'être aussi prononcés que les caractères typographiques, est fort délicat et demande une habileté que n'ont pas encore les ouvriers spéciaux ; en dernier lieu, comme nous l'avons déjà dit (page 507) certaines machines, certaines encres, certains papiers devraient être employés, c'est ce qui explique les insuccès éprouvés par les imprimeurs qui ont cru pouvoir tirer ces planches sans précaution aucune et avec leur matériel courant.

Les négatifs destinés à être utilisés par l'un ou l'autre de ces procédés, devront se rapprocher autant que possible du cliché nor-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mal bien détaillé, bien modelé, sans trop grandes oppositions, exempt de dureté, suffisamment transparent dans les ombres.

Il ne faut pas, en général, trop compter sur les retouches ultérieures qui, possibles en héliogravure et en phototypographie ne sauraient exister en photocollographie et en photoplastographie. Nous ferons remarquer d'ailleurs que c'est là un avantage indéniable de ces deux derniers procédés, avantage qui sera particulièrement apprécié lorsqu'il s'agit de documents que l'on désire reproduire avec le caractère de sincérité et de vérité qui appartient à la traduction photographique. Dans les autres procédés une retouche habile obtenue par des morsures convenables permettra d'améliorer quelquefois la traduction d'un négatif défectueux, mais la plupart du temps elle compromettra la valeur du document qui aura été interprété d'une façon plus ou moins critiquable.

En terminant cette étude, nous ne pouvons passer sous silence les essais qui ont été faits à plusieurs reprises pour intercaler dans le texte soit des photocollographies soit des héliogravures et qui ont d'ailleurs été couronnés de pleins succès. Ce résultat est obtenu tout simplement en effectuant un double tirage, les planches d'abord puis le texte. Au point de vue de l'illustration, de l'art, rien de mieux mais le prix de revient est tel que cette manière de faire n'est applicable qu'aux ouvrages de grand luxe. La solution du problème au point de vue économique est évidemment dans la phototypographie.

376 *bis*. Pour éclairer complètement le lecteur, nous avons intercalé dans cet ouvrage un certain nombre de planches obtenues par les procédés principaux qui sont employés le plus généralement. Quatre représentent intentionnellement le même sujet (Planches I, II, III et IV) afin de permettre facilement la comparaison des résultats obtenus.

Le négatif original, exécuté par l'auteur à l'Hippodrome de Paris était légèrement heurté, la sur-exposition qui eût été nécessaire, étant donnée la nature du sujet, n'ayant pu être réalisée. En effet, par suite du nombre de personnages placés dans des attitudes données mais délicates à conserver, et surtout de la présence de la toiture vitrée qui eût facilement produit le phénomène du halo, la pose n'a été que de 1/4 de seconde. Pour atténuer les contrastes violents qui existent entre le vêtement de Jeanne d'Arc (blanc) et celui du bourreau (rouge foncé), il eût fallu certainement tripler ou quadrupler la pose.

Ce négatif présentait donc quelques difficultés particulières de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

reproduction : examinons dans chaque planche comment elles ont pu être tournées.

Pl. I (Photocollographie). Dans ce procédé aucune retouche n'étant possible, les seules ressources que l'on a pu employer sont l'apposition de caches transparentes sur les parties du négatif manquant d'intensité, l'appréciation exacte du temps de pose, le mouillage convenable de la planche et enfin le choix de l'encre qui a dans ce procédé une importance capitale.

Pour avoir l'image dans son vrai sens MM. Berthaud frères ont pelliculé le négatif original.

Pl. II (Héliogravure, gravure en creux). Le négatif original a été confié à M. Dujardin qui a exécuté des positifs sur verre du caractère voulu pour lui permettre d'insoler convenablement la planche de cuivre.

Pl. III (Phototypographie, gravure en relief : Procédé des trames). Nous avons confié à M. Geissler une bonne épreuve positive tirée sur papier au gélatino-bromure d'argent avec légère sur-exposition pour atténuer les contrastes du négatif original. Cette épreuve a été copiée à la chambre noire sur une plaque sensible devant laquelle était interposé un réseau convenable. Le nouveau négatif obtenu ne présente plus de demi-teintes, ainsi qu'on peut le constater à la loupe sur l'épreuve.

Pl. IV (Similigravure, gravure en relief, procédé Ch. G. Petit). Nous avons remis à M. Petit un positif sur verre qui lui a servi pour obtenir par son procédé le négatif dans lequel les demi-teintes ont été remplacées par un pointillé spécial.

Les deux épreuves phototypographiques ont été tirées intentionnellement hors texte afin de montrer au lecteur les résultats que l'on peut obtenir. D'autres planches de cet ouvrage exécutées par le même procédé sont tirées avec le texte (voir fig. 301 à 313).

Toutes les figures de trait sont exécutées par le gillotage, nous appellerons seulement l'attention du lecteur sur les figures 298 à 301, 332, 333 et 337.

La planche frontispice de cet ouvrage est en photocollographie. Le positif est exécuté d'après le négatif original et le négatif d'après un positif sur papier au peroxychlorure Gelhaye reporté sur glace, ce qui a permis d'avoir les deux phototypes dans le même sens.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BERTHAUD Frères. PARIS.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

IMP. DES CHATELLES

Planche en Phototypogravure, procédé des trames (L. GEISLER, Raon-l'Étape — Vosges)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Planche en Similigravure (tirage hors-texte). Procédé Ch. D. PETIT. — PARIS

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE X

DES AGRANDISSEMENTS ET DES RÉDUCTIONS.

I

DES AGRANDISSEMENTS.

377. Considérations générales. — Jusqu'à présent nous n'avons utilisé le négatif que pour obtenir au châssis-presse une image de même taille. Il nous faut étudier maintenant le matériel et les procédés à employer pour exécuter des épreuves de dimensions supérieures ou inférieures. C'est en effet, un des avantages de la photographie que de permettre d'obtenir soit des agrandissements soit des réductions, ces modifications de format, dans un sens ou dans l'autre, ayant de nombreuses applications dans la pratique; suivant la distance à laquelle on se place ou le foyer de l'objectif employé, on obtient la reproduction de l'original à des échelles variables. D'autre part, étant donné un négatif quelconque, il est possible, par une nouvelle opération, d'en obtenir une copie soit agrandie soit réduite. Nous nous trouverons donc en présence de deux méthodes générales, l'une qui consistera à obtenir directement le négatif à la taille voulue, l'autre à faire un négatif de dimensions quelconques et à l'agrandir ou à le réduire par une nouvelle opération subséquente. La première méthode est directe, la seconde indirecte. Suivant la nature du modèle, il y aura intérêt à employer l'une ou l'autre.

378. La question que nous avons à étudier est réglée d'une manière absolue par la loi des foyers conjugués qui permet de déterminer d'une façon très précise les distances du modèle à l'objet et de celui-ci à la plaque sensible.

Voici du reste un tableau qui indique dans le cas de l'agrandissement et de la réduction, les distances respectives, en longueurs focales, qui doivent séparer l'objectif du modèle à reproduire et de la surface sensible.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

578-A.

RAPPORT DE L'IMAGE A L'OBJET.	DISTANCE DE L'OBJET.	DISTANCE DE L'IMAGE.
1/1	2	2,00
1/2	3	1,50
1/3	4	1,33
1/4	5	1,25
1/5	6	1,20
1/6	7	1,17
1/7	8	1,14
1/8	9	1,13
1/10	11	1,10
1/15	16	1,07
1/20	21	1,05
1/50	51	1,02
1/100	101	1,01

On voit par l'examen de ce tableau que, dans la reproduction à taille égale, la distance qui sépare l'objectif du modèle, d'une part et de la surface sensible, de l'autre, est égale exactement à 2 F. Dans le cas de la réduction lorsque l'objet est au delà de 100 F, que l'on considère comme l'infini, la distance de l'image est sensiblement égale à F. Dans le cas de l'agrandissement le tirage de la chambre est égal $(x + 1)$ F, x, étant le grossissement adopté. On constate également qu'au fur et à mesure de l'augmentation de l'agrandissement le tirage devient de plus en plus considérable. C'est pour cette raison que les chambres portatives, qui n'ont qu'exceptionnellement un tirage égal à 2 F, ne peuvent servir pour l'agrandissement direct, à moins de prendre un objectif de très court foyer. Prenons, par exemple, une chambre 13/18 dont le tirage est de 50 centimètres et l'objectif de 25 centimètres de foyer. Cet appareil nous permettra une reproduction à taille égale mais pas davantage. Employons un objectif de 12.5 de foyer; avec un tirage de 25 centimètres, nous aurons la taille égale, et avec 50 centimètres un agrandissement du triple. Néanmoins, on est vite arrêté dans cette voie, la couverture des objectifs diminuant rapidement au fur et à mesure que leur foyer est plus court.

379. Agrandissements directs. — Dans cette hypothèse on sera conduit à se servir de chambres à grand tirage et particulièrement de la chambre de reproduction (3). Cependant l'agrandissement direct n'est pas applicable dans toutes les hypothèses de la pratique : en effet, si le modèle comporte plusieurs plans, la netteté de ces divers plans sera d'autant plus difficile à obtenir que l'on cherchera un agrandissement plus fort, de plus l'échelle d'agran-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dissement variant pour chaque plan, on obtiendra des résultats absolument choquants. Aussi cette méthode ne donnera de bons résultats que lorsque le modèle sera constitué par un plan unique, dans ce cas les inconvénients que nous venons de signaler n'existeront

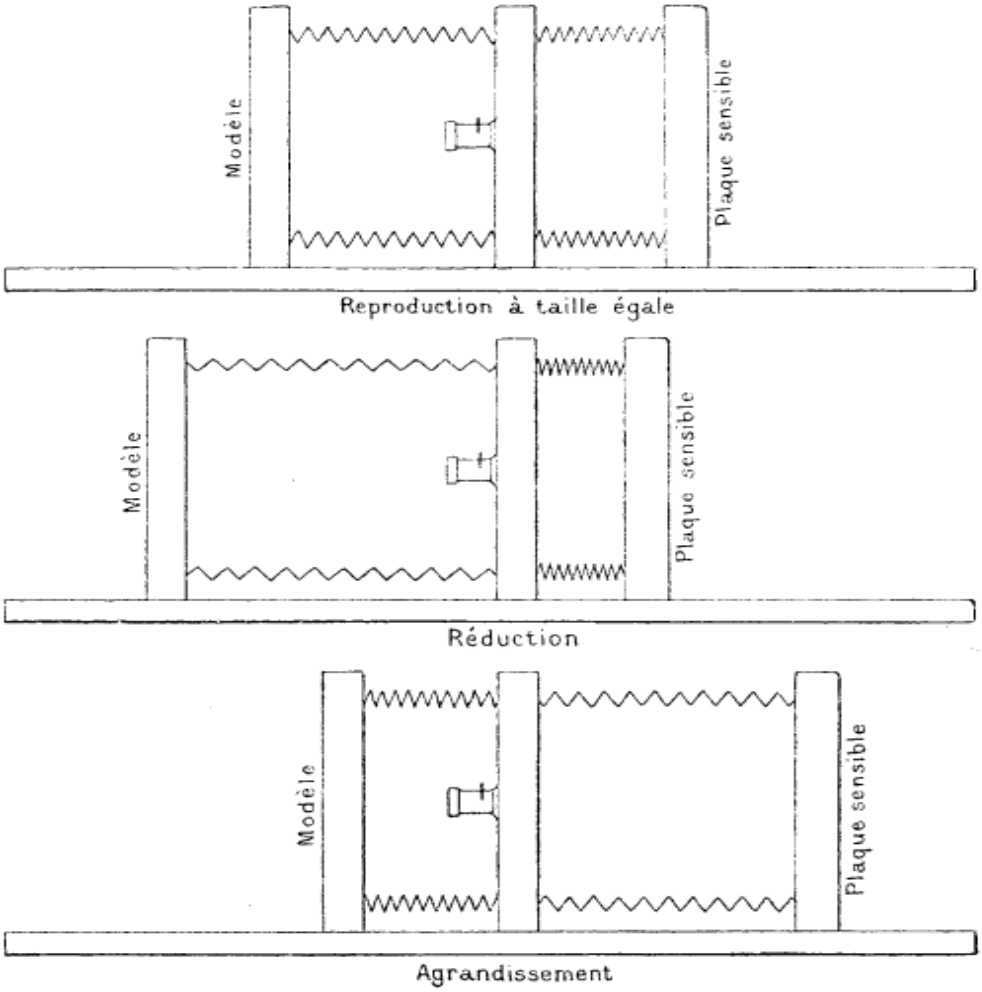


Fig. 232. — Schéma de la position respective des trois corps de la chambre noire dans les cas de reproduction à taille égale, de réduction et d'agrandissement.

plus et cette manière d'opérer sera possible. C'est ainsi que la photographie permettra les agrandissements de cartes, de manuscrits, de dessins et de tous objets à surface plane.

On peut éviter l'emploi d'une chambre d'atelier en fixant l'objectif dans la paroi d'une pièce sombre, l'objet à reproduire restant à l'extérieur. On reçoit l'image sur une plaque portée par un che-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

valet à la distance convenable. Nous verrons plus loin une application de ce genre (voir fig. 242).

380. Agrandissements indirects. — Sauf les applications particulières dont nous venons de parler, on préfère dans la pratique opérer d'après un négatif de dimensions moyennes exécuté par les procédés ordinaires. Sur ce négatif les divers plans peuvent être obtenus avec toute la netteté voulue et leur échelle de reproduction ne présentera pas d'exagérations choquantes. L'agrandissement d'un tel négatif se fera dans d'excellentes conditions, la diminution de netteté résultant de l'agrandissement étant égale pour toute l'image, mais le rapport des dimensions relatives des différentes parties restant toujours le même.

L'appareil à employer dans ce cas est tout indiqué; c'est la chambre de reproduction disposée de façon à permettre de placer l'objectif sur le corps du milieu (12). Le négatif est fixé sur le corps d'avant et l'on obtient l'agrandissement voulu en rapprochant le corps d'avant et en reculant celui d'arrière. Le cadre portant l'objectif est également mobile, et on doit le rapprocher du cadre d'avant, d'autant plus que l'on désire un agrandissement plus considérable. En se basant sur le tableau 578 A, il est facile de repérer une fois pour toutes les emplacements que doivent occuper les trois corps pour des agrandissements déterminés ou pour la réduction ou la reproduction à taille égale (fig. 232).

381. L'objectif à employer doit être du genre aplanétique, pour donner une image non déformée. Il y a avantage à le choisir d'un foyer aussi court que possible, afin d'éviter l'allongement du tirage qui devient inévitable pour de forts agrandissements. Il doit être retourné, c'est-à-dire que sa face postérieure regarde le négatif. La dimension du diaphragme nécessaire dépend du degré de netteté que l'on désire obtenir sur l'étendue de la plaque; on se sert en général d'ouvertures assez petites $\left(\frac{f}{24}\text{ et au-dessous.}\right)$

382. Le négatif doit être éclairé d'une manière régulière. A cet effet, on recommande d'interposer en avant et à petite distance un verre dépoli fin. Comme source de lumière, on emploie la lumière diffuse, la rapidité des préparations actuelles étant suffisante pour ne pas exiger des durées de pose exagérées, ou encore la lumière directe du soleil ou une lumière artificielle; dans ces cas, il sera nécessaire de faire usage de condensateurs de grandes dimensions permettant d'éclairer régulièrement le négatif.

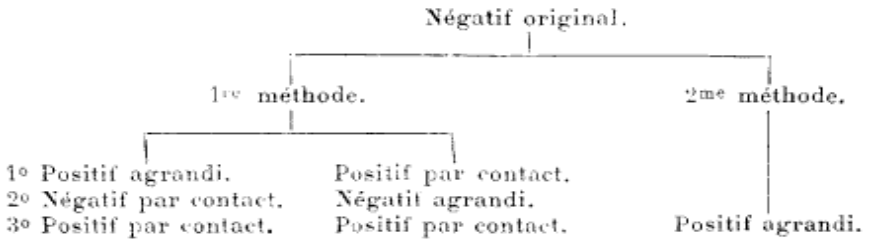
383. La nature du négatif à agrandir est importante à connaître.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il faut éviter d'une manière absolue les négatifs trop durs ou colorés. Le négatif bon pour l'agrandissement doit être plutôt un peu léger, complet en détails et absolument limpide.

384. Méthodes diverses. — En opérant comme nous venons de le dire, d'après un négatif, nous obtiendrons un agrandissement positif qui pourra être sur verre ou sur papier, suivant la préparation employée. Dans le premier cas, l'opération sera terminée si l'agrandissement doit être vu par transparence ; si non il faudra, par contact, faire un nouveau négatif qui permettra d'obtenir une série d'épreuves positives sur papier ; dans le second, le résultat est atteint du premier coup, mais il faudra recommencer l'opération pour chacune des épreuves que l'on désirera ; suivant le but cherché, on devra donc opérer de l'une ou l'autre façon. Cependant, au lieu de faire un agrandissement positif puis un négatif par contact, il peut être préférable, par raison d'économie, de produire un petit positif par contact d'après le négatif original et puis de l'agrandir. On obtiendra alors le négatif agrandi qui servira pour le tirage des positifs de même taille. Ce procédé est employé lorsque l'on a besoin d'un certain nombre d'épreuves tirées par les procédés positifs ordinaires. L'autre ne peut être utilisé qu'avec les procédés rapides au bromure d'argent (402), à moins d'avoir des installations spéciales qui permettent d'insoler des papiers moins sensibles, tels que ceux au chlorure d'argent ou au charbon.

Si nous examinons maintenant la qualité des résultats obtenus par ces deux méthodes, il nous paraît certain qu'il sera plus facile d'arriver aux meilleurs résultats par la méthode directe. Il est certain, en effet, que plus il y a d'opérations entre l'original et la copie, plus il y a à craindre de différences dans la traduction, chaque opération pouvant amener une variation des différentes valeurs et introduire des défauts ou des imperfections qui s'ajoutent les unes aux autres. Il suffit, d'ailleurs, d'établir comparativement la série d'opérations nécessaires dans les deux méthodes pour passer du négatif original au positif agrandi pour voir que le nombre des opérations nécessaires est absolument différent :



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans la première méthode, il y aura toujours trois opérations; dans la seconde, une seule. Donc, au point de vue de la qualité des résultats, nous sommes convaincu que la seconde est préférable. Il faut dire cependant qu'au cas où le négatif original laisserait quelque peu à désirer, un opérateur habile pourra certainement l'améliorer dans la série des opérations à effectuer; au contraire, s'il est irréprochable, il lui sera bien plus difficile de le maintenir dans son intégrité; bien que ce qui précède paraisse quelque peu paradoxal, c'est un fait d'expérience et il est certain que, dans les copies de clichés, il est beaucoup plus facile de les améliorer que de les conserver sans modification aucune.

DESCRIPTION SYSTÉMATIQUE DES DIVERS DISPOSITIFS D'AGRANDISSEMENT.

Voyons maintenant les divers dispositifs qui peuvent être employés pour les agrandissements indirects et qui évitent l'emploi d'une chambre d'atelier coûteuse et encombrante.

385. 1° **Méthode d'agrandissement avec une chambre ordinaire dans le laboratoire clair.**

Le négatif à reproduire est fixé dans un cadre suspendu verticalement devant une ouverture éclairée et préservé par un verre dépoli. La chambre ordinaire est placée en face du négatif et celui-ci peut être copié sans difficulté. Il suffira que le tirage de la chambre soit assez long pour obtenir l'agrandissement voulu. Nous rentrons du reste ici exactement dans le cas de l'agrandissement direct d'un objet plan mais avec cette particularité que nous opérons par transparence. Pour éviter les reflets dans l'appareil il est recommandé de faire détacher le négatif sur un entourage opaque.

Une des difficultés que l'on rencontre dans l'application de cette méthode provient de la nécessité de centrer l'appareil d'une façon absolue par rapport au modèle, aussi pourra-t-on employer des dispositifs qui placent le négatif dans un cadre surajouté à la chambre et assurant ainsi le parallélisme entre le modèle et la plaque.

386. Un des mieux compris est le porte-châssis de M. Fenaut (fig. 233); on ajoute à la chambre noire un chariot qui porte à son extrémité antérieure un cadre vertical à intermédiaires dans lequel on loge le négatif à reproduire. Ce cadre peut s'avancer ou se reculer de telle façon que le négatif soit dans la position voulue correspondant à tel ou tel agrandissement. Il sera bon de recouvrir d'un voile noir toute la partie qui sépare la chambre noire du porte-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

châssis. Il est convenable de faire remarquer que ce dispositif ne permettra des agrandissements d'une certaine taille que si le tirage de la chambre est suffisant. En pratique il sera plutôt employé pour les réductions.

387. Un autre système, plus coûteux il est vrai, mais plus com-

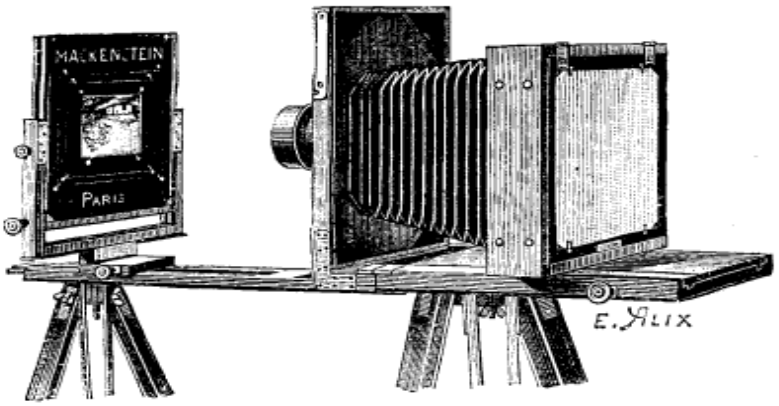


Fig. 233. — Coulisse Fenaut s'adaptant à une chambre de touriste pour la copie du négatif.

plet a été indiqué par M. Poulenc. Le négatif est logé à la place du verre dépoli et on ajoute à la chambre noire un soufflet supplé-

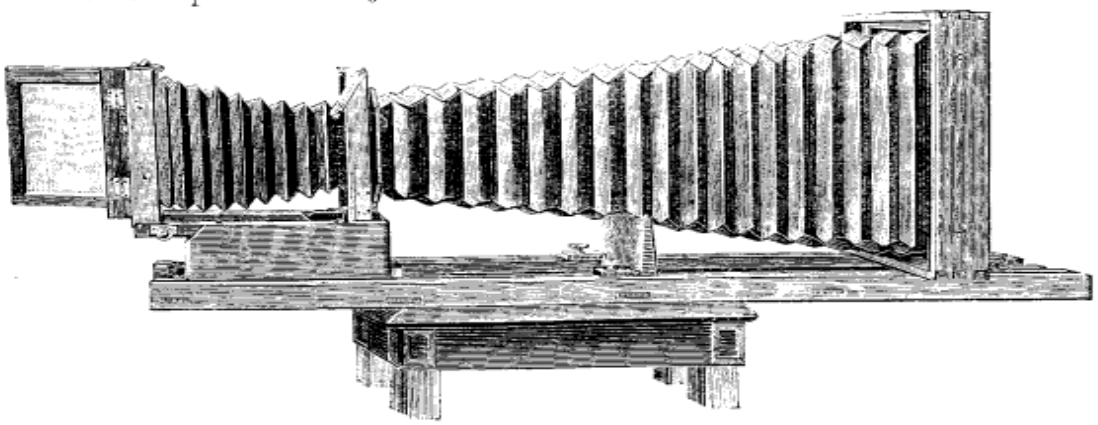


Fig. 234. — Addition d'un corps supplémentaire à une chambre de touriste, pour l'obtention des agrandissements.

mentaire qui est muni d'un cadre susceptible de recevoir un châssis de grandes dimensions (fig. 234). Ce dispositif remplit le rôle d'une chambre à 3 corps, la partie antérieure étant constituée par la chambre de touriste.

388. 2° **Méthode d'agrandissement avec une chambre ordinaire dans le laboratoire noir.**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cette méthode consiste à pratiquer dans la paroi d'une chambre obscure une ouverture qui doit être éclairée par la lumière diffuse ou la lumière artificielle (fig. 235). La chambre noire est placée sur une tablette le cadre d'arrière face au négatif, le verre dépoli étant enlevé. L'image est reçue sur la surface sensible portée par un chevalet qui se meut perpendiculairement au plan de la chambre. Ce dispositif est parfait à tous les points de vue et pourvu que l'on ait un recul suffisant on pourra faire des agrandissements de toutes tailles. On devra prendre les précautions nécessaires pour empêcher tout passage de la lumière entre l'arrière de la chambre et les parois

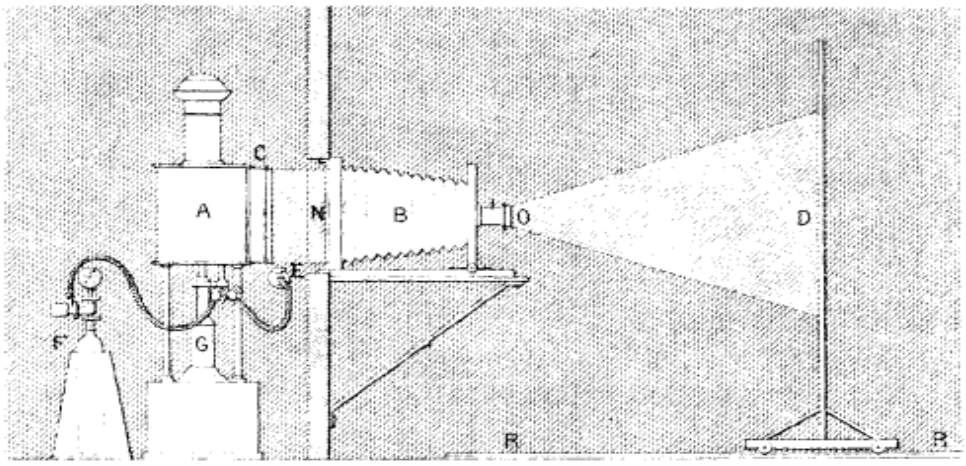


Fig. 235. — Installation fixe pour l'agrandissement avec emploi de lumière artificielle. — A. Lanterne contenant la source de lumière. — B. Chambre noire. — C. Condensateur. — D. Chevalet de reproduction portant la surface sensible. — N. Négatif à agrandir éclairé par transparence. — O. Objectif. — RR. Rails servant de guides au chevalet. — G. Lampe oxhydrique. — F. Cylindre d'oxygène. — E. Prise de gaz d'éclairage.

de l'ouverture. Un simple voile noir convenablement disposé suffira. Les chambres dans lesquelles le verre dépoli est fixe et l'avant mobile seront préférables à celles dans lesquelles l'inverse a lieu; en effet, dans ce dernier cas, il y aura toujours la queue de la chambre qui empêchera d'approcher le négatif contre l'ouverture.

Pour éviter cet inconvénient on peut mettre l'appareil, l'objectif face au négatif, celui-ci étant monté dans un cadre fixé sur l'ouverture. Un manchon en étoffe noire ou un soufflet réunira l'objectif au négatif et évitera toute entrée de lumière (fig. 236). Par ce qui précède on voit donc que l'opérateur ingénieux pourra très bien, avec son matériel courant, exécuter des agrandissements sans difficulté.

589. Si l'on désire faire des agrandissements d'une manière cou-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rante, on peut organiser une installation comme celle qui nous sert à la Salpêtrière (fig. 237). Elle permet également de faire les réductions.

Une ouverture bien exposée est réservée dans la paroi du laboratoire noir ; elle reçoit un cadre muni à la partie extérieure d'un verre dépoli ; à 5 centimètres en arrière est disposé un logement, destiné à porter le négatif, qui comporte tous les intermédiaires nécessaires pour reçevoir les formats différents. En face de l'ouverture est une planchette munie de guides en bois qui permettent d'y faire glisser trois cadres le premier qui supporte un soufflet rectangulaire, fixé de l'autre côté sur le second cadre, l'objectif étant monté sur ce

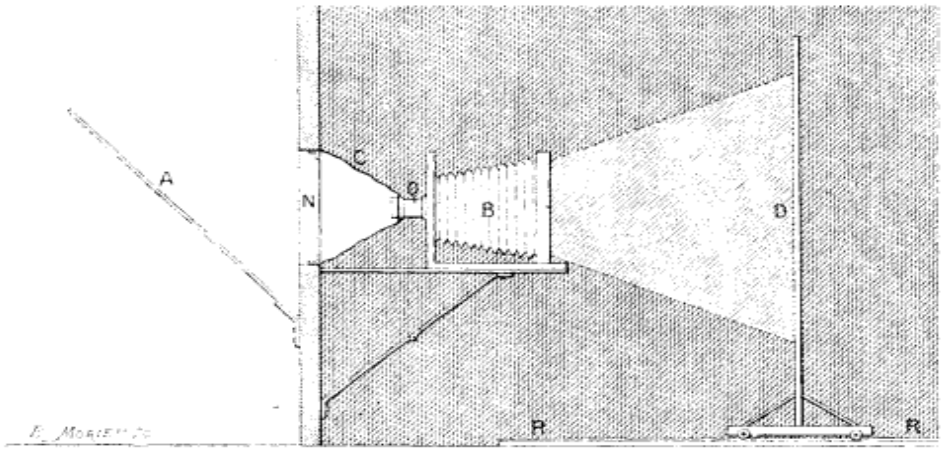


Fig. 236. — Installation fixe pour l'agrandissement avec éclairage à la lumière diffuse. — A. Miroir placé extérieurement. — B. Chambre noire. — C. Voile noir destiné à fermer l'intervalle existant entre la chambre noire et l'ouverture. — D. Chevalet de reproduction. — N. Négatif à agrandir éclairé par transparence. — O. Objectif. — RR. Rails servant de guides au chevalet.

dernier. Ce dispositif fait le même office que la chambre noire, dans la méthode que nous venons d'indiquer, mais avec cet avantage que le premier cadre est fait de telle manière qu'il vienne emboîter exactement le dispositif renfermant le négatif : de cette façon la lumière ne peut pénétrer dans la pièce. Le troisième cadre est destiné à reçevoir la préparation sensible plaque ou papier. Il comprend une série d'intermédiaires de tailles différentes tenus les uns aux autres par des taquets et munis de ressorts qui permettent de maintenir en place la préparation sensible. L'objectif est fixé sur une planchette à double décentrement et monté à crémaillère sur un tube spécial de façon à parachever la mise au point. Pour effectuer celle-ci, on met dans l'intermédiaire voulu du cadre d'arrière un verre dépoli que l'on maintient par les ressorts *ad hoc*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On déplace alors à la main le cadre de l'objectif et celui d'arrière jusqu'à ce que l'on ait l'image de la taille voulue et avec le maximum de netteté. On achève la mise au point s'il est nécessaire en agissant sur la crémaillère de l'objectif. Cette opération s'effectuant dans l'obscurité et l'objectif étant dégagé complètement, on voit l'image très aisément et l'on peut accomplir avec la plus grande facilité les mouvements nécessaires pour le centrage, la mise au point, le changement des diaphragmes : on doit employer le diaphragme cir-

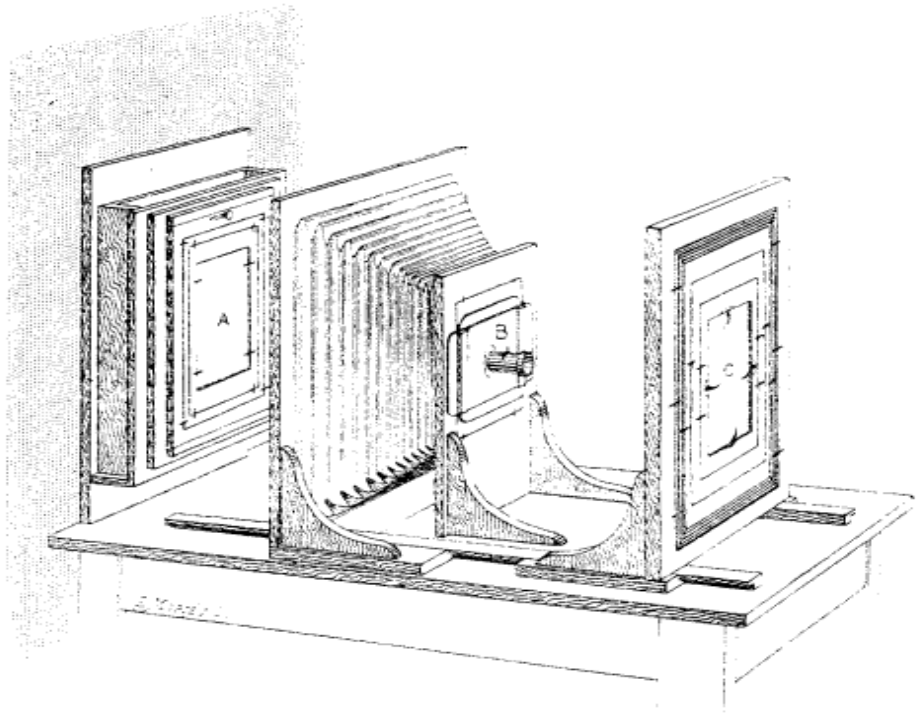


Fig. 237. — Dispositif de l'auteur installé dans le laboratoire noir, pour l'agrandissement ou la réduction d'un phototype transparent. — A, Négatif à copier. — B. Objectif. — C. Plaque sensible.

culaire (105) ou l'iris (106). On immobilise alors les cadres au moyen de vis de serrage et, après avoir fermé l'objectif, on substitue la plaque sensible au verre dépoli. Pour opérer sur papier nous exposons celui-ci entre deux plaques de verre très propres et sans défauts, dans ce cas il faut mettre le verre dépoli face en arrière, celui-ci devant être d'ailleurs de même épaisseur que la plaque qui maintient le papier en avant. Ce dispositif permet d'opérer avec grande rapidité parce qu'il n'y a aucune manœuvre de châssis à effectuer. Pour mettre ou enlever le négatif, on retire le premier cadre en arrière et on peut effectuer l'opération sans gêne aucune.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Avec cet appareil comme avec d'autres il peut être bon d'employer comme réflecteur un miroir plan incliné à 45° et dirigé vers le ciel, mais il n'est pas indispensable, le verre dépoli placé avant le négatif suffisant pour uniformiser convenablement la lumière dans la majorité des cas.

Ce dispositif n'est en somme qu'une chambre à 3 corps avec un seul soufflet celui de la partie antérieure, le second n'étant pas nécessaire puisque l'on opère dans une pièce sombre, mais il est d'une telle facilité d'emploi que nous avons cru devoir le décrire avec quelques détails.

390. Lorsqu'il s'agit d'obtenir toujours des agrandissements à même taille, ce qui arrive fréquemment maintenant qu'on a pris l'habitude de faire des clichés minuscules, on peut organiser des

Fig. 238. — Appareil automatique pour l'agrandissement d'un petit négatif à une taille déterminée.

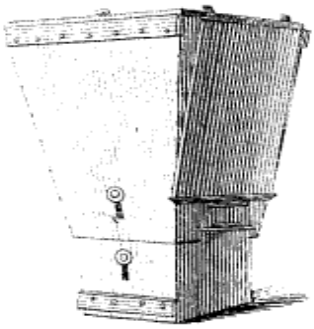


Fig. 238 *bis*. — Le même appareil disposé pour la réduction d'un grand négatif à une taille déterminée.

dispositifs, réglés d'avance, qui permettent d'éviter toute mise au point. Ces appareils sont formés en principe d'une boîte portant d'un côté le négatif à agrandir et de l'autre un logement pour la plaque sensible. A l'intérieur une paroi opaque reçoit l'objectif (fig. 238). Les distances de l'objectif soit au négatif soit à la plaque, sont réglées une fois pour toutes de façon à obtenir un agrandissement déterminé. Le même dispositif peut être employé pour les réductions en inversant les positions respectives du négatif et de la plaque (fig. 238 *bis*). Ainsi un appareil destiné à agrandir un $4{,}5 \times 6$ par exemple au format 13×18 permettra de réduire un négatif 13×18 au format $4{,}5 \times 6$.

391. Agrandissements à la lumière artificielle.

Les procédés que nous venons de décrire nécessitent obligatoirement la lumière diffuse à moins que, par un procédé quelconque, on ne puisse éclairer convenablement l'ouverture. Dans ce cas la source de lumière devra être extérieure par rapport à la pièce dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

laquelle on opère : cette disposition est du reste représentée dans la figure 235.

Pour éviter d'avoir deux pièces, il est préférable d'employer des lanternes faites spécialement, qui permettent d'opérer dans le laboratoire noir sans crainte de voiler les préparations (fig. 239). Ces lanternes renferment une source de lumière quelconque, généralement le pétrole ou un foyer oxhydrique, un condensateur de dimensions suffisantes pour éclairer uniformément le négatif que l'on peut glisser dans un logement à ressorts puis un soufflet qui se termine sur le cadre portant l'objectif. Celui-ci est placé la face postérieure vers la source de lumière. On reçoit l'image sur un cadre pouvant loger des plaques ou des papiers et analogue à celui que nous

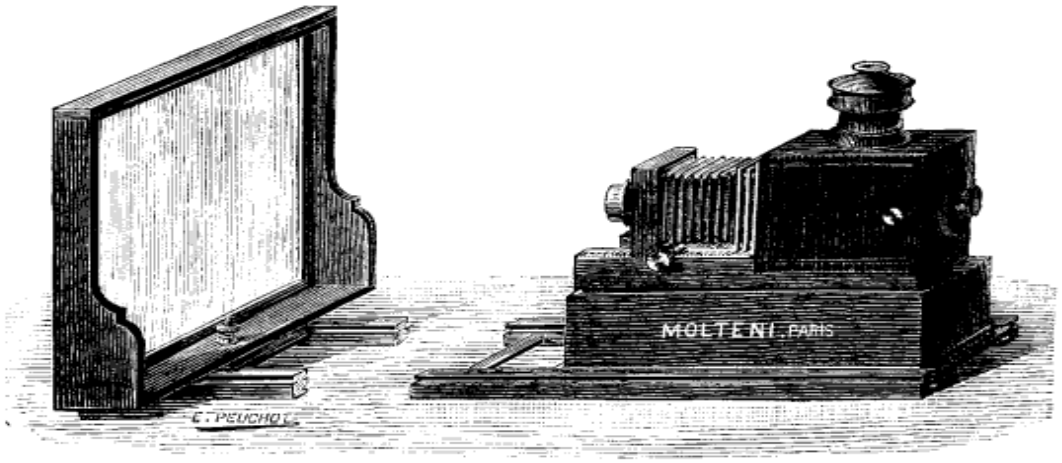


Fig. 239. — Lanterne d'agrandissement avec chariot et chevalet.

avons décrit tout à l'heure, ou encore sur un grand châssis positif.

392. Pour les papiers de grand format et afin d'obtenir leur planité complète, nous avons combiné un châssis spécial dont voici la description (fig. 240). Un bâti vertical est garni d'un cadre monté à charnières de façon à se rabattre par devant. Ce cadre est muni d'une glace parfaitement propre et sans défauts et d'une planchette intérieure qui peut s'appliquer exactement dessus. C'est entre la glace et cette planchette que l'on place le papier sensible. Cette opération se fait à plat et l'on relève le tout contre le bâti où deux taquets immobilisent l'ensemble du système.

Pour effectuer la mise au point, on se sert d'une feuille de bristol mince appliquée contre la glace ou on garnit encore la planchette d'une feuille de papier blanc. Dans le cas où l'on veut employer des feuilles de papier inférieures comme format à celui de l'appareil, on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

se sert de bristols sur lesquels on a collé des rainures de papier dans lesquelles on glisse le papier sensible. De cette manière, il ne peut se déplacer.

393. Pour les épreuves de très grand format il existe un appareil fort pratique, c'est le chevalet Eastman-Nadar (fig. 241). Le papier enroulé se trouve à la partie supérieure dans un logement spécial, on tire la longueur voulue et on la maintient en place au moyen d'un cadre à charnières. Ce cadre porte des intermédiaires qui peuvent être utilisés si l'on se sert de plaques. L'emploi de cet appareil assez coûteux n'est pas indispensable, surtout si l'on a rarement l'occasion de faire des agrandissements de taille considérable.

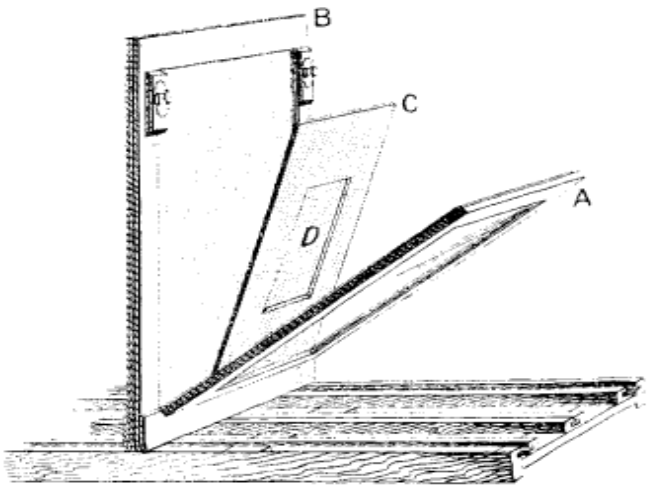


Fig. 240. — Dispositif de l'auteur pour disposer le papier sensible dans le cas de l'agrandissement. — A. Cadre à glace. — B. Bâti vertical. — C. Planchette intérieure. — D. Emplacement du papier sensible.

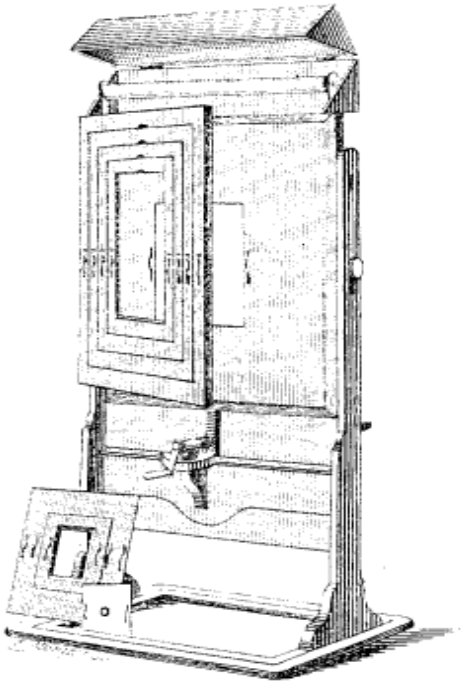


Fig. 241. — Chevalet Eastman-Nadar pour l'emploi de papiers en rouleaux de grandes dimensions.

On peut se servir encore d'une grande planche à dessin fixée convenablement, de façon à être bien verticale et perpendiculaire à l'axe de l'objectif. Pour fixer la feuille de papier à l'endroit où l'image est projetée, on emploie un bouchon d'objectif garni d'un verre rouge : on distingue ainsi suffisamment l'image, pour placer convenablement la feuille au moyen de punaises. Cette opération doit être faite rapidement.

394. Du choix de la lumière. — La lumière solaire était in-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dispensable avec les anciens procédés, dont la rapidité était loin d'égaler celle des procédés employés actuellement. Elle nécessitait un appareil très coûteux, l'héliostat qui n'avait sa raison d'être que dans des ateliers industriels spéciaux. Il en est de même de la lumière électrique qui n'est pas à la portée de tous. Actuellement on obtient d'excellents résultats pour les agrandissements, soit avec une bonne lampe à pétrole ou mieux avec la lumière oxhydrique.

Quelle que soit la source de lumière employée, il faudra porter toute son attention sur le centrage qui doit être parfait afin d'obtenir un champ également éclairé, sans aucune zone ombrée ou colorée : à cet effet on devra déplacer la source lumineuse soit à droite soit à gauche, l'élever ou l'abaisser, l'avancer ou la reculer.

395. Choix de l'objectif. — Nous conseillons l'emploi de l'aplanétique et, comme règle générale, on doit utiliser l'objectif même qui a servi à obtenir le négatif à agrandir.

396. Détermination du temps de pose. — Le temps de pose est variable suivant l'intensité de la source lumineuse, l'ouverture du diaphragme, l'intensité du négatif, sa coloration, la sensibilité du papier ou de la plaque employés et la dimension de l'agrandissement. On peut calculer ce temps de pose d'après les tables des facteurs du temps de pose mais il est beaucoup plus simple de procéder par la méthode expérimentale. Un petit morceau de papier sera exposé puis développé. On se rendra compte de suite de la conduite à tenir et, après quelques expériences de ce genre, on arrivera à opérer à coup sûr. Toutes choses étant égales d'ailleurs, on pourra modifier le résultat final par des augmentations ou diminutions intentionnelles de la pose : c'est ainsi qu'en règle générale on devra sur-exposer avec un négatif dur et sous-exposer avec un négatif trop uniforme, on n'oubliant pas que le plus souvent l'agrandissement tend à augmenter les contrastes.

397. Choix des préparations. — Dans l'industrie, le collodion humide devra être employé toutes les fois qu'il s'agira de documents composés de noir et de blanc : on sait que c'est encore ce procédé qui produit les plus beaux négatifs de traits : dans tous les autres cas les plaques au gélatino-bromure de rapidité différente, suivant les cas, donnent de bons résultats. En ce qui concerne les papiers, on se servira des papiers au gélatino-bromure d'argent qui, par leur rapidité d'impression, leur ton spécial, présentent des avantages particuliers. Les marques Lamy, Morgan, Ilford, Eastman, Barnett, Lumière, rivalisent les unes avec les autres et peuvent être employées indifféremment.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

598. Développement. — Si l'on se sert de plaques on appliquera les règles générales qui régissent la matière avec les modifications nécessitées par la nature spéciale de la préparation employée. Avec les papiers au bromure, l'essentiel est d'éviter les images grises, d'obtenir des noirs francs et des blancs immaculés. C'est pour cette raison que l'on a préconisé longtemps le développement à l'oxalate ferreux, suivi d'un passage à l'acide citrique (323). Ce révélateur peut être cependant remplacé avantageusement, à notre avis, par le développement au métol étendu d'eau (330). Bien que dans l'intention de réserver les blancs, on ait souvent recommandé l'emploi du bromure dans le révélateur, nous croyons qu'il ne faut

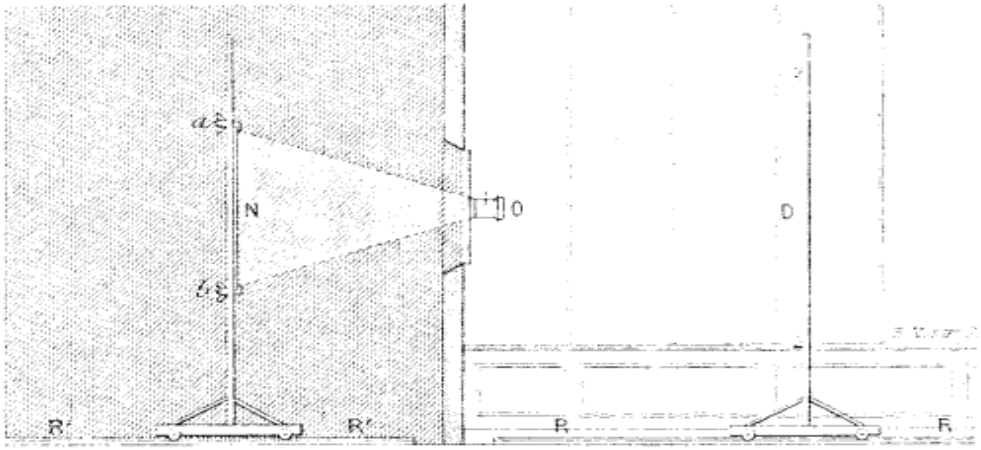


Fig. 242. — Schéma du dispositif de M. Motteroz employé à la Cie du chemin de fer de l'Ouest pour la reproduction des plans. — O. Objectif. — D. Plan a reproduire. — N. Surface sensible. — RR. Rails de l'atelier. — R'R'. Rails de la chambre noire.

pas en abuser sous peine d'obtenir de la dureté. Le fixage et le lavage se font comme d'habitude.

599. Retouches partielles. — Les papiers au bromure se prêtent très bien au baissage partiel par la solution de Farmer (354), on éclaircira ainsi les ombres. D'autre part les valeurs pourront être données au crayon ou à l'encre de Chine. Ce mode de tirage offre donc de nombreuses ressources.

600. Installations industrielles.

Dans l'industrie, des appareils spéciaux sont installés pour l'obtention des agrandissements et, règle générale, le chevalet portant le modèle et l'appareil proprement dit, sont montés sur rails de façon à obtenir dans tous les cas un parallélisme assuré. C'est évidemment le dispositif le plus sûr. Souvent aussi on se sert d'une pièce noire au

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lieu d'employer une chambre de grande dimension. Dans cet ordre d'idées, nous citerons à titre d'exemple l'installation organisée par M. Motteroz à la Compagnie du chemin de fer de l'Ouest (fig. 242).

Deux pièces, l'une vitrée, l'autre sombre, sont dans le prolongement l'une de l'autre et séparées par une cloison qui porte l'objectif. Deux rails continus sont établis dans toute la longueur de ces deux pièces et reçoivent deux chariots montés sur galets; l'un dans l'atelier vitré porte le modèle, le second dans le laboratoire noir reçoit la préparation sensible. Au moyen de repères calculés d'avance, il est facile de faire des reproductions à échelle déterminée, sans avoir à effectuer la mise au point.

601. Limites de l'agrandissement.

A priori on pourrait croire que l'agrandissement peut être poussé indéfiniment ; il n'en est rien cependant. En effet, on est vite arrêté par le grain de la couche qui devient de plus en plus visible au fur et à mesure que l'agrandissement est plus considérable. Avec chaque nature de plaque il y a une limite pratique que l'on ne peut raisonnablement dépasser. Il faudra donc, si l'on désire de forts agrandissements, choisir les préparations dont le grain est le plus fin : à ce point de vue les anciens procédés étaient bien supérieurs aux nouveaux. Il faudra également donner la préférence aux préparations lentes car on sait que le grain de la couche augmente avec la sensibilité. On a constaté aussi que sur une même plaque, la grosseur du grain était d'autant plus considérable que la pose avait été plus courte; certains révélateurs donnent aussi des images plus grenues que d'autres. Il faudra faire son profit de toutes ces observations si l'on désire des négatifs susceptibles d'être agrandis convenablement.

II

DES RÉDUCTIONS

602. Considérations générales.

Nous avons vu que l'échelle de reproduction d'un objet quelconque dépendait du foyer de l'objectif employé et, pour un objectif donné, de l'éloignement plus ou moins grand du modèle. En pratique on n'éprouvera aucune difficulté à obtenir la réduction d'un modèle quelconque, ce sera uniquement une question d'objectif et surtout de distance. Tous les appareils photographiques seront convenables pour cet usage, puisque le tirage du soufflet doit, en tous cas, être inférieur à 2 F. C'est du reste l'opération que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nous effectuons journellement dans les travaux courants car les images obtenues sont généralement de beaucoup inférieures comme dimensions à l'original.

Rien n'empêche donc d'obtenir par la méthode directe des images aussi réduites que possible, cependant lorsque le modèle est à grande distance il sera souvent préférable d'exécuter un négatif de dimensions moyennes et de le réduire par une opération subséquente. En effet, la couche d'air interposée, la brume, les poussières peuvent enlever la netteté de l'image dans une certaine mesure, et avec cette aggravation que la mise au point très exacte est d'autant plus difficile que l'échelle de reproduction est plus petite. Ces inconvénients seront supprimés en faisant un cliché de dimensions moyennes et en le réduisant postérieurement. En dehors des applications courantes, la réduction consistera donc le plus souvent à reproduire par transparence un négatif à une taille inférieure ; elle servira principalement à l'exécution des projections puis des images dites microscopiques, qui seront étudiées dans un autre chapitre.

603. Des projections.

Les projections sont des épreuves positives transparentes, destinées à être projetées, fortement agrandies sur un écran, au moyen d'un appareil spécial, la lanterne à projections. Elles permettent à un auditoire nombreux de suivre les explications d'un conférencier, d'un professeur et leur importance n'est plus à démontrer aujourd'hui.

Nous aurons par suite à examiner des divers appareils nécessaires pour ramener le négatif original à la dimension des projections, les procédés employés pour obtenir des images suffisamment transparentes et enfin les types de lanternes les plus convenables.

604. Nous n'insisterons pas sur le tirage des projections par contact, qui ne présente aucune difficulté. Il suffit de mettre le négatif dans un petit cadre en carton, bordé de papier noir de façon à empêcher la lumière de pénétrer par les côtés. Ce cadre renfermant le négatif est mis dans le châssis positif ordinaire avec glace et l'opération se fait par contact comme pour l'obtention des diapositives transparentes sur verre (475).

605. Appareils de réduction.

La plupart des appareils destinés à l'agrandissement peuvent être employés pour la réduction, et nous n'aurons de ce côté aucune modification à introduire, si ce n'est que le tirage maximum de l'appareil devra être reporté entre le modèle et l'objectif, au lieu d'être entre l'objectif et la plaque, comme dans les cas d'agran-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dissement. La loi des foyers conjugués donne l'explication de cette nécessité (Voir fig. 232).

La chambre à 3 corps remplira donc parfaitement le but cherché : la chambre noire ordinaire également (585) : on se servira avec avantage de l'appareil que nous avons adopté à la Salpêtrière (589). Il n'y a que les lanternes d'agrandissement qui ne soient pas utilisables car elles sont construites pour recevoir des petits clichés qu'il est inutile de réduire davantage. Il sera préférable, d'ailleurs à notre avis, d'utiliser la lumière diffuse et l'un quelconque des procédés précédents qui permettent de réduire le négatif à la taille voulue.

Notre excellent collègue et ami M. P. Boisard, a présenté dernièrement un dispositif qui peut être très pratique pour l'amateur. Un chariot porte un cadre destiné à recevoir le négatif à réduire : à l'extrémité opposée on place une chambre noire ordinaire de touriste. Cette disposition rappelle le système de M. Fenaut, mais ce qui l'en différencie considérablement c'est que le cadre porte-cliché est commandé par une corde sans fin ce qui permet de le déplacer avec la plus grande facilité pendant l'examen de l'image. En agissant sur la crémaillère de la chambre avec l'autre main, on fait varier à volonté l'emplacement du négatif et du verre dépoli de sorte qu'en un instant on obtient la réduction voulue. Nous devons aussi signaler dans cet appareil très ingénieux le montage du négatif qui rappelle le cadre tournant du pupitre à retouche de M. Duc. Ce dispositif permet de redresser la ligne d'horizon au cas ou cela serait nécessaire. La chambre est mobile latéralement sur son support, disposition qui est encore très commode pour le centrage. Une fois la mise au point faite, on recouvre le tout d'un voile noir pour supprimer toute lumière latérale et on opère comme d'habitude. Si la chambre noire a un tirage suffisant ce dispositif peut servir pour les agrandissements.

606. Qualités de la diapositive pour projection.

Sans parler de la netteté qui dépend de celle de l'original, la diapositive pour projection doit être d'une grande finesse de couche, d'une transparence complète dans les noirs et d'une pureté absolue dans les blancs. C'est à ces seules conditions qu'elle donnera sur l'écran son maximum d'effet, et c'est pour cette raison qu'il n'est pas indifférent d'employer telle ou telle préparation.

607. Le procédé le plus parfait est, sans contredit, celui à l'albumine dont on n'a jamais dépassé la finesse, la limpidité et la transparence des noirs (159). Le collodion humide donne également

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de bons résultats, ainsi que les collodions secs et en particulier le procédé Chardon (171). Néanmoins ces procédés, sauf celui à l'albumine qui est encore très usité dans certaines maisons d'édition photographique, ne sont plus pratiqués et de nouvelles préparations plus faciles d'emploi, plus sensibles si non plus parfaites, sont venues les remplacer. Ces plaques sont des émulsions au gélatino-bromure, au chlorure d'argent, quelquefois même elles sont constituées par un mélange de bromure et de chlorure ou d'autres sels d'argent (190). Nous en avons parlé précédemment et nous n'y reviendrons pas. Ces émulsions, comparées aux préparations ordinaires sont lentes, néanmoins elles sont beaucoup plus sensibles que les anciens procédés, ce qui permet de faire des réductions avec grande facilité et en des temps d'exposition relativement courts. Par suite du mode général de fabrication, le grain de la couche est très fin et sans qu'il soit comparable à celui de l'albumine, par exemple, les épreuves obtenues sont absolument satisfaisantes.

Nous laissons de côté les préparations au gélatino-bromure d'argent, dont la mise en œuvre ne comporte aucune difficulté spéciale, il suffira de prendre des plaques lentes, de poser normalement sans excès, de développer avec un bain bromuré de façon à bien ménager les transparences.

Parmi les autres préparations, les plus employées actuellement sont les plaques au gélatino-chlorure d'argent qui, suivant leur mode de préparation, donnent des images directes ou des images latentes.

608. Gélatino-chlorure par noircissement direct.

Ces plaques dont nous avons donné le mode de préparation (189) sont parfaitement convenables pour le tirage par contact, leur sensibilité étant assez médiocre. L'image est traitée absolument comme une image sur papier, virée à l'or et fixée. Elles sont employées surtout pour l'obtention des transparents sur verre.

609. Gélatino-chlorure à image latente.

Ici l'impression est plus rapide et peut avoir lieu par contact ou à la chambre. On obtient au développement des tons variés qui dépendent à la fois de la durée d'exposition et de la composition du développement. Ces plaques, convenablement maniées, permettent d'obtenir des effets très artistiques mais avec une incertitude toujours assez grande, le ton étant modifié, comme nous l'avons dit (190), par la durée de la pose, la composition du développement et nous pourrions ajouter la nature du cliché. Enfin,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le séchage amène également des modifications qu'on ne saurait prévoir. Pour éviter ces inconvénients et obtenir des résultats uniformes, certains fabricants livrent actuellement des plaques, dites à ton noir, constituées par un mélange de chlorure et de bromure. Leur rapidité est beaucoup plus considérable que celle des plaques précédentes. Quelques secondes suffisent à 1 mètre d'un bec de gaz et les réductions peuvent ne demander que 20 à 50 secondes suivant les cas. Leur facilité d'emploi est telle que nous les utilisons d'une façon exclusive.

Divers révélateurs tels que l'oxalate ferreux, l'hydroquinone peuvent être employés, mais nous préférons de beaucoup le métol qui donne des noirs francs et ne colore jamais. Nous employons le bain neuf dilué de trois quarts d'eau ou mieux encore du bain vieux additionné d'eau. Ce bain nous sert constamment, nous nous contentons de le renforcer de temps en temps par l'addition de bain neuf (330).

Le fixage s'effectue comme d'habitude. Après, nous avons l'habitude de passer uniformément toutes nos diapositives dans un bain de baissage (354), de façon à les éclaircir complètement et à enlever tout voile.

Pour juger de la valeur d'une projection au point de vue de la transparence, nous plaçons la plaque sur un fond blanc, carton ou cuvette en porcelaine. Elle donnera convenablement à la lanterne si les marges et les blancs de l'image sont absolument transparents. Le moindre voile devient visible par ce procédé, le fond blanc étant plus ou moins masqué par ce voile. Nous continuons le baissage jusqu'à obtention de la transparence complète. D'ailleurs, comme l'arrêt du développement au point précis est chose délicate car l'image baisse dans l'hyposulfite, nous posons en règle générale qu'il ne faut pas craindre de pousser vigoureusement l'image : on l'amène ensuite facilement au point voulu, lors du baissage qui se fait à la lumière du jour.

Si la projection n'est pas assez intense, il vaut mieux la refaire, parce que le renforcement, en empâtant l'image, ne donne pas de bons résultats pour la projection.

610. Format des projections. — D'après les décisions du Congrès de photographie, le format des verres destinés à constituer les projections est de $8{,}5 \times 10$. En Amérique et en Angleterre on préfère le format carré 8×8, qui produit un notable allègement de poids mais ne donne pas la place nécessaire pour inscrire les divers renseignements qui doivent accompagner la projection.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

611. Sens des projections. — Les projections sont toujours placées dans la lanterne, le grand côté du verre étant transversal. Que la vue soit elle-même en hauteur ou en largeur, on ne doit jamais opérer autrement, les cadres qui servent au passage dans la lanterne étant disposés pour recevoir le grand côté du verre. Nous verrons du reste dans un instant la disposition réglementaire prise par le Congrès pour indiquer le sens et éviter les erreurs.

612. Montage des projections. — La projection est recouverte d'un verre mince de même taille afin de préserver la couche de toute altération ou de tout accident. On interpose entre les deux verres un petit encadrement en papier noir, la cache, qui a pour but de limiter exactement l'image. On fait des caches rectangulaires, carrées ou rondes que l'on emploie suivant la nature du sujet ; elles sont de dimensions variées, de façon à pouvoir encadrer la partie intéressante. Leur sens peut être différent suivant qu'il s'agit de vues faites en hauteur ou en largeur. La cache étant interposée, on borde les verres avec des petites bandes de papier noir qui assureront le maintien du tout et empêcheront l'introduction de la poussière. On trouve dans le commerce des petites bandes gommées d'avance et qu'il suffit de mouiller légèrement pour les employer. A défaut on se servira de bandes découpées convenablement et que l'on enduira de colle de farine, d'amidon ou de gomme arabique. Rien n'empêche d'ailleurs de faire soi-même des bandes gommées d'avance. On enduit de gomme arabique une feuille de papier noir, et, après séchage, on la débite en bandes de 10^{c} et de 8^{c},5 de longueur sur 4 à 5 millimètres de largeur.

Dans certains cas spéciaux les caches toutes faites n'encadreront pas convenablement le sujet. On peut alors les couper pour les ramener à la taille voulue, puis on devra fixer les différentes parties après la couche au moyen d'un peu de colle pour qu'elles ne puissent se déranger et qu'elles se raccordent bien. A notre avis, cependant, nous préférons faire l'encadrement avec des bandes plus larges qui nous permettent plus facilement et plus rapidement d'obtenir le résultat cherché.

Pour tenir les deux verres pendant le bordage, on recommande de les maintenir avec deux pinces en bois dites pinces de blanchisseuse.

613. Étiquettage. — Une fois les bordures sèches, il ne reste plus qu'à coller sur les projections des petites bandes qui serviront à recevoir différentes inscriptions dont les unes sont facultatives et les autres indispensables. L'inscription du nom de l'auteur est utile

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

si les projections doivent circuler car elle permet facilement de rendre à chacun son bien ; l'indication du sujet est plus importante et ne devrait jamais être oubliée. Enfin, d'après les décisions du Congrès, toutes les projections doivent porter une étiquette placée de façon à en indiquer le sens. L'apposition de cette étiquette est absolument indispensable pour permettre à l'opérateur de placer convenablement les vues dans la lanterne, de façon que le spectateur les voie dans leur véritable sens. Voici la décision du Congrès: « *Prendre la vue dans la main droite de telle façon qu'elle soit dans son vrai sens et placer alors l'étiquette sous le pouce de la main droite.* » (fig. 243).

Fig. 243. — Diapositif pour projection, portant l'étiquette du Congrès.

Nous ajouterons que la projection appartenant à une collection devra porter un numéro d'ordre correspondant à un répertoire et que, lorsqu'elle fera partie d'une série destinée à une conférence, l'apposition d'un autre numéro, correspondant au classement particulier dans ce cas, sera également nécessaire. Pour éviter toute confusion et séparer en quelque sorte les indications qui sont spéciales au propriétaire et celles qui peuvent être utiles au conférencier, voici comment on doit faire l'étiquettage. Au-dessus du point du Congrès placé comme il a été dit, on place l'étiquette portant l'indication du sujet. Le numéro spécial de classement pour la conférence doit être porté sur le point du Congrès. De l'autre côté, l'auteur mettra son nom et un numéro de classement dans sa propre collection. Lorsque l'on possède de nombreuses projections, nous recommandons de les classer en adoptant pour chaque série des étiquettes de couleurs différentes, ce qui facilite de beaucoup le rangement.

614. Projections colorées. — Nous n'avons examiné jusqu'à présent que les méthodes permettant de faire des projections monochromes dont la tonalité peut varier dans une certaine mesure d'après la nature de la préparation, la durée de l'exposition et le développement adopté. Pour obtenir des épreuves de colorations diverses, on peut opérer par réserves ou modifier la teinte de certaines par-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ties par des réactions chimiques locales ou se servir encore de deux épreuves monochromes de couleurs différentes du même sujet. Néanmoins, ces procédés sont très délicats d'emploi car on opère sur une image de petites dimensions qui subit ensuite à la lanterne un agrandissement énorme, ce qui décèle les moindres imperfections. Pour le lecteur que cette question toute spéciale intéresserait, nous le renvoyons à l'ouvrage de M. Fourtier (1). Ce qui nous paraît plus intéressant, c'est le coloriage des projections qui peut donner des effets charmants, ainsi que nous l'avons constaté, d'après l'examen d'une remarquable série faite par des Japonais et qui appartenait à notre regretté ami H. Fourtier.

On se sert de deux procédés, la peinture à l'eau et la peinture au vernis.

615. Peinture à l'eau. — On prend les couleurs fines à l'aquarelle ou les laques en poudre du commerce, on les broie à la molette sur une glace dépolie avec la solution suivante :

Gomme arabique	20 gr.
Sucre	10 gr.
Eau.....	180 cc.

Voici les principales couleurs que l'on emploiera; les diverses nuances seront obtenues par mélange :

Bleus. — Bleu de Berlin pour les bleus francs, bleu de Prusse pour les ciels.

Rouge. — Carmin de cochenille.

Jaune. — Laque de Gaude.

Vert. — Mélange de laque jaune et de bleu de Prusse.

Noir. — Encre de Chine, bitume de Judée.

Les couleurs d'aniline mélangées à la gomme sont très peu stables et passent à la lumière; mélangées au vernis, elles sont plus résistantes.

Les couleurs à l'eau épaissies avec le mélange ci-dessus sont appliquées avec un pinceau de martre d'après les procédés de l'aquarelle. Il est seulement recommandé de chauffer légèrement le verre, après chaque application de teinte, de façon à sécher rapidement et à éviter la formation de grain. Une fois la peinture finie, on recouvre de vernis copal additionné de trois fois son volume de térébenthine.

616. Peinture à l'huile. — C'est ce même vernis qui est employé pour délayer les couleurs à l'huile. On prend les couleurs

1. *Les Positifs sur verre*, Paris, Gauthier-Villars et fils.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à l'huile ordinaire en tubes mais il faut avoir soin de les dégraisser au préalable. Il suffit d'étendre la couleur sur plusieurs doubles de papier buvard jusqu'à ce que toute l'huile ait été absorbée. La couleur qui reste et qui est à l'état demi-dur est conservée dans l'eau. Pour l'utiliser on la broie à la molette avec de la térébenthine et l'on conserve en flacons bouchés. Au moment de l'usage, on ajoute un peu de copal rendu fluide par l'essence. On ne doit se servir que des laques, les couleurs minérales étant trop opaques. On peut employer également des vernis gras colorés et les couleurs à l'albumine que l'on trouve dans le commerce. M. H. Fourtier à qui nous empruntons du reste ces divers détails, recommande d'être très sobre dans l'application de ces couleurs.

Pour donner du brillant à certaines parties, broderies, pierreries, M. Varaigne indique de mettre à l'endroit voulu une surépaisseur de vernis. On se sert à cet effet de mastic en larmes dissous à consistance sirupeuse dans l'essence de térébenthine et que l'on colore faiblement, si nécessaire, au moyen de laques dégraissées. Ce vernis doit être posé avec un petit morceau de bois de façon à faire relief et à constituer une petite lentille qui concentrera davantage la lumière et donnera un brillant remarquable.

Silhouettages pour fonds noirs. — Ce silhouettage est principalement employé pour faire ressortir les statues qui se détachent avec plus de relief sur un fond complètement noir. On applique au pinceau et, en se servant du pupitre à retouche, le vernis suivant :

Bitume de Judée	50 gr.
Benzine	100 gr.
Poix noire	25 gr.

Pour éviter de peindre toute la partie à masquer, on ne silhouette l'image que sur quelques millimètres, et on applique ensuite une cache en papier noir découpée convenablement.

617. Appareils de projection.

L'appareil de projection n'est que l'ancienne lanterne magique perfectionnée : elle comprend une source de lumière, un condensateur, un logement pour recevoir la projection et un système optique destiné à produire sur un écran l'image amplifiée. La source de lumière est enfermée dans une boîte close de façon à éviter toute sortie de lumière qui pourrait nuire à l'effet de la projection.

Les modèles de Duboscq, Molteni, Clément et Gilmer sont bien connus et il nous paraît inutile d'entrer dans leur description détaillée ; qu'il nous suffise d'étudier plus particulièrement le mode d'éclairage qui peut être variable suivant les ressources dont on dis-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pose et produit dans la pratique des résultats assez différents.

618. On peut d'abord poser en principe que le format de l'image agrandie sur l'écran pourra être d'autant plus considérable que la source lumineuse sera plus intense : d'autre part, à taille égale les projections seront d'autant plus belles que la lumière sera plus forte. Par suite de ces considérations, l'adoption de telle ou telle source de lumière guidera l'opérateur sur le caractère et la valeur des diapositives à projeter. Celles-ci doivent être d'autant plus transparentes et moins vigoureuses que la source de lumière est plus faible et inversement. Telle projection qui sera grise avec l'éclairage au pétrole donnera très bien avec l'éclairage électrique,

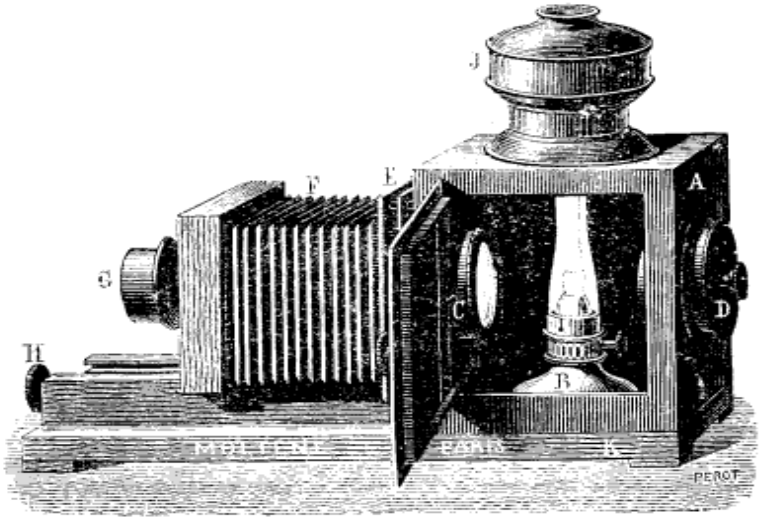


Fig. 244. — Lanterne de projection à la lumière artificielle.

telle autre, qui sera à point avec le premier éclairage qui est relativement faible sera trop légère et trop peu vigoureuse avec la lumière électrique. Il ne faut donc pas oublier ce que nous venons de dire et faire les diapositives en vue de l'éclairage qui doit être employé.

619. Éclairage au pétrole. — On se sert de lampes très puissantes à mèches plates, celles-ci étant au nombre de trois ou de cinq (fig. 244). La dimension de la projection ne peut guère dépasser 1 m. ou $1^{m},50$ de diamètre. Cet éclairage peut suffire pour un amateur opérant dans un local de dimensions restreintes. Il est recommandé de surveiller l'état des mèches qui doivent être bien égales : il ne faut pas les couper mais les égaliser avec un linge après qu'elles ont été allumées une première fois.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On ne doit pas les monter trop vite mais laisser au contraire la lanterne s'échauffer petit à petit, sinon le tirage s'établissant, la lampe fumerait et répandrait une odeur fort désagréable. On ne règle définitivement la hauteur de la flamme que lorsque l'appareil tout entier est bien échauffé.

620. Éclairage à la lumière oxhydrique. — Cet éclairage est obtenu en projetant sur un bâton de chaux ou un disque de ma-

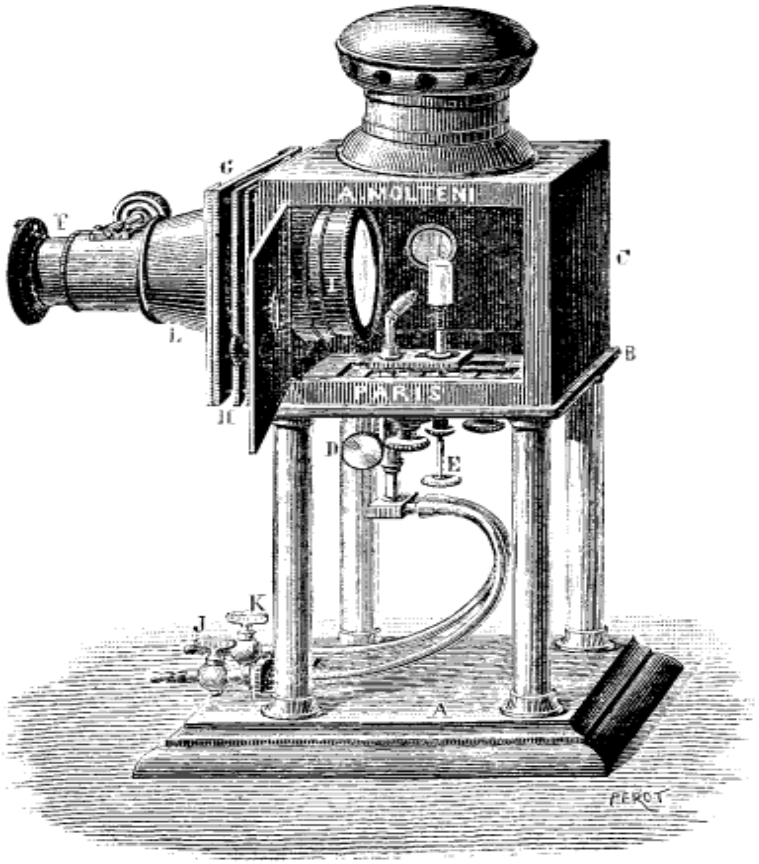


Fig. 245. — Lanterne de projection à la lumière oxhydrique.

gnésie un mélange de gaz d'éclairage et d'oxygène. La lumière obtenue est très vive et elle est une des meilleures que l'on puisse employer maintenant que l'on trouve facilement de l'oxygène comprimé dans le commerce.

621. L'arrivée des deux gaz se fait au moyen d'un chalumeau spécial à deux tubulures reliées d'une part à la conduite de gaz et de l'autre, au réservoir d'oxygène (fig. 245). Deux robinets permettent de régler l'arrivée de chacun des gaz, de façon à obtenir le maximum

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'intensité lumineuse. On enflamme d'abord le gaz d'éclairage et l'on laisse le bâton de chaux s'échauffer progressivement de façon à éviter sa rupture. Lorsqu'il est chaud, on ouvre l'oxygène. Le bâton de chaux devient incandescent et produit une lumière très vive. On ne doit entendre aucun sifflement qui serait produit par le mauvais réglage de l'arrivée des gaz. La chaleur développée est considérable et il est nécessaire de prendre des précautions particulières pour éviter l'éclatement de la lentille arrière du condensateur. On doit donc laisser celui-ci s'échauffer progressivement. On recommande également avant la séance de projection de démonter les lentilles, de les essuyer et de les mettre à une douce chaleur, sinon l'humidité interposée se condenserait sous l'influence de la chaleur et produirait sur l'écran un voile du plus mauvais effet, voile qui se dissipe, il est vrai, par suite de l'échauffement mais avec une très grande lenteur.

622. Autrefois on se servait de sacs de caoutchouc pour contenir l'oxygène que l'on préparait soi-même ou que l'on achetait. La pression nécessaire était obtenue en chargeant ces sacs de poids suffisants. Il est préférable maintenant d'employer les cylindres d'oxygène comprimé livrés par la Compagnie de l'Oxygène (fig. 246). Ils sont moins volumineux et d'un emploi bien plus pratique.

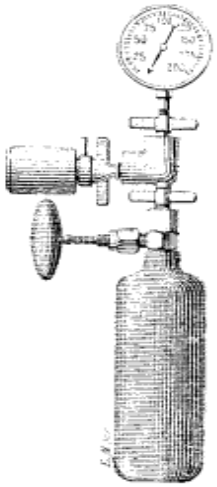


Fig. 246. — Cylindre d'oxygène comprimé avec régulateur et manomètre.

623. Ces cylindres doivent être munis d'un régulateur de pression et d'un manomètre permettant de connaître à chaque instant la quantité d'oxygène disponible. Il est recommandé de ne les manier qu'avec grande précaution. On ne doit les ouvrir que très lentement, de façon à ne pas produire un véritable coup de bélier qui pourrait faire sauter le régulateur et le manomètre ; il est d'ailleurs prudent, au moment de l'ouverture, de laisser ouverts les robinets qui sont sur la conduite de l'oxygène. D'autre part, on ne doit jamais huiler ou graisser le logement à vis sur lequel s'ajustent le manomètre et le régulateur.

624. Au cas où l'on n'aurait pas le gaz à sa disposition, on peut employer des dispositifs spéciaux qui en évitent l'emploi. Le principe de ces appareils consiste à saturer une portion de l'oxygène employé de vapeurs d'éther ou de gazoline et à diriger le gaz ainsi carburé auquel vient se mélanger l'oxygène pur sur le bâton de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chaux habituel. Le plus parfait qui ait été présenté est le chalumeau oxy-éthérique de M. Molteni, qui donne une lumière magnifique et est complètement à l'abri des accidents qui ont pu être signalés avec des appareils moins perfectionnés (fig. 247).

625. Lumière électrique. — Cette source de lumière est incontestablement celle qui donne les plus beaux résultats et qui permet les agrandissements les plus considérables. Elle nécessitait jusqu'à présent une installation toute spéciale qui en limitait son usage aux laboratoires et aux salles de conférences spécialement organisées.

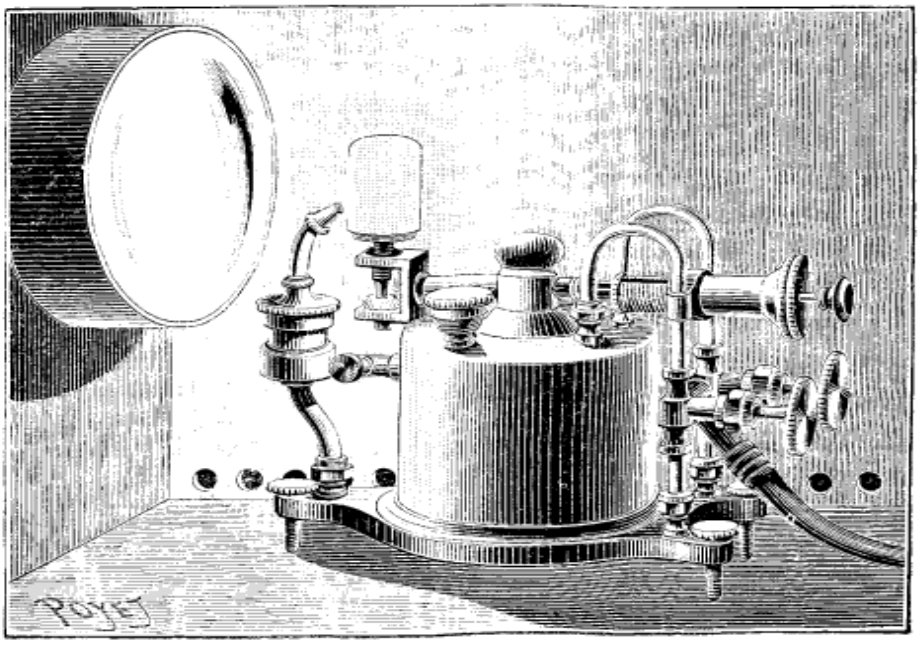


Fig. 247. — Chalumeau oxy-éthérique de M. Molteni.

Aujourd'hui il n'en est plus de même, et, depuis le développement de l'éclairage électrique dans les villes, cette source de lumière est des plus employées.

On se sert de lampes à régulateur (fig. 248) ou à main (fig. 249), ces dernières étant moins coûteuses et très suffisantes dans la pratique.

626. Centrage de la lumière. — Quel que soit le dispositif employé, il est indispensable de centrer très exactement la source lumineuse afin d'obtenir un disque uniformément éclairé. Il est donc nécessaire, au moyen de dispositifs spéciaux de réglage, de pouvoir approcher ou éloigner du condensateur la source lumineuse, la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

déplacer à droite ou à gauche, en haut ou en bas. C'est à cette seule condition qu'on évitera les pénombres et les auréoles colorées. Ce réglage se fait avant la séance de projection et avant l'interposition de la diapositive. Celle-ci est mise ultérieurement pour régler la mise au point qui se fait en agissant sur la crémaillère de l'objectif. Une

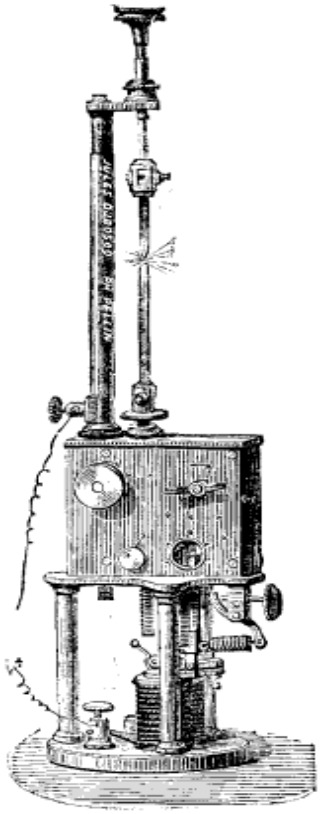


Fig. 248. — Lampe électrique à régulateur (Modèle de M. Duboscq).

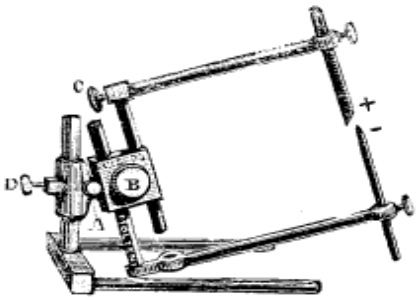


Fig. 249. — Lampe électrique à main (Modèle de M. Molteni).

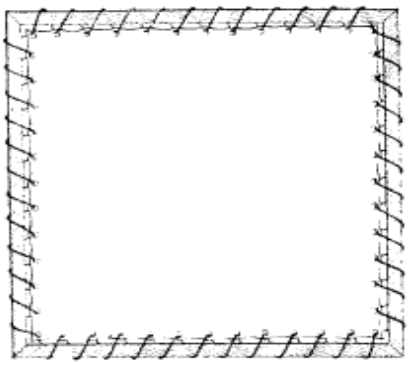


Fig. 250. — Écran à projection tendu sur un cadre en bois.

fois ces divers réglages exécutés, on peut commencer les projections.

627. Écran à projection. — L'image agrandie doit être reçue sur une surface plane de couleur blanche. On se sert à cet effet généralement d'un grand écran en calicot, toile ou coton, cette dernière étoffe paraissant la plus convenable. L'écran devra être recouvert de peinture mate, sinon, à cause de la transparence du tissu, les projections n'auraient pas le brillant nécessaire. M. Fourtier recommande pour cette opération l'emploi d'une bouillie de blanc de zinc

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

détrempé dans de la colle de peau légère. M. Motteni se sert du mélange suivant :

Gomme arabique	50 gr.
Magnésie en poudre	200 gr.
Eau	1000 cc.

Dans une installation fixe, l'écran est tendu sur un fort cadre en bois, comme sont montées les toiles à peindre. Si cet écran doit se démonter, les quatre côtés de la toile sont garnis d'œillets métalliques qui permettent de la fixer au moyen d'une corde qui passe dans des pitons fixés à l'intérieur du cadre. On obtient ainsi une tension parfaite (fig. 250). Dans certaines installations fixes, on projette sur un mur peint en blanc à la colle, de façon à éviter les reflets.

Avec ces divers dispositifs et principalement avec le mur qui

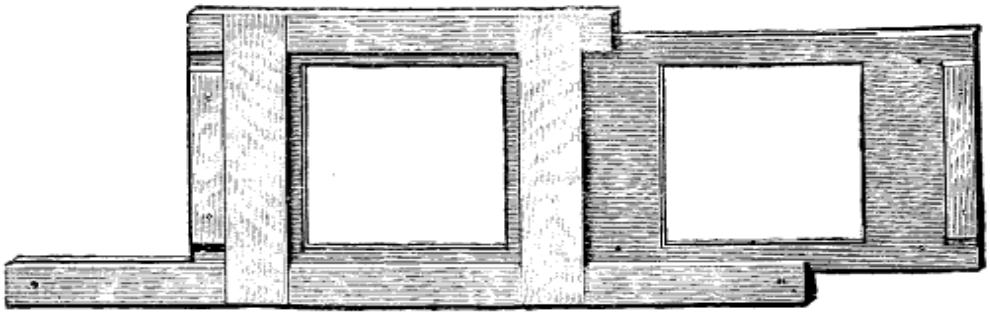


Fig. 251. — Main pour projection à coulisses.

renvoie toute la lumière on a le maximum d'éclairage. Il n'en sera plus de même si l'on opère, comme on le fait fréquemment, par transparence. Dans ce cas, la source de lumière doit être puissante, et il est nécessaire de rendre la toile aussi transparente que possible. A cet effet on recommande de la mouiller au préalable avec de l'eau légèrement glycérinée.

628. Main à projection. — Elle est constituée par un petit cadre qui a pour but de faire glisser facilement les diapositives dans la lanterne et de les substituer rapidement les unes aux autres. Un des meilleurs est le cadre coulissant qui permet de placer une projection ou de la retirer pendant que l'autre est dans la lanterne (fig. 251).

629. Lanternes multiples.

Dans le but de faciliter la substitution rapide des projections et obtenir certains effets particuliers, on a proposé d'employer des lanternes doubles et même triples (fig. 252). Ces appareils, très coûteux, ne sont pas d'un emploi courant et ils n'ont à notre avis leur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

utilité que dans certaines applications toutes spéciales, telles que les projections stéréoscopiques ou polychromes.

L'appareil double est cependant employé, surtout à l'étranger, pour obtenir les vues fondantes : dans ce cas, une projection remplace l'autre par extinction progressive de la première et apparition inverse de la seconde. Nous n'apprécions guère ce système de projections qui occasionne une véritable fatigue pour le spectateur

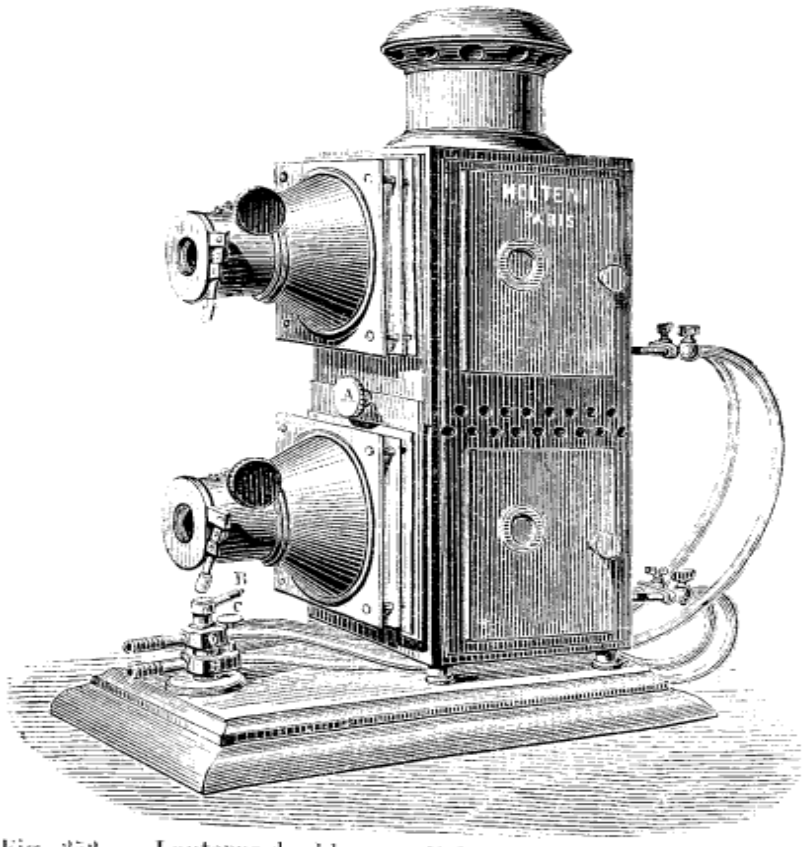


Fig. 252. — Lanterne double pour l'obtention des vues fondantes.

pendant la période de substitution d'une image à l'autre. De plus, avec le système ordinairement employé, qui consiste à diminuer peu à peu l'arrivée de l'oxygène dans une des lanternes pendant qu'il augmente dans l'autre, la lumière n'est pas toujours aussi bonne qu'elle devrait être, le bâton de chaux étant continuellement réchauffé puis refroidi. Nous croyons qu'il est préférable, une fois les lumières réglées, de ne plus les toucher et d'obtenir l'effet fondant par la manœuvre d'un obturateur spécial placé devant les objectifs et qui a pour effet d'ouvrir l'un des deux pendant qu'il ferme l'autre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DEUXIÈME PARTIE

INTRODUCTION

630. Dans la première partie de cet ouvrage, nous avons étudié la technique de la photographie, le matériel nécessaire et les procédés à employer pour obtenir d'abord le négatif puis le positif qui nous reconstitue l'image fidèle du modèle quel qu'il soit. Cette image peut être multipliée autant qu'on le désire et avec certains procédés dans des conditions parfaites de stabilité. La photographie nous apparaît donc de suite comme un procédé de reproduction incomparable et de multiplication du document des plus précieux. Ces deux qualités, sincérité de reproduction et multiplication des résultats obtenus, suffiraient à elles seules pour assurer à la photographie une place brillante parmi les découvertes les plus utiles de ce siècle, cependant son rôle est plus large, son domaine plus étendu. Elle peut, en effet, comme nous l'avons indiqué, devenir entre les mains de l'opérateur un moyen de traduction, d'interprétation et même de composition et produire des œuvres auxquelles le caractère artistique ne saurait être refusé. Mais ce n'est pas tout, grâce aux qualités exquises des couches sensibles employées actuellement, on est parvenu à saisir des mouvements que l'œil humain ne pouvait percevoir ; grâce à la photographie instantanée des méthodes d'analyse nouvelles ont été créées, méthodes qui ont déjà été très fécondes au point de vue scientifique.

Du reste la photographie qui avait été si dédaignée au début par les savants est au contraire maintenant un de leurs plus précieux auxiliaires. De même qu'elle supplée à l'insuffisance de l'œil dans l'étude des mouvements très rapides, de même elle lui révèle des phénomènes qui lui échappaient à cause de leur faible intensité ou de leur coloration propre. Ajoutons encore que, si l'observateur se fatigue, la plaque photographique au contraire est toujours prête à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

enregistrer le phénomène intéressant, sans défaillance aucune. Enfin l'image photographique reste, tandis que l'image rétinienne est fugitive : on peut donc l'étudier, la comparer avec d'autres, faire des mesures.

Par ce simple aperçu le lecteur peut se rendre compte du rôle important pris par la photographie dans la science, rôle qui a été hautement reconnu par un de ceux qui ont le plus plaidé cette cause, nous avons nommé notre illustre collègue M. Janssen, lorsqu'il a dit que « *la plaque photographique était la vraie rétine du savant* ».

Le lecteur qui nous a suivi jusqu'ici ne doit pas s'arrêter, car si certaines des applications que nous allons décrire ne sont que la mise en œuvre pure et simple des principes et des méthodes que nous avons étudiés dans la I^re^ partie, il en est d'autres qui ont été le point de départ de recherches originales, qui peuvent être profitables à tous et dont il sera possible de tirer parti dans tel ou tel cas particulier.

C'est dans cet ordre d'idées que nous négligerons volontairement le côté historique, préférant insister davantage sur la nature des résultats acquis à l'heure actuelle et sur la description des procédés spéciaux qui ont conduit à ces résultats.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XI

PHOTOGRAPHIE DOCUMENTAIRE

631. Sous ce titre, nous comprenons toutes les applications dans lesquelles la photographie n'est que copiste fidèle et rigoureux. Il est évident que bien souvent les documents pourraient être obtenus par d'autres moyens d'exécution tels que la peinture ou le dessin, et il en était toujours ainsi antérieurement à l'invention de la photographie et même jusqu'à ces dernières années avant les progrès récents qui en ont généralisé l'emploi. Mais un dessin ou une peinture, si parfaits qu'on les imagine, seront toujours suspects au point de vue de la représentation exacte d'un sujet quelconque, sans compter que ces modes de reproduction ne sont pas à la portée de tout le monde. Au contraire la photographie, qui peut être apprise par n'importe qui et en peu de temps, permettra de recueillir des documents indiscutables qui seront obtenus d'ailleurs beaucoup plus rapidement, ce qui est encore un avantage appréciable. Nous ne voulons pas médire des dessins, des croquis rapportés par les artistes d'un voyage, d'une exploration, des aquarelles ou des tableaux qui peuvent rendre la magie des couleurs (problème que le photographe n'a pas encore résolu pratiquement) : ces études auront leur valeur propre, mais ne sauraient présenter la sincérité et la minutieuse exactitude de l'épreuve photographique. Demandez à un artiste de reproduire un de ces beaux temples de l'Inde qui sont si intéressants non seulement par leurs grandioses proportions mais encore à cause des innombrables statues et sculptures qui les ornent du haut en bas : quelle somme de travail et que de temps il faudra, quand avec la photographie, un négatif peut être obtenu en quelques instants. Celui-ci pourra être étudié à l'aise; on emporte en quelque sorte le monument chez soi pour l'examiner à loisir, à tête reposée; les proportions, les plus fins détails y seront notés, et souvent même on retrouvera des points intéressants qui avaient échappé à l'examen direct.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

632. Si les difficultés pour un dessinateur sont grandes dans le cas précédent, que sera-ce s'il a à reproduire les monuments de toute une région particulièrement riche comme l'Inde. La vie de plusieurs hommes n'y suffirait pas sans compter les difficultés et les dangers d'un travail de longue haleine, sous un climat torride et malsain. Le gouvernement anglais a pu se convaincre de la vérité de ce que nous avançons en voyant ce qu'il a fallu passer de temps et dépenser d'argent pour relever seulement quelques-uns de ces monuments. En comparaison nous rappellerons que notre excellent ami le Dr Le Bon, l'explorateur bien connu, a exécuté, seul et en quelques mois grâce à la photographie, un travail beaucoup plus complet et dont la valeur au point de vue documentaire est, de l'avis des personnes compétentes, bien supérieure à tous les dessins exécutés auparavant.

633. Nous avons du reste pris la peine de comparer des dessins exécutés par des artistes renommés avec les photographies du Dr Le Bon représentant le même objet : les différences sont absolument nettes, l'artiste a interprété et non copié. Quand il s'agit de rapporter des documents qui doivent éclairer le lecteur sur ce qu'a vu l'explorateur, il nous semble nécessaire d'exiger un peu plus de sincérité et de vérité. Nous avons accepté jusqu'à ces dernières années des illustrations vraiment fantaisistes exécutées avec grand talent du reste par des artistes habiles mais qui étaient le produit de leur imagination aidée des souvenirs plus ou moins précis du voyageur. Ce temps est passé heureusement, nous pouvons le dire, et il suffit d'ouvrir les journaux spéciaux pour voir que maintenant la gravure est presque toujours faite d'après la photographie, en attendant que les procédés phototypographiques dont nous avons parlé (565) aient acquis la perfection suffisante pour donner directement la planche gravée par la lumière d'après le négatif original.

La gravure exécutée d'après le document photographique est déjà un progrès incontestable, parce qu'elle donne la représentation exacte des sujets reproduits mais, dans la traduction, il peut y avoir toujours place pour l'interprétation. Il n'en sera plus de même lorsque la planche sera gravée par des procédés photomécaniques.

Ce que nous avons démontré du document photographique, en prenant l'exemple précédent, est exact dans toutes les circonstances de la pratique. Nous pouvons donc dire que la plaque photographique est seule capable de nous donner des documents vrais et à l'abri de toute critique. Si cette affirmation est exacte, lorsqu'il s'agit de sujets qu'un artiste, avec du temps et de la patience, pourra, dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

une certaine mesure, reproduire avec une approximation que l'on considérait comme suffisante autrefois et qui ne saurait plus convenir à notre époque qui ne vit que par l'actualité et l'information, que sera-ce s'il est nécessaire de fixer les scènes animées de la nature. Ici, obligatoirement, l'interprétation s'imposera à l'artiste, car la scène qu'il veut reproduire n'a duré qu'un instant; il n'a fait que l'entrevoir et, s'il a pu en graver les traits principaux, que de détails souvent importants lui ont échappé. Dans cette hypothèse la photographie, grâce aux procédés instantanés, règne en souveraine maîtresse. A l'heure actuelle, tous les événements importants, à quelque titre que ce soit, sont conservés avec leur physionomie exacte et les documents vrais ne manqueront pas aux historiens de l'avenir.

634. D'ailleurs, lorsque quelques progrès encore nécessaires auront été réalisés, l'illustration par la photographie s'imposera dans la presse qui, grâce aux progrès de l'imprimerie et du télégraphe, peut tenir le lecteur quotidiennement au courant des événements qui se passent dans le monde entier. Ce jour-là, le journal illustré quotidien mettra sous les yeux du public le document photographique d'actualité. Jusqu'à présent, l'illustration photographique n'a pu atteindre ce résultat mais, dans la presse périodique, les revues spéciales, les ouvrages originaux, elle a pris une part qu'on ne peut passer sous silence, d'un côté en fournissant le document, copie rigoureuse de l'original, de l'autre en en permettant la multiplication facile. A ce titre, la photographie est un merveilleux moyen de divulgation et d'instruction qui met à la portée de beaucoup, sinon de tous, des représentations fidèles des sujets les plus divers dans le domaine des sciences, des arts industriels et même des beaux-arts.

Les chapitres qui suivront devant être consacrés tout spécialement à l'étude des principales applications originales de la photographie aux sciences, nous ne nous arrêterons donc pas sur ce sujet pour l'instant, et il nous suffira d'étudier les services rendus par la photographie documentaire dans les voyages d'explorations d'une part et dans les arts industriels et les beaux-arts de l'autre.

DE LA PHOTOGRAPHIE DANS LES VOYAGES D'EXPLORATION

635. Notre intention, dans cette partie de notre travail, est de montrer au voyageur, à l'explorateur, au missionnaire, le parti considérable qu'ils peuvent tirer de l'appareil photographique, la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nature très variée des documents qu'ils peuvent rapporter. Suivant le but poursuivi par chacun d'eux, ils auront plus particulièrement à s'occuper de tel ou tel travail spécial, mais il nous semble nécessaire qu'ils n'ignorent pas les ressources qu'ils ont à leur disposition pour saisir tout ce qui peut leur paraître intéressant à noter au passage, à quelque titre que ce soit. Nous traiterons cette question en entier dans l'espoir d'être utile au voyageur qui voudra bien profiter de notre modeste expérience et de lui éviter toute incertitude; néanmoins, pour ne pas faire de répétitions, nous renverrons pour la description des appareils ou les parties déjà traitées aux endroits correspondants de cet ouvrage.

636. Tout d'abord nous devons reconnaître que, par suite d'un préjugé assez répandu, on s'imagine que la photographie est chose très aisée, très facile; par suite, on ne se donne pas la peine d'apprendre suffisamment et, au cours du voyage, on se trouve en présence de difficultés qu'on ne sait pas comment vaincre; on commet des erreurs que l'on aurait pu éviter, et finalement on rapporte des documents médiocres, quand encore on en rapporte. Nous tenons à protester contre cette croyance, non pas que la photographie présente des difficultés insurmontables, loin de là, mais encore faut-il l'apprendre quelque peu, d'autant plus qu'en voyage on sera aux prises avec les problèmes les plus divers et sans guide aucun que l'expérience antérieurement acquise. Pour nous résumer, à l'inverse de ce que nous avons constaté nous-même plusieurs fois en recevant des explorateurs qui venaient nous demander des conseils huit jours avant leur départ, il faut s'y prendre à l'avance et se faire la main le plus que l'on pourra.

637. Choix du matériel.

Nous avons vu (88) que tout appareil neuf était susceptible de jouer les premiers temps et d'occasionner par suite des déboires. Pour cette seule raison, l'explorateur devra se munir par avance de son matériel et le faire travailler le plus possible afin de le donner à retoucher, s'il est nécessaire, avant le départ. D'après la nature des travaux qu'il compte faire, d'après les difficultés probables du voyage, d'après le mode de locomotion, il choisira le format le plus convenable. D'une manière générale, l'intérêt du document croît avec le format mais les dimensions du bagage, son poids augmentent également. Les appareils de très petit format seraient évidemment préférables si la dimension des épreuves obtenues n'était réellement trop exiguë. Il ne faut pas d'ailleurs compter plus que de raison sur l'agrandissement ultérieur de ces images microscopiques; ce résultat que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fait entrevoir le marchand et qui est si séduisant à première vue est loin de donner ce qu'on pourrait en espérer. Nous avons du reste traité cette question précédemment (40).

Il faudra tenir compte également du but même du voyage. Si les documents doivent être publiés, il y a intérêt à ne pas descendre en dessous du format 13×18 ou à l'extrême rigueur du 9×12. S'ils ne doivent servir qu'à obtenir des vues pour projection destinées à accompagner le récit de voyage, les formats 9×12, 8×9 ou 8×8 seront parfaitement suffisants. C'est donc au voyageur, en tenant compte des considérations ci-dessus, à choisir le format qui lui paraîtra le plus convenable d'après le but cherché.

638. En général, il emportera avec lui sa provision de plaques ou de pellicules. S'il n'en est pas ainsi et s'il compte la faire ou la renouveler dans le pays même qu'il doit visiter, il devra adopter un format usité dans ce pays sous peine de ne pouvoir trouver des plaques de dimension. Pour éviter ces inconvénients, le Congrès international de Photographie a fixé des dimensions de plaques types que l'on devrait trouver partout. Le 18×24 est pris comme plaque normale, et les dimensions inférieures ou supérieures sont exactement la moitié de la plaque précédente.

Dimensions internationales des plaques photographiques.

6 × 9
9 × 12
12 × 18
18 × 24
24 × 36
36 × 48

En prenant un appareil conforme aux décisions du Congrès, et si ces décisions sont observées dans le pays en question, ce qu'il sera plus prudent de vérifier tout d'abord, on sera assuré de ne pas être pris au dépourvu.

639. Chambre noire. — Les qualités fondamentales de la chambre noire destinée aux voyages lointains sont la légèreté et la réduction de volume. Mais la légèreté ne doit pas être acquise au détriment de la solidité. Les causes d'accidents sont si fréquentes que, pour notre part, nous préférerions un appareil un peu plus lourd mais robuste et susceptible de bien résister.

L'avant de la chambre sera à double décentration (23). L'objectif et l'obturateur devront faire partie intégrante de l'appareil, et l'on donnera la préférence aux chambres qui permettront de les loger dans l'intérieur (Voir fig. 26, 55, 141).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La longueur du soufflet devra être suffisante pour utiliser, si besoin est, un objectif à long foyer ou faire une reproduction à taille égale, le cas échéant (20, 24).

Le verre dépoli devra être adhérent à la chambre noire et porter des divisions graduées (10) qui seront indispensables pour la mise en station et permettront de faire certaines mesures, d'apprécier la taille ou la dimension d'un objet et d'obtenir des reproductions à une échelle déterminée. Si l'on emploie le verre dépoli, il faut en emporter un ou deux de rechange en cas d'accident.

640. Mais le mieux, à notre avis, serait de le remplacer par une matière incassable remplissant le même but. Dans cet ordre d'idées, nous signalons la disposition très pratique donnée par M. d'Assche. Une feuille de celluloïd mat est substituée au verre dépoli, elle est percée sur son pourtour d'une série de petits trous et l'on fixe sur le cadre une série de petits pitons : un fil passant alternativement par les pitons et les trous permet d'obtenir une tension parfaite (fig. 253). Ce dispositif, à notre avis, constitue un progrès sérieux et il devrait être adopté dans tous les appareils de voyage. Il sera bon de graduer la feuille de celluloïd comme nous l'avons indiqué pour le verre dépoli.

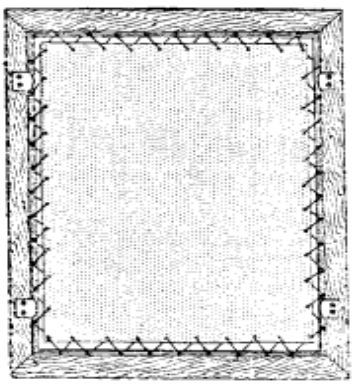


Fig. 253. — Feuille de celluloïd disposée pour remplacer le verre dépoli. (Modèle de M. d'Assche.)

L'utilité de la bascule (11) n'est pas démontrée d'une façon absolue et elle produit une augmentation de poids et de volume qui n'est pas toujours compensée par les services qu'elle ne rend que dans de rares occasions.

En dernier lieu, nous croyons nécessaire de graduer la base de la chambre (47), afin de pouvoir travailler, en cas de rupture de verre dépoli. Dans cette hypothèse, on devra obligatoirement mesurer la distance du modèle à l'appareil en deçà de la limite de l'automatisme (43). La graduation permettra également de faire des épreuves instantanées, l'appareil étant tenu à la main et la distance appréciée à l'œil (42).

641. Modifications à apporter aux appareils destinés aux voyageurs. — On donnera la préférence aux soufflets en peau ou en toile noire, ils devront être d'excellente qualité. L'humidité en effet les altère fréquemment et l'on signale, dans certains pays, des ravages irrémédiables produits par certains insectes. L'emploi

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'un antiseptique puissant les préservera vraisemblablement. Ordinairement le soufflet est simplement collé au cadre d'arrière et à celui d'avant ou à la rondelle tournante si la chambre est à cône tournant. Ce système ne vaut rien, il faut visser ces différentes parties les unes aux autres en interposant un velours qui intercepte toute lumière. Les assemblages de la chambre qui sont également collés ne résisteraient pas surtout dans certains climats, où les alternatives de chaleur et d'humidité sont continuelles, il faut les visser solidement. Le choix du bois à employer n'est pas indifférent, car celui-ci peut être attaqué tout comme le soufflet par certains insectes. Il paraîtrait que le bois de camphrier serait seul à l'abri de ces altérations. On pourrait, à défaut de ce dernier bois, injecter les bois employés de substances antiseptiques.

Toutes les parties métalliques devront être en métal peu oxydable et soigneusement vernies. On emploie en général le laiton ; l'aluminium serait préférable à cause de sa légèreté beaucoup plus grande, mais il ne paraît pas avoir une résistance suffisante et il s'altère de plus facilement à l'air de la mer. Le voyageur ne devra pas oublier d'emporter une petite trousse renfermant les outils et les matières convenables pour faire lui-même les petites réparations qui seraient nécessaires.

642. Choix des châssis. — Le choix des châssis est chose particulièrement délicate, la plupart de ceux-ci ne résistant pas aux alternatives d'humidité et de sécheresse. Les châssis, dont le volet est en carton recouvert de toile imperméabilisée ou en métal, sont préférables faute de mieux : de ce côté, il y aurait certainement des progrès importants à réaliser (29). On mettra à profit les indications que nous avons données à propos du mode de fermeture, du maintien des plaques, du numérotage, etc. (30 à 33).

Les châssis devront toujours être conservés dans des enveloppes de toile imperméable et enfermés dans une boîte solide et fermant à clef. Si l'on préfère aux châssis un magasin (71 à 83) on devra choisir celui dont le mécanisme sera le moins compliqué et le fonctionnement le plus sûr. Rien n'empêche d'ailleurs d'adopter les deux solutions et d'emporter un magasin avec quelques châssis. En effet, un accident arrivé au magasin entraîne l'arrêt complet de tout travail, tandis qu'avec les châssis un ou plusieurs peuvent être mis hors d'usage, sans que le fonctionnement des autres soit arrêté.

643. Choix de l'objectif. — Pour le choix de l'objectif on se reportera à l'étude que nous avons faite précédemment (110, 111). Un objectif aplanétique et un grand angulaire seront indispensables,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le premier pouvant se dédoubler au besoin et donner une image de dimensions doubles. L'emploi du télé-objectif est également à recommander pour opérer à de grandes distances.

Au lieu de ces divers objectifs, on pourra employer une trousse qui donnera encore plus de latitude.

C'est surtout dans le travail à l'extérieur que l'on reconnaît la nécessité d'avoir des objectifs de foyers différents : par suite d'obstacles naturels, le voyageur sera très souvent empêché d'approcher suffisamment de l'objet à reproduire : grâce à la longueur de foyer de tel ou tel objectif ou de telle ou telle combinaison d'une trousse, il pourra en quelque sorte rapprocher ou éloigner son modèle de façon à l'avoir à l'échelle convenable. Si, comme cela est nécessaire, le voyageur reconnaît l'utilité des longs foyers dans certains cas, il devra choisir une chambre possédant un tirage suffisant, car la plupart des appareils du commerce laissent à désirer de ce côté.

Les diaphragmes à vanne devront être proscrits d'une façon absolue car on les perd facilement : il faut employer sans hésitation le diaphragme iris qui est de beaucoup le plus commode et fait corps avec l'objectif (106). Si celui-ci n'est pas logé à l'intérieur de l'appareil pendant le transport, il faudra le renfermer dans une boîte capitonnée et fermant à clef pour le mettre en sûreté.

644. Choix de l'obturateur. — L'emploi de l'obturateur est indispensable pour permettre d'obtenir des épreuves instantanées, il doit faire partie intégrante du bagage du voyageur et, autant que possible, faire corps avec l'objectif et la chambre noire, de façon à diviser le matériel le moins possible. Le lecteur trouvera dans la première partie tous les renseignements voulus pour l'éclairer sur les qualités que doit posséder un appareil de ce genre (115). Nous ferons remarquer seulement que les dispositifs pneumatiques commandant le déclenchement, la poire et le tube de caoutchouc, qui sont ordinairement employés sont très sujets à s'altérer (Voir p. 123) : il en est de même de certains ressorts mal établis ou insuffisamment protégés ou des caoutchoucs dont l'emploi doit être spécialement écarté. Comme sûreté, l'obturateur doit pouvoir se déclencher avec le doigt au moyen d'une poussette métallique qui soulève le levier de départ.

C'est un perfectionnement important qui a été introduit dans les obturateurs Londe et Dessoudeix, à la suite de remarques faites par divers explorateurs. Ce dispositif a du reste été copié depuis par la plupart des constructeurs comme il en est généralement des bonnes idées.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

645. Choix du pied. — L'usage du pied nous paraît indispensable, car la photographie instantanée ne saurait être la règle et, d'après l'heure de la journée, le temps, l'échelle de la reproduction, la nature du sujet (intérieurs), on peut être obligé de poser. Il devra être stable et aussi léger que possible sans cependant sacrifier la stabilité à la légèreté.

En ce qui concerne les explications complémentaires sur le matériel en général, nous renvoyons le lecteur au chapitre Ier (34 à 37).

646. Choix des préparations sensibles.

A l'heure actuelle, étant données les qualités vraiment inappréciables des plaques au gélatino-bromure d'argent, il n'y a pas de doute possible, ce sont ces préparations qui devront être utilisées. Néanmoins comme leur sensibilité est fort variable et que le support adopté n'est pas toujours le même, il s'agit d'étudier ces deux questions au point de vue qui nous occupe.

Le choix de plaques plus ou moins rapides devra tout d'abord être fait d'après le but même que poursuit l'opérateur et, en principe, il ne devra emporter des préparations extra-sensibles que s'il compte faire beaucoup d'épreuves instantanées. En effet, on a remarqué que les plaques au gélatino-bromure d'argent s'altéraient d'autant plus vite qu'elles étaient plus rapides : il ne faudra pas oublier cette observation si le voyage doit être de longue durée (197). D'autre part, le grain de ces plaques est beaucoup plus grossier (176), et elles conviendront moins bien pour des travaux très délicats ou qui devront être soumis à un agrandissement ultérieur. En principe donc, on trouvera avantage à emporter des plaques de sensibilité moyenne qui, du reste, dans les pays où la lumière est plus active que sous nos climats, seront très convenables pour les vues rapides. On aura avec celles-ci plus de sécurité.

Comme support, il est évident que le verre par son poids et sa fragilité est une source d'embarras et de dangers. Aussi en principe serait-il à souhaiter que l'on put l'abandonner complètement pour les préparations pelliculaires qui sont à l'abri de ces critiques. Malheureusement, comme nous l'avons dit (196), la conservation des pellicules, d'une manière générale, paraît être encore inférieure de beaucoup à celle des plaques et certaines préparations s'altèrent même au bout de quelques semaines ou de quelques mois. Nous pourrions citer de nombreux exemples de ces altérations survenues à des voyageurs dont l'habileté opératoire ne pouvait être soupçonnée et qui, ayant une provision mixte de plaques et de pellicules, avaient de bons résultats avec les premières et uniquement des déboires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avec les secondes. Dans ces conditions, nous ne saurions recommander exclusivement l'emploi des pellicules malgré les avantages indiscutables qu'elles présentent au point de vue spécial qui nous occupe. Si l'on veut être sûr du résultat d'un voyage, nous croyons que l'on n'aura cette certitude qu'avec les plaques et encore des accidents sont possibles : avec les pellicules le résultat est plus douteux.

647. Essai des préparations sensibles au point de vue de la durée.

Néanmoins depuis quelque temps on trouve dans le commerce de nouvelles marques de pellicules qui sont peut-être plus stables que les anciennes. L'opérateur devra donc les essayer au préalable au point de vue de la conservation : il en sera de même des plaques. L'essai devra être fait de la manière suivante. On fera successivement à la chambre quelques vues posées et instantanées dont une partie sera développée de suite par les procédés habituels : cet essai permettra de suite de voir si l'échantillon est bon, est d'une rapidité convenable et n'est pas voilé. Les autres pellicules exposées et non développées seront conservées à l'abri de la lumière, les unes dans un endroit sec, les autres dans un endroit humide : de mois en mois, on procédera au développement d'une partie de ces préparations, jusqu'à la limite de temps qui correspond à la durée probable du voyage. Ces essais portant sur des préparations posées et instantanées, conservées dans de bonnes et de mauvaises conditions montreront si la préparation s'est altérée et si l'image latente n'a pas disparu partiellement (197). Pour que cet essai soit concluant, il faut noter le révélateur employé lors des premières expériences et sa durée d'action. On devra toujours développer identiquement dans les mêmes conditions.

Parallèlement, chaque mois, on prendra des pellicules non impressionnées et après les avoir exposées en vue posée et instantanée, on procédera de suite au développement. On verra de suite si la sensibilité de la préparation et sa conservation ont été modifiées par le temps. Telle est la nature des essais qu'un opérateur consciencieux devra faire pour se rendre compte des qualités de conservation d'une pellicule. Les mêmes essais pourront être faits avec avantage pour les plaques, s'il s'agit de voyages de très longue durée (dans ce cas, les essais peuvent être espacés, tous les deux ou trois mois par exemple). A titre d'exemple nous allons résumer ci-après la série des essais à faire pour contrôler la valeur de préparations qui doivent servir pour un voyage de six mois.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

647 *bis*. Essais pratiques permettant de connaître les qualités d'une préparation photographique (plaque ou pellicule) au point de vue de la conservation et des modifications de la sensibilité avant et après l'exposition.

1er janvier. — Début de l'expérience.

1° Exposer 7 plaques (même sujet et même temps de pose). Vue posée. Exposer 7 plaques (même sujet et même temps de pose). Vue instantanée.

Développer de suite une plaque posée et une instantanée. (Noter le révélateur employé, sa température et le temps de développement.) Il est préférable d'employer un bain à formule fixe toujours facile à reconstituer. Cet essai permettra d'apprécier la qualité de la préparation au point de vue de l'absence de voile et de la rapidité.

2° En ce qui concerne les douze préparations impressionnées qui restent et que nous appellerons plaques P (posées) et plaques I (instantanées), nous les mettrons à l'abri de la lumière bien entendu dans deux locaux l'un sec (S) et l'autre humide (H). Cet essai a pour but d'apprécier les variations qui peuvent se produire au bout de périodes de temps égales dans des conditions de conservation bonnes (local S) et mauvaises (local H).

On disposera ainsi les préparations :

DATE.	LOCAL S (SEC).	LOCAL H (HUMIDE).
1er janvier.....	3 plaques P 3 — I	3 plaques P 3 — I

3° Le 1er mars par exemple, si l'on veut faire des essais tous les deux mois, on procédera au développement des plaques suivantes :

1 plaque P S	1 plaque P H
1 — I S	1 — I H

Cet essai montrera s'il s'est produit des modifications dans la rapidité des préparations (dans ce cas, c'est le développement des négatifs instantanés qui laissera à désirer, et pour la même durée d'action du même développement, l'intensité sera plus faible que le 1er janvier). On constatera également si les plaques gardées dans le local humide (H) se sont altérées. S'il y a une diminution de l'image latente, les clichés posés seront moins intenses que ceux du 1er janvier.

4° Il sera nécessaire, à cette même date (mars), d'exposer deux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

clichés (un posé et un instantané) autant que possible dans les mêmes conditions. Cet essai permettra de voir si les préparations non exposées se sont bien conservées.

5° Le 1er mai, il faudra refaire cette même série d'essais.

6° Le 1er juillet. Refaire les mêmes essais.

Il est important que toutes ces plaques fassent partie de la même boîte ou si ce sont des pellicules du même paquet ou du même rouleau. Ordinairement les plaques vendues sous un même numéro font partie d'une même coulée et ont sensiblement les mêmes qualités, mais ceci n'a rien d'absolu et on peut tomber sur une boîte contenant des plaques d'émulsions différentes : cependant ce fait est exceptionnel. Néanmoins, si l'on rencontrait des anomalies quelconques dans les résultats, les essais précédents pourraient mettre en garde l'opérateur.

Étant donné le nombre des plaques indispensable pour faire cet essai d'une manière sérieuse on peut se contenter d'en exposer des fractions de façon à ce que toutes les plaques d'essai fassent partie de la même douzaine ou du même paquet.

En résumé ces essais indiqueront à l'opérateur les qualités des préparations au point de vue pratique (absence de voile et rapidité) et les modifications que le temps peut apporter sur la conservation d'une part, et sur les variations de la sensibilité avant ou après l'exposition, de l'autre.

648. Si la préparation est reconnue d'une bonne conservation et si l'on constate seulement des variations de sensibilité qui sont, nous devons le dire, un fait constant mais d'autant plus prononcé que les plaques sont plus sensibles, il faudra en tenir compte pour régler la durée d'exposition. D'une manière générale on peut poser en principe que l'on doit augmenter la durée de pose, toutes choses étant égales d'ailleurs, d'autant plus que les préparations sont plus anciennes. D'autre part et c'est un fait que nous avons déjà signalé (197), l'image latente paraît s'affaiblir avec le temps et il faudra également poser en principe que la durée de pose devra être augmentée, comme dans le cas précédent, d'autant plus qu'il doit s'écouler plus de temps avant l'opération du développement. Ces deux obligations combinées nous amènent donc à cette conclusion que pour un voyage de longue durée, il faudra augmenter toujours la durée d'exposition soit pour compenser la perte de sensibilité soit pour éviter l'effet de la diminution de l'image latente. Nous arriverons également à cette conviction que l'usage de la photographie instantanée qui exige obligatoirement des durées d'exposition très courtes, comporte plus

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'*aléas* que celui de la photographie posée. Le lecteur devra se pénétrer de ce que nous venons de dire, en faire son profit à l'occasion, mais ne pas s'exagérer la valeur de ces modifications qui, en général peu sensibles, ne prennent une véritable importance que dans les voyages de très longue durée à moins que la préparation, par suite de son état pelliculaire ou de son extrême sensibilité ne présente ces phénomènes dans un laps de temps beaucoup plus court, ce qui sera du reste mis en lumière par les essais que nous avons indiqués il y a un instant.

649. Emballage des plaques. — Quel que soit le support adopté, l'emballage des préparations sensibles avant et après l'exposition est une question primordiale dans l'espèce et importante principalement avec les plaques. D'une manière générale le transport des plaques peut se faire sans grands dangers à la condition qu'elles forment un bloc compact sans jeu aucun dans la boîte qui les enferme et que celle-ci soit suffisamment robuste. L'emballage des plaques tel qu'il est fait dans le commerce ne répond nullement à ces conditions. Les préparations sont séparées deux par deux par des plissés en papier qui les empêchent de venir au contact : d'autre part elles ont toujours un certain jeu dans la boîte en carton qui les contient, celle-ci n'étant pas d'ailleurs suffisamment résistante. Il est donc de toute nécessité de vérifier le calage des plaques dans les boîtes et de renfermer celles-ci dans une caisse en bois capitonnée à l'intérieur de façon à supprimer toute espèce de jeu. Il est prudent de munir cette caisse d'une bonne serrure et de coins en fer pour résister suffisamment pendant les transbordements. Il est bon de diviser sa provision en plusieurs caisses de façon à répartir les risques et à ne pas réaliser un poids trop considérable pour chacune d'elles. Il est certain en effet que plus une caisse est lourde plus elle a de chance d'être maniée brutalement et sans soins, soit sur les chemins de fer, soit sur les bateaux. Cette combinaison est la plus simple et sera généralement suffisante, mais il ne faut pas se dissimuler qu'elle n'offre pas le maximum de sécurité. En effet les plaques ne se touchant pas, un fort choc pourra les briser tandis qu'il y aurait beaucoup moins de chances d'accidents, si elles étaient serrées les unes contre les autres. D'autre part les plissés de papier qui les séparent peuvent glisser et les couches sensibles venant en contact, on constatera des usures de la couche par suite du frottement, usures qui pourront mettre à nu le verre et faire autant de trous.

Nous croyons donc que pour un voyage lointain il faut prendre la peine de sortir les plaques et de refaire l'emballage en les mettant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les unes contre les autres séparées seulement par une feuille mince destinée à empêcher le frottement des couches les unes contre les autres. On profitera de cette opération pour éliminer les plaques qui auraient quelques défauts trop importants, tels que des trous ou des manques (187). Ce mode d'emballage aura d'autre part l'avantage de diminuer le volume de la provision, car il sera possible dans une boîte ordinaire de faire tenir 15 ou 16 plaques au lieu de 12.

650. Mais alors se pose une question importante, quelle substance devra-t-on employer pour séparer les couches. Il faut éviter d'une manière absolue les papiers blancs ou clairs qui pourraient provoquer une réduction par suite du phénomène de l'emmagasinement de la lumière. Les papiers imprimés sont également d'un usage déplorable, l'encre agissant sur la couche. Il est préférable de prendre des papiers soit noirs soit de couleur anti-actinique ; néanmoins certains de ceux-ci réduisent encore énergiquement la couche à cause des produits chlorés ou de l'hyposulfite de soude qui ont été employés lors de leur fabrication. D'après nos expériences le papier dit papier aiguille, employé par les couteliers, serait le plus convenable. On a proposé également le papier d'étain et le papier paraffiné. Quoique ces substances paraissent à recommander il serait nécessaire de faire quelques expériences et en tous cas de paraffiner un papier foncé et non blanc comme celui que l'on emploie généralement.

651. En dernier lieu, pour opérer dans certains climats particulièrement humides, il est bon de mettre les plaques dans des boîtes en fer-blanc soudées de façon à les préserver de la façon la plus complète. Il faudra emporter ce qui est nécessaire pour refaire les soudures après emploi.

652. Emballage des pellicules. — Celui-ci sera beaucoup plus simple que celui des plaques, le bris n'étant pas à craindre. On les laissera donc dans leurs enveloppes et il suffira de les renfermer dans des boîtes ou étuis en fer-blanc.

D'après ce qui vient d'être dit, on voit que la photographie en voyage se présente dans des conditions particulières qui nécessitent amplement les explications précédentes. Voyons maintenant les opérations sur le terrain qui, elles aussi, amèneront quelques modifications.

653. Chargement des châssis. — Puisque nous opérons loin du laboratoire il faudra s'ingénier pour pouvoir charger et décharger les châssis dans les conditions voulues, c'est-à-dire dans l'obscurité complète. On a fait dans cet ordre d'idées des laboratoires portatifs qui, une fois déployés, permettent à l'opérateur, avec plus ou moins de commodité du reste, de faire les manipulations

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nécessaires soit pour le chargement des châssis soit même pour le développement des plaques. Mais ces dispositifs sont naturellement encombrants et d'un certain poids et ils ne nous paraissent guère destinés à faire partie du bagage du voyageur, d'autant plus que le chargement des plaques peut s'effectuer beaucoup plus simplement.

On emploie, comme nous l'avons fait pour notre usage particulier, une enveloppe imperméable à la lumière qui est disposée de façon à recouvrir le pied de l'appareil déployé. L'opérateur s'asseoit par terre, sous cette espèce de tente dont les parties inférieures sont laissées avec intention assez longues de façon à ce que l'on puisse les immobiliser avec des pierres. Ce dispositif est très commode.

Un autre, qui est surtout indiqué avec les appareils de petit format, est constitué par un sac en étoffe imperméable à la lumière et percé de deux ouvertures garnies de bracelets en caoutchouc. On place dans ce manchon les châssis ou le magasin puis la boite de plaques de rechange. On engage alors ses deux bras dans les ouvertures et, avec un peu d'habitude, on arrive à faire les substitutions nécessaires.

Ces dispositifs seront utiles si, pour une raison ou une autre, il faut renouveler sa provision en plein jour ou lorsque le voyageur est obligé de camper en plein air la nuit; le changement des plaques ne peut, en effet, être fait sans inconvénients que par des nuits absolument sombres. Du reste, le voyageur a généralement une tente ou au moins une bonne couverture sous laquelle il devra s'abriter.

Mais le plus souvent le changement de plaques sera fait le soir dans un abri quelconque que nous supposons suffisamment obscur. S'il n'en est pas ainsi on s'ingéniera pour boucher toutes les ouvertures susceptibles de laisser pénétrer la lumière extérieure. Il est bon à cet effet de se munir de papier noir et de punaises qui serviront à fixer ce dernier. Cet abri constituera un laboratoire provisoire dans lequel, avec un éclairage convenable, on pourra changer les plaques et même les développer.

634. Ceci nous amène à parler de la lanterne de voyage qui est un accessoire paraissant indispensable *à priori*. Le choix de cette lanterne est assez délicat car il faut qu'elle soit peu encombrante, résistante et commode d'entretien. Elle doit, d'autre part, être garnie d'un verre rouge convenablement choisi (304, 305). La qualité du verre doit être irréprochable car, à cause des petites dimensions

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de la lanterne et de la faiblesse de la source éclairante, il est nécessaire de travailler à très courte distance pour y voir tant soit peu.

C'est du reste là, nous devons le reconnaître, le principal défaut de ces lanternes qui produisent souvent des voiles. Comme source éclairante, on donnera la préférence à la bougie ou encore on emploiera le système à la paraffine de M. Decoudun. La lanterne de ce constructeur est du reste une des mieux comprises (fig. 255). Nous citerons également un modèle de lampe triangulaire démontable qui est précieux à cause de son faible volume. Cette lampe est garnie d'étoffes colorées qui évitent tout accident mais la valeur de ces toiles nous paraît suspecte au point de vue de l'actinisme (fig. 256). On devra les essayer (305) et les remplacer au besoin par de bons verres rouges. Pour éviter l'emploi des verres, on a proposé la gélatine colorée seule ou englobée dans un réseau de fil de fer pour lui donner de la consistance, les papiers teintés à la chrysoïdine ; ces substances pourront être avantageusement employées après essai au point de vue de l'actinisme. Si l'on préfère le verre coloré, on en prendra 2 ou 3 de rechange. L'usage de la lanterne, précieux dans certains cas, devient une gêne sérieuse s'il

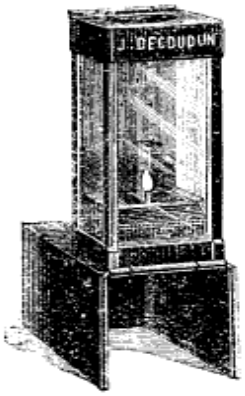


Fig. 255. — Lanterne à paraffine de M. Decoudun.

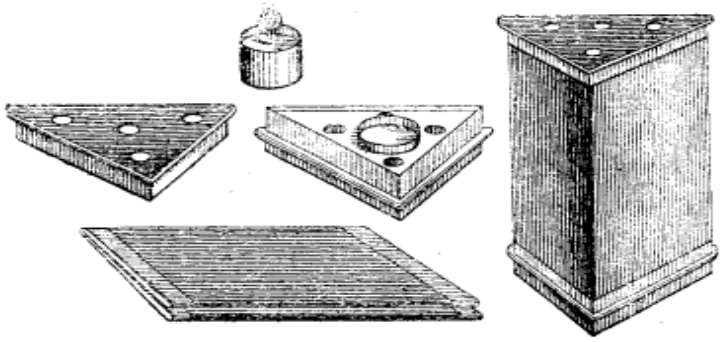


Fig. 256. — Lanterne triangulaire pliante.

faut faire les changements de plaques dans des locaux de dimensions réduites ou sous la tente. Pour notre part, dans notre voyage au Canada, nous avons très vite renoncé à son emploi et pris l'habitude de charger et de décharger les châssis dans l'obscurité complète. Nous nous sommes parfaitement trouvés de cette manière de faire qui simplifie le matériel et évite toutes les chances possibles de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

voiles. Rien n'est plus simple avec un peu d'habitude que de faire cette opération, le toucher avec le doigt indiquant parfaitement le côté de la couche.

635. Exposition. — Ici nous renvoyons le lecteur aux chapitres V et VI de la première partie, dans lesquels nous avons traité complètement la question. Il ne faudra pas oublier les remarques que nous avons faites à propos des variations de la pose d'après l'âge des plaques et le temps qui doit s'écouler entre l'exposition et le développement.

636. Le voyageur devra tenir un carnet spécial sur lequel il consignera les divers renseignements correspondant à chaque négatif, dans le but de pouvoir conduire convenablement le développement, suivant la durée d'exposition donnée, et de connaître exactement le sujet représenté.

A titre d'exemple, nous donnons un extrait du carnet que nous avons tenu lors de notre voyage au Canada :

DATE.	NUMÉRO du châssis.	NUMÉRO d'ordre.	POSE.	TEMPS.	HEURE.	DIAPHRAGME.	SUJET.
7 sept.	1	55	1"	Soleil caché.	11 h.	*f*/15	Palais d'Ottawa.
—	2	56	0,5	Soleil.	12 h.	*f*/15	Id. Aile droite.
—	3	57	10m	Beau temps.	2 h.	*f*/20	Id. Intérieur. Bibliothèque.
—	4	58	Instantanée. Vit. 1.	Soleil.	2h.30	*f*/12	Groupe. Excursionnistes.
8 sept.	1	59	Instantanée. Vit. 7.	Soleil.	10 h.	*f*/15	La chaudière Ottawa.
—	2	60	Id.	Id.	—	—	—
9 sept.	1	61	5m	Beau temps.	1 h.	*f*/20	Intérieur. Scierie Ottawa.

637. Il est indispensable de porter sur le carnet le numéro du châssis et d'inscrire sur la plaque elle-même, au moment de sa sortie du châssis, le numéro d'ordre correspondant. Le procédé le plus simple et le plus sûr consiste à inscrire ce numéro au crayon dans un angle. Avec un peu d'habitude, cette opération se fait facilement dans l'obscurité en entr'ouvant légèrement le volet du châssis. Une fois toutes les plaques numérotées, on peut procéder à leur enlèvement, la marque inscrite au crayon persistant même après le développement.

638. Développement. — En principe, cette opération ne pourra

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que rarement être exécutée d'une façon satisfaisante; cependant, dans certaines localités et en cas de séjour de quelque durée, le voyageur pourra faire une installation sommaire que nous allons étudier en précisant les difficultés et les accidents qui peuvent survenir ainsi que les moyens d'y remédier. Dans cette prévision, une caisse spéciale sera affectée au matériel nécessaire, cuvettes et produits photographiques, et emballée avec le soin voulu. D'une manière générale, on évitera les cuvettes de verre ou de porcelaine trop fragiles et l'on prendra des cuvettes en carton verni. On a proposé également les cuvettes en gutta-percha, en celluloïd ou en aluminium; néanmoins, l'emploi de ce métal ne paraît pas à recommander avec les bains très alcalins.

659. Comme produits, il s'agira de donner la préférence à ceux qui sont les moins sujets à s'altérer et qui présenteront le volume et le poids les plus faibles. Les produits stables seront renfermés dans des fioles enfermées dans des étuis de fer blanc; ceux qui peuvent s'altérer sous l'influence de l'humidité seront contenus dans des ampoules de verre ou des tubes fermés à la lampe. On multipliera le nombre de ces récipients de façon à avoir dans chacun d'eux la quantité nécessaire pour le travail d'une journée, par exemple.

Suivant ses préférences, l'opérateur emportera son révélateur habituel; celui à l'acide pyrogallique, en particulier, est des plus à recommander à cause de sa souplesse.

On pourra emporter également avec fruit des révélateurs à formule définie dont les divers constituants sont pesés d'avance et enfermés dans des boîtes métalliques ou des tubes de verre; il n'y aura qu'à les dissoudre au moment de l'emploi. Les révélateurs de M. Mercier, ceux préparés par la Compagnie des produits antiseptiques et particulièrement celui au métol, peuvent être conseillés.

Pour le mode opératoire avec ces bains à formule fixe, nous renvoyons à ce qui a été dit dans la première partie.

Comme fixateur, on donnera la préférence à l'hyposulfite de soude dont on fera sur place des solutions additionnées de bisulfite de soude pour pouvoir conserver le bain pendant un certain temps et éviter d'en faire un neuf à chaque instant.

660. Les difficultés que l'on rencontrera tiendront d'abord à la température qui, dans certains pays, rend particulièrement délicate l'opération du développement. En effet, la gélatine se ramollit, se soulève, quelquefois même elle fond entièrement. Il sera donc tout indiqué de choisir au préalable des plaques faites avec de la gélatine dure et non de la tendre; il peut même être nécessaire de prendre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des plaques spécialement faites pour le travail dans les pays chauds. Les Anglais, particulièrement pratiques, préparent depuis longtemps des « Tropical plates » qui peuvent se développer parfaitement dans les pays chauds. On devra d'ailleurs prendre toutes les précautions connues pour parer à ces accidents (refroidissement des bains, si possible, au moyen de la glace, passage sur les bords d'une couche grasse (vaseline ou graisse) pour éviter les soulèvements). On doit se munir d'alun et faire usage de ce produit pour durcir la gélatine. Il est recommandé de ne pas trop prolonger les lavages, le ramollissement de la couche s'accentuant avec l'augmentation du séjour dans les divers liquides. Le séchage doit être également fait rapidement, car on signale pendant cette période des opérations, des accidents également très graves, coulures de la gélatine, taches produites par des petites moisissures qui envahissent la couche. Pour faciliter le séchage, on se servira d'alcool, si l'on peut.

661. Comme on le voit, de nombreux accidents sont à craindre et la multiplicité des opérations nécessaires implique une certaine réserve de produits. On peut néanmoins se contenter de développer le cliché puis après lavage sommaire, de le passer dans un bain d'acide citrique :

Eau	100 cc.
Acide citrique	3 gr.

Après un séjour de trois minutes la plaque est devenue absolument insensible aux rayons lumineux, on lave quelques instants et l'on met sécher, le restant des opérations s'effectuant au retour. Avec un peu d'habitude on juge parfaitement de la valeur du négatif.

662. Si des climats chauds nous passons dans les climats froids, nous n'aurons plus les accidents précédents, mais par contre, faute d'eau, il sera souvent impossible de faire le développement et surtout les lavages dont l'importance est capitale comme on sait (345). D'une part l'abaissement de la température a un effet indiscutable sur la sensibilité des plaques, plus elle est basse, plus il faut augmenter la pose ; de l'autre le développement se fait d'autant plus mal que la température des bains diminue (212). Il faudra donc tenir compte de ces observations pour déterminer la durée d'exposition suivant la température.

En résumé, le développement en cours de route est une opération des plus délicates et des plus chanceuses que nous ne conseillerons jamais d'effectuer d'une manière régulière. Nous sommes persuadés qu'il y a plus d'avantages à attendre le retour.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Néanmoins, les conditions d'actinisme de la lumière étant fort variables, il est bon, surtout au début d'un voyage, de contrôler son temps de pose en développant quelques clichés faits en double intentionnellement. Dans ce cas avec une cuvette, quelques tubes d'un révélateur tout préparé et un peu d'acide citrique, on sera outillé pour développer et étudier au jour le résultat.

663. Emballage des plaques au retour. — Les plaques développées seront mises dos à dos par deux et séparées par des feuilles de papier quelconque pourvu qu'elles soient bien sèches : les feuilles imprimées devront être cependant écartées d'une façon absolue. Elles seront enveloppées d'un fort papier et remises dans les boîtes de carton. Le même dispositif sera employé pour les plaques non développées, mais elles seront séparées par les mêmes papiers employés au départ. Les boîtes de carton seront entourées d'une bande de papier collé et renfermées dans les boîtes en fer blanc, qui seront soudées de nouveau si possible, ou fermées avec une bande de diachylon ou un bracelet de caoutchouc.

664. Au retour le développement sera effectué en consultant au préalable les notes concernant chaque plaque. On sait en effet qu'un cliché posé ne doit pas être développé comme un cliché instantané et réciproquement. Il est certain que, dans l'espèce, le développement à l'acide pyrogallique sera le plus sûr, et c'est à lui incontestablement que l'on devra donner la préférence. C'est du reste un révélateur avec lequel l'opérateur peut mener à bien des clichés sur lesquels il n'a aucun renseignement concernant les conditions d'exposition. Nous en avons fait la preuve en développant 80 clichés qui avaient été exécutés, pendant la campagne des Anglais contre Arabi Pacha, par M. Baudrais et 450 qui constituent la belle collection rapportée de l'Inde par le Dr Le Bon. Étant donné notre ignorance complète des temps de pose pour chaque cliché, nous mettons en fait que jamais un développateur automatique comme ceux que l'on emploie aujourd'hui n'eût permis ce résultat.

DE L'UTILITÉ DE LA PHOTOGRAPHIE DANS LES VOYAGES.

665. Maintenant que nous avons terminé avec la partie technique et opératoire de la photographie en voyage, il nous paraît nécessaire de passer rapidement en revue les services spéciaux qu'elle peut rendre dans les mains du voyageur bien outillé et consciencieux.

Avant la photographie, nous ne connaissions les pays lointains que par les récits des voyageurs et par quelques rares croquis rap-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

portés par quelques-uns d'entre eux. Nous avons déjà discuté de la valeur de ces documents qui, intéressants au point de vue artistique, manquent de la précision nécessaire (631 à 633). Nous n'insisterons pas sur les descriptions reposant uniquement sur la mémoire plus ou moins fidèle de l'explorateur. Qu'il nous suffise de dire que dans les sciences géographiques, le document n'a de véritable valeur que s'il est l'image fidèle et indiscutable de l'endroit relevé. Or seule la photographie peut nous donner cette précision et depuis que l'appareil a parcouru le monde entier, il est certain que les connaissances générales de la surface du globe sont infiniment plus exactes qu'auparavant. C'est d'ailleurs ce qui explique maintenant la nécessité pour le voyageur, l'explorateur, de comprendre l'appareil de photographie comme le complément sinon comme la partie la plus importante de leur bagage (1).

666. Vues d'ensemble. — Le voyageur aura à relever les vues principales donnant l'aspect général de la région explorée. Ces épreuves devront, suivant les cas, être faites avec le rectilinéaire ou le grand angulaire, le premier dans les pays de plaine afin d'avoir quelques-uns des rares détails à une échelle suffisante, le second dans les pays accidentés, afin d'embrasser dans leur ensemble les pics très élevés ou les chaînes de montagne s'étendant à l'horizon.

667. Vues de détails. — Ici pas de règles, le voyageur notera les parties qui lui paraissent présenter un intérêt particulier à quelque point de vue que ce soit, et d'après la distance, l'importance du sujet principal, il adoptera l'objectif du foyer le plus convenable. En principe, il doit photographier ce qui lui paraît typique, curiosités naturelles, rochers, cascades, bords de rivière, bois, cultures, etc.

668. Dans ces divers cas, il sera bon de placer à côté du sujet reproduit un personnage destiné à donner l'échelle ou une mesure métrique. En grande partie la valeur des documents photographiques dépend de l'indication, par un procédé quelconque, de l'échelle de réduction : il ne faudra jamais oublier ce point particulier. En effet, on peut, par le fait de la distance à laquelle on se place ou par le choix de l'objectif, faire qu'un objet de dimensions considérables paraîtra petit, tandis qu'un autre beaucoup plus modeste aura l'air gigantesque si l'on opère de très près. Avec

(1) Notre opinion qui est basée sur la nature des divers documents que la photographie permet de recueillir, sur l'intérêt des collections rapportées depuis quelques années par des voyageurs célèbres, n'est pas encore admise dans les centres officiels. C'est ainsi que dans le programme des conférences pratiques qui sont faites tous les ans au Muséum d'Histoire naturelle aux voyageurs et aux explorateurs, on peut constater que la photographie n'y figure aucunement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'indication de l'échelle obtenue par la présence d'un personnage ou d'une division métrique placés convenablement pour ne pas déparer l'ensemble, la photographie donnera une idée exacte des objets représentés.

Tout en faisant de la photographie documentaire, il ne faudra pas oublier les règles générales dictées par le bon goût : on devra autant que possible placer dans les épreuves faites dans les pays exotiques des indigènes qui par leur présence non seulement donnent la proportion mais complètent l'effet général. Mettre des dames en robe de soie et portant des ombrelles, des hommes en chapeau haute forme comme nous en avons vu sur des épreuves des pyramides d'Égypte ou des chutes du Niagara, sont des non-sens que l'on doit éviter par-dessus tout.

669. Monuments. — Certains pays sont particulièrement riches en monuments et il y aura intérêt non seulement à reproduire les vues d'ensemble de ceux-ci, mais encore les détails d'architecture, les sculptures, les inscriptions qu'ils peuvent renfermer. Les objectifs de différents foyers seront utilisés tour à tour : on ne devra jamais oublier l'apposition d'une mesure métrique qui permettra au retour de faire des mensurations de précision. C'est par cette méthode que le Dr Le Bon a pu faire de nombreux relevés très précis sur les monuments de l'Inde. Nous aurons du reste à revenir sur cette application toute spéciale dans un des chapitres suivants (chapitre XII).

En ce qui concerne les motifs d'architecture, les sculptures il faudra employer de préférence l'éclairage oblique et même le jour frisant pour les inscriptions.

On aura aussi occasion de reproduire des intérieurs et l'on rencontrera dans cette hypothèse les difficultés spéciales à ce genre de travail (283). En cas de lumière insuffisante, on aura recours aux lumières artificielles.

670. Indigènes. — Les photographies d'habitants de pays lointains ou inconnus sont particulièrement intéressantes car elles donnent des renseignements fidèles sur leur conformation, leur type particulier et accessoirement sur leur costume, leur coiffure, leurs habitudes spéciales. Autrefois le dessinateur pour représenter un Peau-rouge se contentait de peindre en ocre un type quelconque qui n'avait rien de sauvage, le même type peint en noir représentait un Nègre. Ce mode de représentation ne serait plus admis à l'heure présente ; en dehors de la coloration de la peau, les diverses races répandues sur le globe présentent une conformation géné-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rale différente, un facies spécial que la photographie rendra avec la plus grande précision. Et à ce point de vue particulier, il serait nécessaire de voir adopter par les voyageurs des échelles de reproduction déterminées pour la photographie des indigènes, ces épreuves étant prises de face et de profil : de tels documents seraient très précieux au point de vue de l'anthropologie et l'on pourrait s'inspirer avec profit des méthodes employées par M. Bertillon dans le service d'identification judiciaire à la préfecture de police de Paris (752). En dehors de ces documents qui devront être pris à tête reposée si la chose est possible, il sera très intéressant de saisir les indigènes dans leurs diverses occupations, de façon à récolter des notes vraies sur leur façon de vivre et de travailler, leurs jeux, leurs danses, etc. Si leurs armes, leurs instruments de travail, leurs bijoux, leurs vêtements présentent des particularités à conserver, on ne manquera pas de faire quelques clichés à grande échelle, en plaçant à côté une échelle métrique.

671. On devra reproduire également les divers animaux domestiques qui offrent un intérêt quelconque et dont souvent nous n'avons en Europe que des spécimens empaillés d'une façon plus ou moins fantaisiste. Il en sera de même des animaux sauvages si le hasard permet de les saisir.

672. Nous nous arrêterons dans cette nomenclature des sujets que la photographie nous permet de reproduire : la liste en est déjà longue mais ce n'est pas tout grâce aux appareils instantanés, il n'est même plus besoin de s'arrêter pour opérer. D'un train en marche, à bord d'un steamer, d'une embarcation, on peut obtenir des résultats très satisfaisants, de ce côté la photographie nous a donné un champ d'études tout nouveau à explorer. Dans notre voyage en Amérique, nous avons pu reproduire pendant une tempête les grandes vagues de l'Atlantique déchaîné, les rapides du Saint-Laurent au travers desquels le bateau passe comme une flèche puis tous les paysages ravissants de cet endroit délicieux qu'on nomme les Mille-Iles. De ce côté, c'est une conquête nouvelle à l'acquit de notre science et une ressource d'une valeur indiscutable pour le voyageur qui peut noter en passant tout ce qui le séduit ou l'intéresse.

APPLICATIONS DE LA PHOTOGRAPHIE AUX ARTS INDUSTRIELS ET AUX BEAUX-ARTS.

673. Lorsqu'il s'agit de reproduire les chefs-d'œuvre de l'art

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

humain dans une branche quelconque, c'est encore à la photographie que l'on devra s'adresser, car elle donnera le plus rapidement et le plus exactement des fac-similés, des copies absolument rigoureuses, sans compter qu'elle en permet la multiplication facile et peu coûteuse. A ce point de vue, elle a un double avantage, celui de nous donner des copies au sens exact du mot et non pas des interprétations et de mettre celles-ci pour ainsi dire à la portée de tous. Elle a par suite contribué à diffuser dans les masses la connaissance des œuvres d'art dont chacun peut posséder des copies et les étudier à l'aise. Les maisons Goupil, Braun et d'autres, bien connues par leurs belles reproductions des tableaux, des sculptures, des œuvres d'art, des richesses accumulées dans nos musées, ont eu une part importante dans cette divulgation qui est d'un si haut prix au point de vue de l'instruction et du développement artistique.

Les procédés mis en œuvre ressortent directement des procédés photo-mécaniques que nous avons traités précédemment et nous ne nous y arrêterons pas davantage (chapitre IX).

Nous avons terminé la revue des cas variés dans lesquels la photographie a pour principale qualité de nous donner le document vrai sans interprétation aucune. L'illustration d'ouvrages spéciaux, avec l'appui de ces documents, sera évidemment d'un intérêt considérable. Les livres de science, de médecine, les récits de voyages, les albums d'art industriel ou les reproductions des chefs-d'œuvre de la sculpture ou de la peinture, en sont la preuve manifeste. Mais ce n'est pas tout; la photographie instantanée nous permet de récolter des documents pour ainsi dire vivants sur les faits les plus divers qui se passent journellement. Ces documents, qui gardent la trace ineffaçable d'une grande cérémonie, d'un événement important, ont, dès à présent, une valeur inestimable car elles ajoutent le document vu au document écrit; d'ailleurs leur prix augmentera avec le temps et l'histoire pourra, par la suite, trouver sur notre époque des documents d'une précision inconnue jusqu'à présent. Tout le monde a encore présentes à la mémoire les funérailles grandioses faites à Victor Hugo, au président Carnot, les belles fêtes qui ont accompagné l'arrivée des Russes en France. Grâce à la photographie, l'image fidèle de tous ces événements est conservée pour la postérité.

Enfin, en dernier lieu, la photographie, qui a déjà supplanté dans une certaine mesure le graveur, tend à remplacer le dessinateur en tant que composition. Certains romans, certaines nouvelles, sont publiés avec des illustrations inspirées d'après le texte de l'auteur: jusqu'à ce jour, l'artiste était chargé de ce travail, des essais récents

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

viennent de prouver que l'appareil photographique peut lui aussi réaliser la pensée de l'auteur et, par des compositions habilement faites et non moins bien reproduites, venir prendre une place qui lui semblait à jamais interdite. Que l'on parcoure certains ouvrages de Gervais Courtellemont et les artistiques publications de M. Magron, on aura la conviction qu'une voie nouvelle, et certes des plus belles, s'ouvre pour nous. C'est alors que, devant cette universalité de la photographie, en face de ces documents intéressant toutes les branches de nos connaissances, dont beaucoup malheureusement ne sont utiles qu'à leurs auteurs et perdus pour le plus grand nombre, l'idée est venue de constituer un musée dans lequel on recueillerait ces documents, où ils seraient classés et pourraient être consultés par les intéressés. Nous ne pouvons que déclarer cette idée excellente, et tout l'honneur en revient à notre collègue, M. Léon Vidal, qui a toujours été à la tête des projets pouvant montrer le rôle si grand et si utile de la photographie, non seulement pour le temps présent mais surtout pour le temps futur (1).

(1) Le siège social du musée des Photographies documentaires est au cercle de la Librairie, boulevard Saint-Germain. Nous ne saurions trop engager ceux de nos lecteurs qui auraient des épreuves présentant une valeur au point de vue documentaire, à en faire hommage à ce Musée qui en peu d'années sera des plus intéressants et des plus importants.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XII

MÉTROPHOTOGRAPHIE

I

APPLICATIONS DE LA PHOTOGRAPHIE A LA TOPOGRAPHIE ET AU LEVER DES PLANS

674. Depuis les perfectionnements réalisés dans la fabrication des préparations photographiques à l'état sec, les opérations concernant le lever des plans et la topographie, à l'aide de la photographie, ont été de beaucoup facilitées et, quoique les méthodes employées aient été indiquées depuis longtemps, la question est toute d'actualité car depuis quelques années nombre d'appareils ont été présentés pour résoudre le problème. Parmi ceux qui se sont le plus occupé de la métrophotographie, il convient de signaler notre savant collègue, M. le colonel Laussedat, l'éminent directeur du Conservatoire national des Arts et Métiers qui, dès 1854, faisait les premiers essais à l'aide de la photographie pour obtenir des relevés de terrain.

M. Laussedat reconnut que, dans une épreuve photographique prise dans la chambre noire, tous les points du terrain peuvent être réunis à leurs images respectives à l'aide de leurs axes secondaires ; ces axes sont des droites que l'on connaît en grandeur et en direction ; en effet, elles passent toutes par un même point (point nodal d'émergence de l'objectif ou centre optique) ; les divers points de l'image constituent pour chacune de ces droites le second point qui les détermine.

Il suffit donc, pour construire toutes ces droites, de connaître : 1° la distance focale absolue de l'objectif ; 2° de joindre le centre optique à chacun des points de la vue. En répétant cette construction pour une seconde épreuve photographique du même terrain, mais prise d'un autre point de vue, il est clair que si cette seconde

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

épreuve est exactement orientée par rapport à la première, les intersections des droites de la première épreuve avec les droites homologues de la seconde donneront des points d'intersection dont l'ensemble constituera un plan en relief du terrain. De là, il est aisé de passer à la construction du plan du terrain; il suffit de connaître non la direction des axes secondaires relatifs à chacun des points mais seulement la projection horizontale de ces axes secondaires. Plaçons nos photographies verticalement, imaginons un plan horizontal passant par l'axe de l'objectif, il laissera sur l'épreuve une droite qui sera la ligne d'horizon. Projetons perpendiculairement sur cette droite tous les points de l'épreuve, traçons par le pied de ces perpendiculaires et par le centre optique des droites indéfinies, ces droites ne seront autres que les projections des axes secondaires.

Cette construction peut se répéter pour une deuxième épreuve orientée par rapport à la première; si nous faisons coïncider les deux plans horizontaux, les intersections des projections homologues formeront le plan qu'il s'agissait d'obtenir.

On peut obtenir aussi les cotes de niveau, car pour chaque hauteur au-dessus et au-dessous du plan horizontal passant par l'axe de l'objectif, nous avons deux triangles rectangles semblables dont tous les éléments sont déterminables, savoir : pour le premier, la hauteur de l'image de l'objet mesurée sur la photographie, à partir de la ligne d'horizon, et la distance horizontale de l'image au centre optique ; pour le second triangle, on connaît la projection horizontale du rayon visuel dirigé du point de station vers l'objet à mesurer, donnée qui est fournie par le plan. On peut donc calculer la cote en question et par suite établir les courbes de niveau.

Telle est en substance la méthode de M. Laussedat qui, employée par lui et M. Javary, a permis de faire de nombreux relevés.

675. Les conditions à remplir pour qu'un appareil photographique soit susceptible d'être utilisé convenablement en métrophotographie sont les suivantes : la chambre doit être rigide et absolument indéformable; la distance focale doit être invariable ; la surface sensible doit être rigoureusement verticale et la ligne d'horizon doit y être portée au moyen de deux repères qui s'impriment au moment de la pose. Deux autres points, destinés à donner la trace du plan principal et par suite le point principal, seront obtenus de même. La chambre doit être montée sur un trépied à vis calantes, de façon à la placer dans le plan horizontal avec la plus grande précision. Le pied devra être robuste et présenter une stabilité complète.

M. Laussedat complète l'appareil au moyen d'une petite lunette

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fixée latéralement. Cette lunette est munie d'un réticule et d'un micromètre; son axe optique est habituellement parallèle à celui de l'objectif, mais elle est également mobile autour de l'axe horizontal d'un éclimètre qui permet de faire des visées plus ou moins inclinées sur des objets situés en dessus ou en dessous de la ligne d'horizon.

En dernier lieu, un niveau à bulle d'air monté sur la lunette permet de faire les rectifications nécessaires pour la mise en station. On mesure les mouvements de la chambre autour de l'axe vertical, sur un cercle horizontal fixé au trépied métallique, au moyen d'un cercle alidade porté par le bâti de la chambre.

Si l'on est obligé de décentrer l'objectif, on mesure la hauteur dont il a fallu le déplacer (en pays de montagne, par exemple) au moyen d'une règle divisée placée à côté de la planchette d'objectif. On sait ainsi, en sens inverse, de combien il faut élever ou abaisser la ligne d'horizon. On prend de chaque station le nombre de vues nécessaires, de façon que sur chaque négatif on retrouve une portion du sujet voisin. On peut ainsi faire les raccordements voulus.

676. En dehors de l'appareil si bien compris du colonel Laussedat et d'appareils étrangers qui n'en diffèrent que par la complication des dispositions adoptées, il convient de citer le modèle proposé par M. le commandant Legros lequel, par sa simplicité, est destiné à rendre de nombreux services. Dans cette question de la métrophotographie qui est si intéressante mais très spéciale, il nous est difficile de nous étendre sous peine d'être obligé d'entrer dans des détails opératoires et des explications théoriques qui sortiraient du cadre de cet ouvrage. Le mieux que nous ayons à faire est de renvoyer aux travaux originaux du colonel Laussedat et à divers ouvrages spéciaux sur la matière (1).

On trouvera dans ces divers ouvrages tous les renseignements utiles pour exécuter les constructions nécessaires, en prenant comme bases les épreuves photographiques obtenues.

677. Les appareils panoramiques dont nous allons parler dans un instant et qui permettent d'embrasser une plus ou moins grande partie de l'horizon, ou même le tour d'horizon complet peuvent être également employés pour la métrophotographie. C'est ainsi que M. Moëssard, inventeur du cylindrographe, et M. Da-

(1) A. Laussedat, *L'Iconométrie et la Métrophotographie*. Conférences du Conservatoire National des Arts et Métiers. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1893. — Ch. Legros, *Éléments de photogrammétrie* et *Description et usage d'un appareil élémentaire de photogrammétrie*. Paris, Société d'éditions scientifiques.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

moizeau, inventeur du cyclographe, construisent des modèles spéciaux munis des dispositifs nécessaires et dont on trouvera la description dans les ouvrages suivants (1).

II

APPLICATION DE LA PHOTOGRAPHIE AUX MENSURATIONS

678. Les applications à la topographie et au lever des plans dont nous venons de parler sont tout à fait spéciales et ne sont pas du domaine de la plupart de nos lecteurs, aussi croyons-nous préférable d'étudier plus particulièrement les procédés simples qui leur permettront, sans changer le caractère artistique ou documentaire de leurs photographies, de pouvoir les employer pour effectuer certains relevés, diverses mensurations dont la valeur est indéniable dans de nombreuses hypothèses.

Notre excellent ami le Dr G. Le Bon s'est particulièrement occupé de cette question qui intéresse à un haut point les voyageurs, les architectes, les ingénieurs, et il a montré l'excellence de la méthode qu'il a proposée et qui lui a donné les meilleurs résultats dans son voyage dans l'Inde. En dehors de la complexité qui peut exister dans le sujet à reproduire, hypothèse dans laquelle d'ailleurs la photographie donne les résultats les plus complets, il est certains relevés, certaines mensurations que l'on ne saurait effectuer directement, parce qu'on ne peut s'approcher suffisamment ou que l'élévation du modèle s'y oppose. Trouver le moyen, sur une photographie unique, de pouvoir reconstituer les dimensions d'un monument par exemple n'est pas un problème de médiocre importance : il peut être cependant résolu simplement au moyen de quelques additions au matériel courant. A ce titre la méthode du Dr Le Bon est particulièrement intéressante.

679. Les modifications à apporter au matériel courant sont les suivantes : 1° Emploi d'une tête de pied à calotte sphérique (37); 2° Usage d'un niveau d'eau sphérique (99); 3° Division du verre dépoli (10); 4° Graduation de la planchette d'avant dans les deux sens, permettant de mesurer de quelle quantité l'objectif est décentré par rapport à l'axe optique; 5° Graduation de la base de la chambre (47). L'auteur recommande enfin l'emploi d'une boussole qui peut être

(1) Lt-Cl Moëssard, *La photographie panoramique*. Conférences du Conservatoire National des Arts et Métiers. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1893. — J. Damoizeau, *La photographie panoramique*. La Nature. 1891, I, p. 102.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

encastrée dans le chariot mobile (dans ce cas il est nécessaire de remplacer par des pièces en cuivre, toutes les pièces en fer qui existent dans l'appareil et en particulier la crémaillère).

680. Nous devons constater que la plupart des dispositifs indiqués par le Dr Le Bon dans son ouvrage qui date de 1889 sont adoptés par les opérateurs sérieux. Pour permettre d'effectuer sur l'épreuve photographique les mêmes études et les mêmes mensurations que sur le monument lui-même il est nécessaire de remplir les deux conditions fondamentales suivantes : 1° les épreuves devront être obtenues à une échelle suffisante pour que les détails importants soient parfaitement visibles; 2° elles doivent renfermer tous les éléments nécessaires pour permettre de calculer les dimensions des diverses parties représentées.

On satisfera à la première condition en employant un objectif d'une longueur de foyer convenable pour obtenir la reproduction à une échelle suffisante. Comme nous l'avons déjà dit, grâce au choix de l'objectif on peut en quelque sorte rapprocher ou éloigner le modèle.

Il faut d'ailleurs, pour éviter toutes déformations, et ces règles s'appliquent du reste d'une manière générale en photographie, que l'appareil soit horizontal, position qui est facilement trouvée, grâce à l'emploi de la calotte sphérique et du niveau sphérique. L'objectif ne doit pouvoir se déplacer que parallèlement à lui-même ; la glace dépolie doit être perpendiculaire à l'axe optique de l'objectif et parallèle à l'objet à reproduire. Il faut enfin ne se servir que d'objectifs du genre symétrique. Pour contrôler le parallélisme entre la surface à reproduire et la glace dépolie il suffit de faire tourner la chambre sur son axe jusqu'à ce que les lignes horizontales des parties supérieures ou inférieures du monument soient rigoureusement parallèles aux lignes horizontales tracées sur le verre dépoli.

Au cas où la surface à reproduire ne comporterait pas de lignes horizontales permettant de faire cette vérification, on peut tracer une croix sur cette surface ou la diviser en deux au moyen d'un fil à plomb. L'image de cette croix ou de ce fil à plomb ayant été amenée au zéro sur le verre dépoli, l'appareil sera bien placé si les deux portions latérales de la surface ont les mêmes dimensions apparentes. Lorsque l'appareil aura été ainsi réglé, si l'objet ne tombe pas au centre de la plaque, on l'y amènera par le décentrement latéral de l'objectif sans modifier en quoi que ce soit la position de la chambre.

681. Pour obtenir les repères permettant ultérieurement de faire

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des mensurations sur l'épreuve, le Dr Le Bon place le long de la surface à reproduire un mètre. Celui-ci peut d'ailleurs être placé de telle façon qu'il ne dépare pas la photographie, il suffit de le disposer dans un angle, une moulure. Ce procédé convient parfaitement si le modèle à reproduire ne comporte qu'un seul plan ; s'il en contient plusieurs on disposera un certain nombre de mètres (3 ou 4) en divers points convenablement choisis; on sait que l'échelle de réduction obtenue varie suivant la distance, par suite la différence de taille des divers repères permettra de calculer la distance qui les sépare. Pour effectuer les calculs, très simples d'ailleurs, il suffira de connaître exactement la distance focale de l'objectif employé.

682. M. Le Bon indique dans son intéressant travail une série de formules simples qui seront applicables à la solution des divers problèmes que l'on rencontrera dans la pratique. La première est celle qui est nécessaire pour déterminer les dimensions d'un monument sur lequel on a appliqué un mètre ou mesuré une grandeur quelconque. C'est celle qui sera employée le plus fréquemment. Soit H la hauteur totale d'un monument, H′ une hauteur quelconque prise sur ce monument ou appliquée sur lui (un mètre par exemple), h et h' les hauteurs respectives de H et de H′ sur l'image photographique on aura en vertu des propriétés des triangles semblables.

$$\frac{H}{H'} = \frac{h}{h'} \qquad (1)$$

d'où

$$H = H' \times \frac{h}{h'}.$$

Connaissant la hauteur H on aura tout ce qu'il faut pour déterminer les dimensions des diverses parties du monument. Si, comme nous le supposons, H′ correspond à un mètre appliqué sur le monument, il suffira de diviser h par h' pour avoir la dimension de H exprimée en mètres. Le rapport entre la grandeur de l'objet de dimensions connues H′ et son image h' donnera l'échelle de réduction.

Si l'on ne peut appliquer aucune mesure sur le monument il sera encore possible d'opérer en se passant de ce précieux moyen de contrôle. Si l'on désigne par d la distance focale principale de l'objectif (ceci n'est exact que lorsqu'il s'agit de la reproduction de monuments éloignés ou inaccessibles), par D la distance de l'objectif à l'objet à reproduire, par H la hauteur de cet objet et par h sa hauteur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sur l'épreuve, les propriétés bien connues des triangles permettent d'établir la relation suivante :

$$\frac{D}{d} = \frac{H}{h} \qquad (2)$$

De cette relation fondamentale on tire.

$$H = D \times \frac{h}{d}. \qquad (3)$$

$$h = d \times \frac{H}{D}. \qquad (4)$$

$$d = h \times \frac{D}{H}. \qquad (5)$$

$$D = H \times \frac{d}{h} \qquad (6)$$

La formule (3) permet de calculer la hauteur d'un édifice connaissant sa distance à l'objectif, la hauteur de son image sur la glace dépolie et le foyer de l'objectif.

La formule (4) donne la hauteur qu'occupera sur la glace dépolie, pour un foyer donné, un objet de hauteur connue situé à une distance connue.

La formule (5) permet de déduire le foyer principal d'un objectif de sa distance à un objet de hauteur connue placé à une distance connue.

La formule (6) permet de calculer la distance à laquelle on se trouve d'un objet de hauteur connue, connaissant la hauteur de son image sur la glace dépolie et le foyer de l'objectif. Elle indique aussi à quelle distance il faut se placer d'un monument pour qu'il occupe sur la glace dépolie une dimension déterminée.

Comme on s'en rend compte facilement, la méthode indiquée par le Dr Le Bon qui nous a servi de guide dans cette partie de notre travail est susceptible de rendre de nombreux services et nous ne saurions trop recommander au lecteur de se pénétrer de l'ouvrage si intéressant qu'il a écrit sur ce sujet (1).

DE LA PHOTOGRAPHIE PANORAMIQUE

683. Dès les premiers temps de la photographie, on a cherché à reproduire des parties plus ou moins importantes de l'horizon ou l'horizon tout entier. Le procédé le plus simple consistait à prendre du même point de vue, en faisant pivoter simplement l'appareil sur son axe, une série de vues empiétant légèrement les unes sur les

(1) Gustave Le Bon, *Les levers photographiques*. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1889.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

autres de façon à permettre le raccordement. Ce procédé élémentaire est sujet à critique, l'axe de rotation de l'appareil devant être théoriquement sur le prolongement du point nodal d'émergence de l'objectif et non sur un axe quelconque comme il arrive dans les appareils ordinaires : d'autre part, le raccordement des différentes vues est d'autant plus difficile que le nombre des épreuves tirées est plus faible. Il est certainement préférable d'obtenir tout ou partie du panorama sur une surface continue qui sera disposée au foyer de l'objectif, de façon à obtenir une perspective cylindrique. La solution de ce problème, qui exige obligatoirement l'emploi d'une couche sensible de forme courbe, est irréalisable avec les plaques à support de verre, c'est ainsi que, bien que le principe du fonctionnement d'un appareil à perspective cylindrique ait été indiqué d'une façon très précise par M. Martens en 1844, nous ne trouvons la réalisation pratique de ce desideratum qu'il y a peu d'années. On a bien proposé de déplacer une plaque de grande longueur tangentiellement à la surface de révolution de l'appareil et de façon à ce qu'elle soit toujours perpendiculaire à l'axe optique ; cette solution est à l'abri des critiques précédentes, au point de vue théorique, mais l'appareil est des plus encombrants et laisse par suite à désirer au point de vue pratique.

C'est seulement depuis que l'industrie livre des pellicules de grande longueur que la photographie panoramique a pu être réalisée d'une façon courante. Nous nous arrêterons plus spécialement à la description des deux appareils qui, à l'heure actuelle, résolvent le problème d'une façon absolument satisfaisante.

684. Cylindrographe de M. Moëssard. — Cet appareil est basé sur le même principe que l'appareil Martens : M. Moëssard utilise les propriétés des points nodaux d'un objectif quelconque d'être le point de concours des deux portions de chaque axe secondaire allant l'une vers l'objet, l'autre vers l'image. Il s'en suit qu'avec un objectif exempt de distorsion, celui-ci pourra tourner autour de son point nodal d'émergence, sans que l'image se déplace sur la surface sensible ; en effet sa position sur l'écran ne dépend que de ce point nodal et de la direction de l'axe secondaire reliant le point nodal d'incidence à l'objet, direction toujours invariable.

Le cylindrographe basé sur ce principe se compose d'une chambre noire formée de deux plateaux semi-circulaires en bois, d'un avant garni d'un voile impénétrable à la lumière et portant l'objectif (fig. 256). L'arrière de cette chambre est constitué par un châssis de forme courbe renfermant la pellicule sensible (fig. 257). L'objectif

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est monté sur un axe de rotation vertical choisi de telle façon que le point nodal d'émergence reste immobile. Cet axe dépasse à la partie supérieure de l'appareil et il est prolongé par une platine qui permet de le déplacer facilement à la main. Sur cette platine se

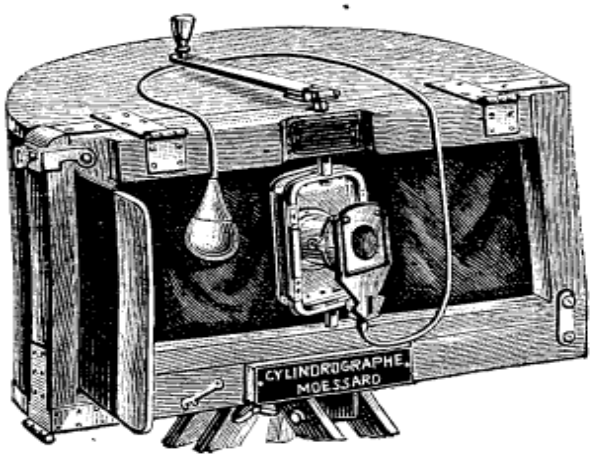


Fig. 256. — Cylindrographe de M. Moëssard.

trouve un viseur à cadre. A l'intérieur se trouve une petite boite légère reliée à l'objectif et munie d'une fenêtre verticale à largeur

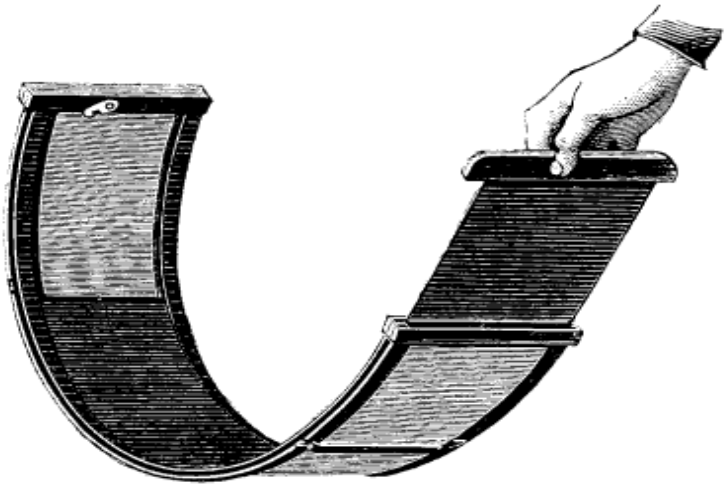


Fig. 257. — Châssis souple à pellicule du cylindrographe.

variable. Cette fenêtre réduit le faisceau lumineux sur la plaque et permet de la balayer en quelque sorte très rapidement, ce qui est très utile pour obtenir de courtes durées d'exposition. Pour les expositions d'une certaine durée, il est nécessaire d'augmenter l'ouverture de la fente verticale, de réduire le mouvement de rota-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tion ou de l'effectuer un plus ou moins grand nombre de fois. Pour donner aux différentes parties de la surface sensible une exposition égale, il est nécessaire d'effectuer le mouvement de rotation avec grande régularité, cependant si diverses parties du modèle sont inégalement éclairées, il sera possible de ralentir ou d'accélérer le mouvement lors du passage devant ces parties. C'est là du reste l'avantage tout particulier du cylindrographe qui, en pratique et avec un peu d'expérience, permet en quelque sorte de proportionner la durée d'exposition à l'actinisme des diverses parties. Le cylindrographe par suite de sa construction ne permet de prendre qu'un demi-tour d'horizon, ce qui est suffisant dans la plupart des cas car les stations desquelles on peut embrasser un panorama complet sont fort rares, d'autre part l'éclairage, s'il y a du soleil, est forcément inégal et l'une des deux parties sera à contre-jour. Pour embrasser le panorama entier dans le cas où les circonstances le permettraient, il suffira de faire deux vues entières et un fragment d'une troisième. Cet appareil permet en effet facilement de faire des vues partielles juxtaposées : il suffit de limiter la course de la manette de rotation à la partie de pellicule que l'on veut impressionner. Pour le transport, les châssis se remettent à plat et l'appareil se replie de façon à n'occuper qu'une place très restreinte.

685. Cyclographe de M. Damoizeau. — Cet appareil diffère du précédent à divers points de vue. Il permet tout d'abord de faire le tour d'horizon complet, ce qui n'avait jamais été obtenu auparavant en perspective cylindrique ; il est à foyer variable, c'est-à-dire qu'il permet d'employer des objectifs de longueurs focales différentes, avantage précieux dans bien des hypothèses ; enfin, grâce à l'emploi de la pellicule en rouleaux, il est très peu volumineux. A ces divers titres, le cyclographe est particulièrement intéressant. Il se compose d'une chambre noire pouvant pivoter sur un plateau métallique porté par le pied photographique (fig. 258). Le corps d'avant reçoit l'objectif qui peut se décentrer dans la verticale ; le corps d'arrière est constitué par un châssis original à rouleaux commandé par un mouvement d'horlogerie. Le mouvement est combiné de telle façon qu'il produit la rotation de la chambre et le déroulement de la pellicule au foyer, et ceci en sens inverse du mouvement.

Grâce au synchronisme de ces deux fonctions, l'image se déplace sur la pellicule de la même quantité que celle-ci s'avance, de telle sorte qu'elle reste rigoureusement nette. L'impression se produit ainsi peu à peu sur la pellicule qui se dévide régulièrement. Deux volets intérieurs, placés dans le voisinage du plan focal, constituent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

une fente d'ouverture variable qui permet d'obtenir une admission plus ou moins grande de lumière. En réglant, d'autre part, la vitesse de fonctionnement du mouvement d'horlogerie, on peut faire varier le temps de la rotation complète depuis quelques secondes jusqu'à plusieurs minutes. De cette manière, il est possible d'aborder et les vues instantanées et les vues posées.

La longueur du panorama est fonction du foyer de l'objectif si

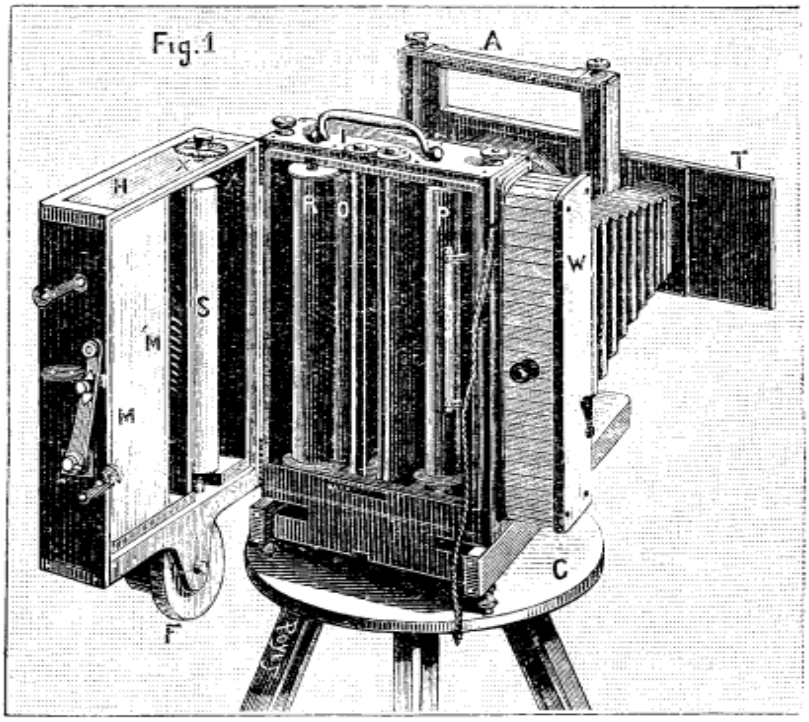


Fig. 258. — Cylindrographe à foyer variable de M. Damoizeau. — A. Corps d'avant. — C. Plateau. — T. Planchette d'objectif déplacée pour permettre la mise au point dans la chambre annexe W. — F. Mécanisme d'horlogerie. — S. Rouleau moteur. — P. Rouleau contenant la pellicule avant l'exposition. — R. Rouleau récepteur de la pellicule. — O. Fente d'admission de la lumière. — I. Réglage de l'ouverture de la fente. — H. Corps d'arrière. — M. Manette de déclenchement. — M'. Rateau pointeur. — X. Compteur.

l'on travaille à l'infini ou de la longueur focale variable, suivant la distance à laquelle on opère. Avec un objectif de 15 centimètres de foyer, on obtient un cliché de 94 centimètres environ; avec un objectif de 30 centimètres, de $1^{m},90$, et avec un objectif de 50 centimètres, de $3^{m},14$.

Pour effectuer la mise au point, l'auteur se sert d'un corps de chambre annexe qui se fixe sur le côté de l'appareil et devant lequel

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

on amène l'objectif au moyen d'un déplacement latéral. Une loupe montée sur un rideau mobile permet d'examiner facilement l'image de haut en bas. Les déplacements du corps d'avant et du corps d'arrière se font au moyen d'un engrenage différentiel de telle façon que l'axe de rotation ne soit pas modifié. Pendant la mise au point, un volet masque la fente d'admission de la lumière ; ce volet s'ouvre d'ailleurs automatiquement lorsque l'appareil se met en marche ; il se ferme également automatiquement lorsque l'on produit l'arrêt. Un râteau pointeur permet de perforer la pellicule à la limite de séparation de deux épreuves consécutives. Enfin un compteur indique à chaque instant la quantité de pellicule disponible. Les bobines de pellicules sont garnies aux deux extrémités de prolongements de papier noir (82), de telle sorte qu'on peut faire les substitutions en plein jour.

686. En dehors de l'appareil précédent destiné plus spécialement à prendre des panoramas d'une certaine importance, M. Damoizeau a combiné un appareil de petit format et à foyer fixe, qui nous semble particulièrement intéressant à signaler, car il peut être employé non seulement pour faire des panoramas le cas échéant mais pour prendre des vues de longueur quelconque, cette longueur étant proportionnée exactement à l'importance du sujet à reproduire. Cet appareil affecte la forme d'un bloc compact dont les dimensions sont les suivantes : hauteur $0^m,15$, largeur $0^m,15$, épaisseur $0^m,06$ (fig. 259). Aucun organe n'est saillant, seul un viseur à cadre qui se déploie au moment de l'usage est placé à la partie supérieure. L'appareil se monte sur un pied-canne très bien compris et dont la tête est à rotation pour permettre de viser tel ou tel point déterminé.

Le principe est exactement le même que dans le cyclographe grand modèle, rotation sur un axe et déroulement synchrone de la pellicule au foyer. Une fois l'appareil vissé sur le pied, il suffit de le faire tourner sur son axe jusqu'à bout de course ; le ressort se trouve ainsi armé à fond. Après avoir cherché le point de départ de la vue en faisant pivoter la tête tournante du pied, on met l'appareil en mouvement en déplaçant le levier supérieur ; à ce moment, la pellicule est démasquée automatiquement. On arrête l'appareil en ramenant le levier à sa position primitive. On pointe la pellicule et on peut opérer à nouveau après avoir remonté de nouveau le ressort. La vitesse de rotation est modérée à volonté au moyen d'un régulateur à ailettes de dimensions variables. Pour le transport, l'objectif, grâce à sa planchette basculante, se loge à l'intérieur ; il peut d'ailleurs se décentrer verticalement, en même temps que le cadre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

antérieur du viseur ; on obtient ainsi une mise en plaque irréprochable. Le foyer de l'objectif est de 14 centimètres, et on peut obtenir des panoramas complets de 80 centimètres de longueur sur 9 de hauteur. Chaque bobine renferme 2 mètres de pellicules, et le nombre des bobines contenues dans l'appareil est de 12. L'auteur a eu en effet l'idée très ingénieuse d'utiliser les deux côtés de l'appa-

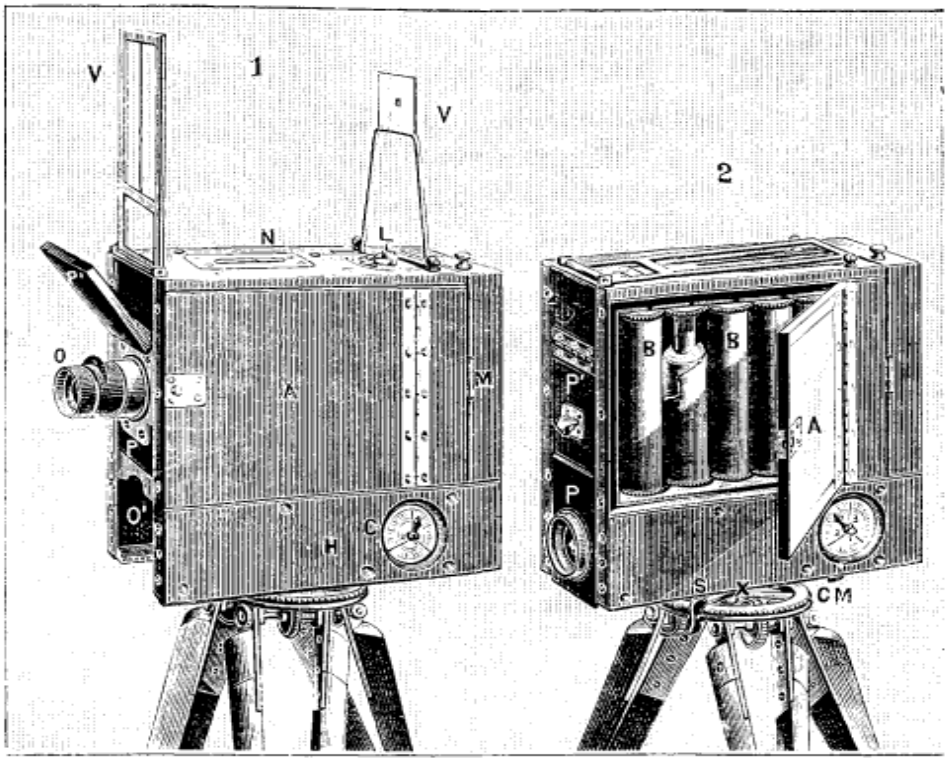


Fig. 259. — Cyclographe à foyer fixe de M. Damoizeau. — O. Objectif. — P. Planchette d'objectif basculante. — P'. Planchette de fermeture. — A. Porte du magasin. — BB. Bobines de pellicule. — M. Corps d'arrière. — H. Mouvement d'horlogerie. — C. Compteur. — L. Déclenchement. — VV. Viseur. — N. Niveau d'eau. — CM. Cercle mobile. — S. Arrêt mobile sur le cercle.

reil pour loger les bobines de réserve : celles-ci laissent entre elles un intervalle d'un centimètre qui est plus que suffisant pour le passage du faisceau lumineux très étroit qui doit impressionner la couche. Les bobines sont garnies de prolongements de papier noir, ce qui permet d'effectuer les changements en pleine lumière. Grâce au fonctionnement très simple de l'appareil, on peut obtenir une série de petites vues de 9 centimètres de hauteur et de longueur quelconque proportionnée à l'importance du sujet. C'est là un avan-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tage très précieux qui rend l'appareil fort pratique pour les amateurs et les voyageurs.

DE LA PHOTOGRAPHIE STÉRÉOSCOPIQUE.

687. Le stéréoscope est un instrument de physique qui permet de voir des images convenablement exécutées avec un relief analogue à celui que nous percevons dans la vision directe. Primitivement, cet appareil servait à examiner des dessins représentant des solides géométriques et n'avait qu'un simple intérêt de curiosité. Grâce à la photographie qui permet d'obtenir avec la plus grande facilité des images d'après nature, images qui sont d'une finesse extrême, la stéréoscopie a pris un développement considérable et, à ce titre, elle doit nous arrêter pendant quelques instants. Les conditions d'obtention des images stéréoscopiques sont soumises à certaines règles qu'il faut connaître et appliquer d'une manière judicieuse pour obtenir les meilleurs résultats. Nous n'insisterons pas sur la théorie de la vision binoculaire qui sert de base à la stéréoscopie, qu'il nous suffise de dire qu'il est nécessaire d'obtenir deux images telles qu'elles sont perçues par nos deux yeux. Ces deux images, examinées au stéréoscope, se confondront et donneront l'effet de relief comme nous le voyons à l'examen direct.

DESCRIPTION SYSTÉMATIQUE DES DIVERS APPAREILS PERMETTANT D'OBTENIR DES VUES STÉRÉOSCOPIQUES.

688. Emploi d'une chambre unique et déplacement du modèle.

Ce dispositif, qui est surtout employé dans certaines applications scientifiques, consiste à photographier le modèle avec un appareil unique et en deux poses successives, le sujet ayant été déplacé ou s'étant déplacé de la quantité voulue pour donner l'effet stéréoscopique; c'est ainsi qu'en microphotographie, on monte la préparation sur une platine basculante qui permet de la présenter à chacune des opérations sous un angle différent; qu'en astronomie, on peut obtenir des vues stéréoscopiques d'un astre quelconque en espaçant la prise des deux photographies : par suite du mouvement propre de l'astre considéré, les deux épreuves se présentent avec le même aspect que si elles avaient été prises de deux stations suffisamment éloignées.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ce procédé serait applicable pour la reproduction de tous objets que l'on pourra monter sur une plate-forme tournante.

689. Emploi d'une chambre unique fonctionnant de deux stations différentes.

Cette méthode consiste à faire deux vues du même objet mais prises de deux stations différentes. L'écart entre les deux positions de l'appareil peut varier dans de grandes limites et ce procédé sera particulièrement utile pour l'obtention de vues stéréoscopiques d'objets éloignés. La pratique a en effet démontré d'une manière indiscutable que l'écartement des objectifs doit être d'autant plus prononcé que la distance du modèle est plus grande. C'est à cette seule condition que l'on peut obtenir un relief suffisant. On se sert le plus souvent d'une planchette longue montée sur le pied

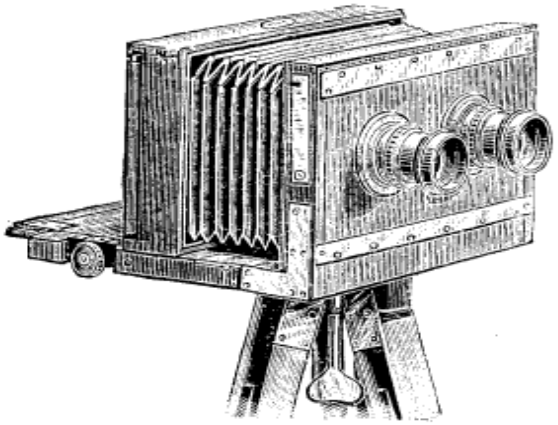


Fig. 260. — Chambre stéréoscopique. (Modèle de M. Monti.)

et sur laquelle on peut déplacer facilement l'appareil pour les deux poses successives. Ce dispositif, bien mis de niveau, permet d'atteindre sans difficulté le résultat cherché. Il n'en sera plus de même lorsque l'on opérera à des distances plus considérables. Dans cette hypothèse, il faudra vérifier la mise en station à chaque exposition avec le plus grand soin, de façon que les vues puissent se superposer exactement dans le stéréoscope. Néanmoins, nous n'insisterons pas sur cette manière d'opérer qui est abandonnée généralement aujourd'hui à cause des difficultés d'obtention et par la raison que la photographie stéréoscopique n'est vraiment très intéressante que pour l'exécution des sujets à premiers plans. Dans ce cas, il n'est jamais nécessaire de réaliser des écartements très considérables, la chambre double dont nous allons parler et au besoin une planchette stéréoscopique de 50 centimètres ou de 1 mètre au maximum, seront plus que suffisantes dans la majorité des cas.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

690. Emploi d'une chambre unique à deux objectifs.

Ce dispositif est certainement le plus simple et le plus souvent adopté aujourd'hui (fig. 260). Il est peu encombrant, permet d'obtenir des vues qui se superposeront bien et d'aborder l'étude des sujets instantanés. On choisit une chambre modèle en largeur (24) et on la divise en deux au moyen d'une cloison plissée qui sépare complètement ainsi les deux moitiés de l'appareil. La plupart des chambres ordinaires bien construites permettent de loger une séparation mobile qui les rend utilisables pour la photographie stéréoscopique.

Ordinairement les objectifs accouplés sont à écartement fixe mais on n'a pas ainsi une souplesse suffisante et il peut être avantageux d'avoir la possibilité de faire varier cet écartement. Examinons ces deux hypothèses.

691. Chambres stéréoscopiques à écartement fixe. — Nous croyons que dans cette hypothèse la position des objectifs doit être fixée d'une manière rigoureuse au centre de la plaque qu'ils sont destinés à couvrir. Ainsi dans un appareil 13/18, format adopté fréquemment, l'écartement sera de 9 centimètres.

692. Chambres stéréoscopiques à écartement variable. — Dans ces appareils, les objectifs seront montés sur des planchettes coulissantes que l'on pourra rapprocher ou écarter à volonté. Une graduation placée le long d'une des coulisses ou des repères gravés permettront de déplacer les objectifs de la même quantité. L'avantage sera au dispositif qui permettra la plus grande latitude dans les variations, soit en dessus soit en dessous de la distance moyenne qui, ainsi que nous l'avons dit, doit être égale à la moitié de la plaque employée. Nous pensons d'ailleurs que si l'on veut adopter l'écartement variable, il est avantageux d'employer des formats un peu plus longs le 12×20, par exemple : c'est ce format que nous avons adopté dans notre voyage en Amérique.

693. Du choix des objectifs.

La première condition à réaliser, c'est l'emploi d'objectifs de même foyer. Les opticiens livrent des objectifs appareillés pour la photographie stéréoscopique mais nous croyons qu'il sera bon de procéder à leur vérification. L'essai consistera à photographier à courte distance une mire disposée obliquement ou un focimètre (fig. 63) ; les objectifs ne devront pas être diaphragmés ; le maximum de netteté devra, pour les deux objectifs, correspondre rigoureusement à un même plan de la mire. Il faudra également vérifier la clarté des deux objectifs, qui peuvent être inégalement lumineux. En pratique, ce défaut qui se traduit par des différences d'intensité

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des deux images, n'est pas aussi grave qu'on pourrait le croire, s'il ne dépasse pas certaines limites. Une légère modification de l'ouverture des diaphragmes de l'objectif le moins lumineux, ou le tirage un peu plus poussé du côté le moins venu du négatif, permettront d'apporter un remède suffisant en pratique.

Le foyer des objectifs doit être proportionnel à la dimension de plaque adoptée et l'on appliquera les mêmes règles que pour le choix d'un objectif destiné à couvrir la plaque correspondante. Pour le format le plus courant 12×18 ou 12×20 des objectifs de 14 à 15 de foyer sont parfaitement convenables. Avec des grands angulaires de 6 à 8 de foyer et des plus longs foyers de 25 à 30, on sera parfaitement outillé. Nous répéterons d'ailleurs que la photographie stéréoscopique, n'est réellement intéressante que par la reproduc-

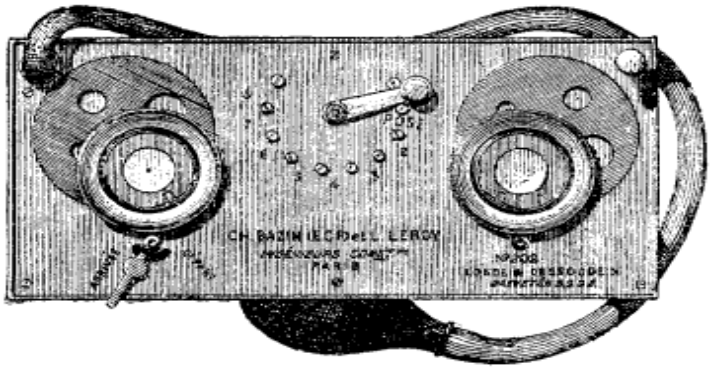


Fig. 261. — Obturateur stéréoscopique à écartement fixe de MM. Bazin et Leroy.

tion des premiers plans qui contribuent pour la majeure partie à donner la sensation de relief et de perspective.

694. Du choix de l'obturateur.

L'obturateur est indispensable dans la photographie stéréoscopique pour donner une exposition identique aux deux fractions de la plaque. L'obturateur Guerry de dimensions suffisantes pour démasquer les deux objectifs en même temps, sera parfaitement convenable pour la photographie posée : en ce qui concerne la photographie instantanée, il faudra des obturateurs plus rapides et plus spécialement construits pour donner rigoureusement la même pose aux deux négatifs. Suivant que l'appareil sera à écartement fixe ou à écartement variable, les modèles varieront obligatoirement.

693. Obturateurs à écartement fixe. — L'un des mieux compris est celui qui a été construit par MM. C. Bazin et L. Leroy (fig. 261) et qui conserve les dispositions principales de l'obturateur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Londe et Dessoudeix. Une boite métallique qui se monte sur la planchette de l'objectif renferme un mécanisme actionnant simultanément deux volets qui sont placés au centre optique de chacun des objectifs. L'égalité d'exposition des deux images est aussi obtenue d'une façon rigoureuse.

696. Obturateurs à écartement variable. — Les mêmes constructeurs ont modifié le type précédent de façon à permettre l'écartement variable que nous considérons comme très utile dans certains cas. Deux boites métalliques sont montées à coulisses sur une platine métallique fixée sur la planchette d'avant de la chambre (fig. 262). Elles renferment chacune un volet obturateur qui sont

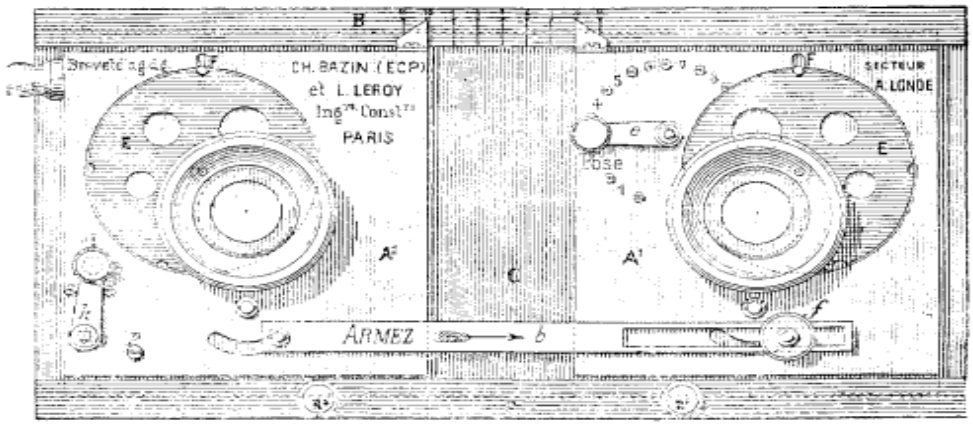


Fig. 262. — Obturateur stéréoscopique à écartement variable de MM. Bazin et Leroy. — A^1A^2. Boites mobiles portant les objectifs. — C. Platine portant les coulisses BB. — EE. Diaphragmes. — FF. Arrêts à ressorts des diaphragmes. — E. Manette des vitesses. — K. Levier pour la pose. — B. Manette de jonction des deux disques. — F. Bouton de serrage de la manette de jonction. — H^1H^2. Boutons de serrage des deux boites mobiles.

reliés extérieurement au moyen d'une bielle montée sur les deux manettes. Cette bielle est évidée sur la plus grande partie de façon à pouvoir coulisser sous un bouton de serrage spécial *f*. Des index fixés après chaque boîte et glissant avec celles-ci, se meuvent le long d'une échelle graduée qui permet de régler exactement l'écartement. A ce moment on immobilise la bielle par le serrage du bouton *f*, et les deux boites par celui des boutons H^1 et H^2. Par suite les volets deviennent rigoureusement solidaires l'un de l'autre, et la simultanéité d'impression est acquise d'une façon certaine. Cet obturateur permet des écartements de 6 à 12 centimètres ce qui est plus que suffisant dans la pratique. Il donne les diverses vitesses de l'instantanéité et la pose à volonté.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si l'on désire faire des épreuves instantanées à écartement plus considérable, l'obturateur unique deviendra impraticable à cause des dimensions que l'on devrait lui donner et il faudra obligatoirement se servir de deux obturateurs séparés que l'on commandera au moyen d'une poire à double embranchement. Cette solution peut être également employée comme nous l'avons fait, pour une chambre stéréoscopique ordinaire à écartement variable (de 6 à 12 cent.); mais il est nécessaire que la vitesse des deux instruments soit exactement la même et que les dispositifs pneumatiques soient réglés avec grande précision, si non le départ ne serait pas simultané et les épreuves, n'étant pas prises au même moment, pourraient être défectueuses. Pour éviter cet inconvénient, il est recommandé de prendre une poire pneumatique de fortes dimensions et de la comprimer brusquement, avec un coup de poing par exemple. Par suite nous croyons que les obturateurs spécialement construits pour la photographie stéréoscopique doivent être préférés sans hésitation bien qu'avec les obturateurs indépendants, on puisse cependant, avec des instruments bien faits et quelque soin, avoir de bons résultats.

CONSIDÉRATIONS DIVERSES SUR L'EXÉCUTION DES VUES STÉRÉOSCOPIQUES

697. Du format. — Le format en quelque sorte classique des vues stéréoscopiques montées est de $8{,}5 \times 170$, c'est dire que chacune des images prises isolément n'a guère que 7×7. On a cherché et l'on a proposé des appareils spéciaux destinés à donner des images de plus grand format. Nous n'en voyons guère l'utilité : en dehors du bagage qui est considérablement augmenté, de la dépense qui est plus considérable, des difficultés d'exécution qui croissent avec le format, les résultats acquis ne présentent pas d'avantages particuliers : aussi on dépasse rarement le format précédent et, au contraire, on a tendance actuellement à le réduire de façon à diminuer le bagage encore plus. Par suite du grossissement obtenu par l'examen au moyen du stéréoscope, il est certain que c'est un des cas dans lesquels la réduction de format aura le moins d'inconvénients. Grâce à l'emploi d'objectifs du foyer convenable et qui doit être proportionnel, comme nous l'avons dit, à la dimension de la plaque à couvrir, les petites vues donneront exactement le même sujet que les grandes, aussi l'avantage de ces dernières ne nous paraît aucunement démontré.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

698. Du choix du sujet. — Les conditions d'exécution des vues stéréoscopiques sont spéciales et constituent réellement une branche toute particulière de la photographie. Les premiers plans qui, dans une épreuve unique, doivent très souvent être évités à cause de l'importance fâcheuse qu'ils prennent, sont ici au contraire en quelque sorte indispensables : l'étude de la ligne, de l'harmonie des formes qui est prédominante dans la photographie plane, devient moins importante : telle perspective qui était choquante dans le premier cas, reprend toute sa vérité dans l'épreuve stéréoscopique qui nous la restitue dans son intégrité : la superposition des divers plans qui, dans une épreuve ordinaire, donnera l'effet d'un décor, produira au contraire l'impression de la distance et de l'éloignement. Il nous suffit d'indiquer ces diverses considérations au lecteur pour qu'il sente de suite la différence considérable qui sépare la photographie plane de la photographie stéréoscopique. La plupart des sujets convenables dans un cas ne le seront pas dans l'autre et réciproquement.

699. Exécution des diapositives stéréoscopiques sur papier.

Une fois le négatif stéréoscopique obtenu, il s'agit d'exécuter le positif, opération qui demande quelques explications à cause de la manière particulière de montage qui est nécessitée dans l'espèce. Il est en effet nécessaire d'effectuer la transposition des épreuves, c'est-à-dire mettre à droite celle qui était à gauche et réciproquement. C'est à cette seule condition que l'on obtient le relief ; au cas contraire, l'effet est renversé et l'épreuve est *pseudoscopique* c'est-à-dire que l'image est vue en creux. Le montage convenable des épreuves stéréoscopiques est évidemment le côté le plus fastidieux car il doit être exécuté avec le plus grand soin. La pratique a démontré qu'avec les stéréoscopes ordinaires il était nécessaire de monter les épreuves à une distance déterminée pour les mêmes points du sujet. Cette distance, qui correspond à l'écartement normal des yeux, est d'environ 7°5. Lorsque les négatifs auront été pris à des intervalles différents, il sera donc nécessaire après la transposition de rogner chaque épreuve pour ramener les images du même objet à cet intervalle. On peut éviter cette opération en opérant avec des objectifs placés au centre de chaque plaque et en copiant le négatif à la chambre de façon à ramener à 7°5 les images du même point.

700. Dans l'industrie on coupe les clichés convenablement et après transposition on les applique sur une glace en les fixant avec des petites bordures de papier noir. Le tirage se fait alors sans difficulté et sans qu'il soit nécessaire de faire la transposition.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

701. Exécution des diapositives stéréoscopiques sur verre.

Les épreuves stéréoscopiques positives sur verre ont un brillant particulier et une finesse qui les font estimer à très juste titre. On peut les obtenir par divers procédés. Si le négatif a été coupé et transposé on opérera par application mais il sera nécessaire d'obtenir un contact parfait entre les deux couches. Les bandelettes de papier ou d'étain qui maintiennent les négatifs transposés devront être aussi minces que possible et il sera indiqué de se servir pour l'impression de lumière parallèle, afin de ne perdre aucune finesse. Il est d'ailleurs possible de conserver les négatifs dans toute leur hauteur et de ne les fixer que sur les bords supérieurs et inférieurs : la pla-

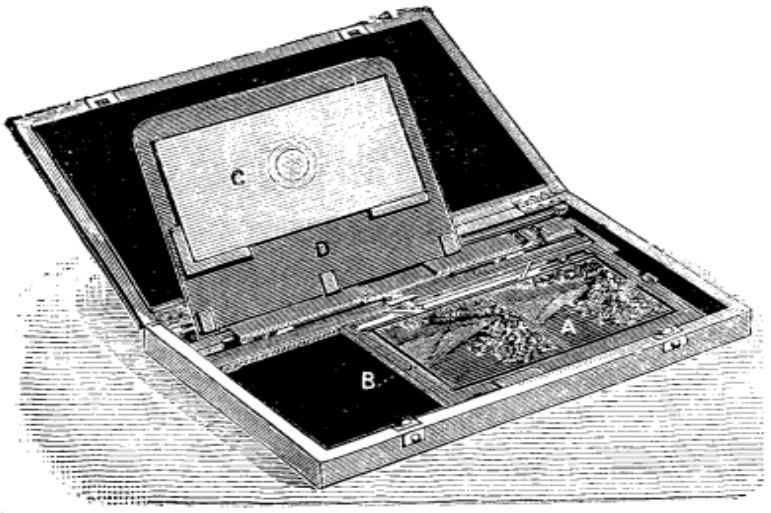
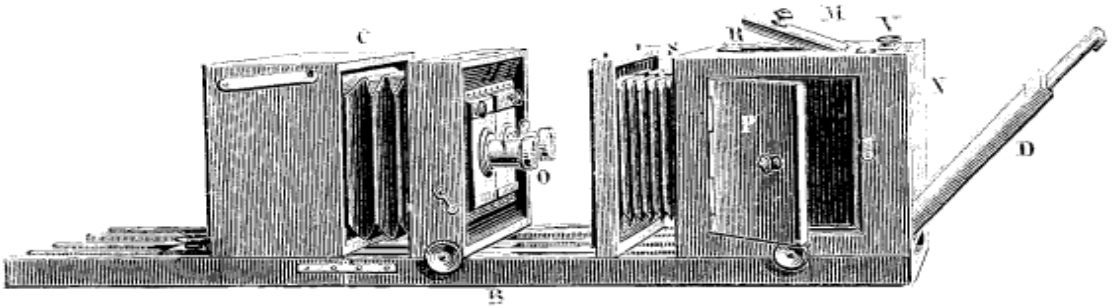


Fig. 263. — Châssis de M. Monti pour le tirage sur verre des négatifs stéréoscopiques. — A. Négatif. — B. Cadre coulissant. — C. Plaque sensible. — D. Cadre rabattant.

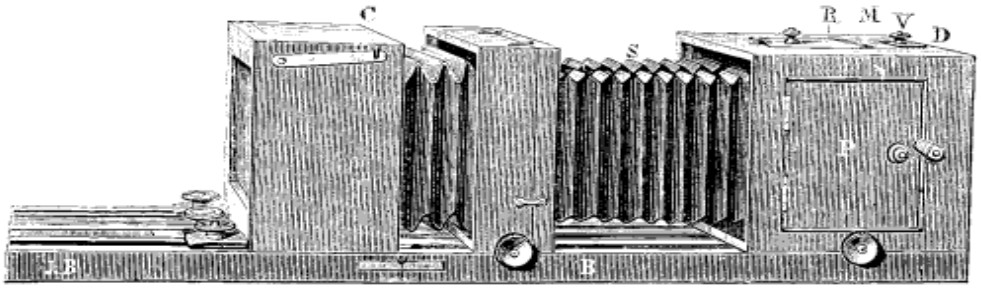
que sensible étant légèrement plus petite ne reposera plus sur les bandelettes et l'on pourra obtenir le meilleur contact. Si l'on ne veut pas couper le négatif il faut se servir de châssis spéciaux tels que ceux qui ont été construits par M. Gilles ou par M. Monti. Voici la description de ce dernier qui est parfaitement compris (fig. 263). Le négatif A est placé dans un cadre spécial B pouvant se déplacer latéralement pour amener chacune des moitiés devant une ouverture rectangulaire par laquelle la lumière sera admise. La plaque sensible C est maintenue au moyen d'une ventouse sur le cadre D qui est également coulissant et peut se rabattre pour amener la plaque au contact du négatif. On comprend facilement que, par le jeu

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des deux coulisses en sens inverse, il sera possible d'imprimer sur le côté droit de la plaque le négatif de gauche et réciproquement ; de cette manière l'inversion nécessitée par les lois de la stéréoscopie sera très facile. Il sera seulement nécessaire de donner rigoureusement la même durée de temps de pose lors des deux expositions. Ce dispositif est très pratique et fonctionne avec grande précision : au moyen de réglages spéciaux on peut déplacer le négatif de façon à



(Appareil ouvert.)



Appareil fermé.)

Fig. 264. — Chambre de M. Donnadieu pour la reproduction par copie des négatifs stéréoscopiques.

prendre exactement la partie que l'on désire et les quantités respectives de ciel et de terrain nécessaires.

702. On peut encore obtenir d'excellents résultats sans couper le négatif en faisant la copie à la chambre. Ce procédé permettra de ne rien perdre en ce qui concerne la finesse et il aura l'avantage de donner à volonté des diapositifs réduits ou amplifiés de façon à ramener les images à l'écartement voulu suivant le modèle de stéréoscope adopté.

Notre collègue M. Donnadieu qui s'est particulièrement occupé de la stéréoscopie et à qui l'on doit d'intéressants ouvrages et mémoires sur la question, a fait établir par M. Poulenc un appareil à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

reproductions stéréoscopiques qu'il est indispensable de signaler. C'est une chambre à trois corps munie de deux objectifs identiques destinés à donner chacun l'image de la partie correspondante du négatif. Ils sont susceptibles de prendre les mouvements variés nécessaires pour centrer convenablement les images. A l'intérieur de la chambre, des séparations la divisent en deux parties complètement isolées. Le corps d'avant reçoit le négatif qui peut également être déplacé dans des glissières spéciales. Si l'on doit obtenir une stéréoscopie à examiner par la face, on place le négatif le ciel en bas et la couche de gélatine face aux objectifs : si, au contraire, on doit examiner l'épreuve stéréoscopique par le dos, on place le néga-

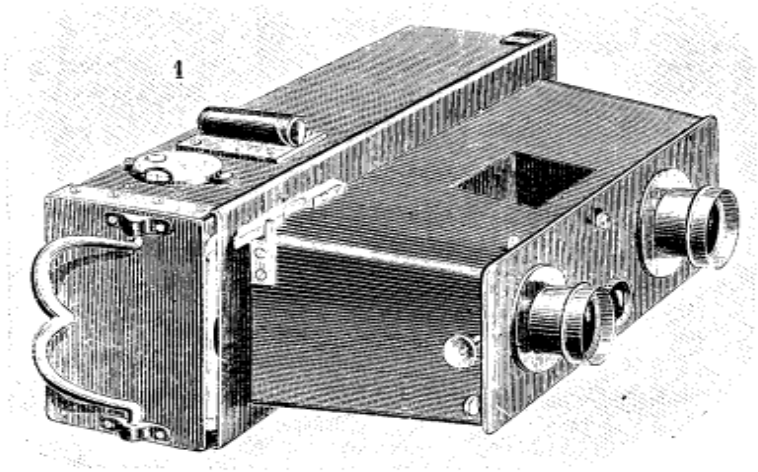


Fig. 265. — Le Vérascope, chambre stéréoscopique à foyer fixe de M. J. Richard.

tif toujours le ciel en bas mais la gélatine en dehors. M. Donnadieu recommande de garnir le négatif d'une cache qui limite les parties à reproduire et qui est placée directement sur la couche afin d'obtenir un découpage absolument net. Outre la possibilité de réduire ou d'agrandir à volonté le phototype original, la facilité de centrage, cet appareil a l'avantage de produire une diapositive qui se trouve dans le sens voulu sans qu'il ait été nécessaire de couper le négatif. C'est là une commodité qui sera appréciée amplement par les fervents de la stéréoscopie.

703. Examen des épreuves stéréoscopiques.

Cette question n'est plus du domaine de la photographie et nous nous y arrêterons peu. On se servira avec avantage du stéréoscope à main à double effet qui permet d'examiner les épreuves sur verre ou sur papier : pour des collections importantes, on utilisera les sté-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

réoscopes à colonne qui peuvent renfermer jusqu'à 200 vues soit sur verre soit sur papier. On donnera la préférence aux instruments qui permettront la mise au point nécessaire suivant la vue de chacun, et il y aura avantage également à pouvoir modifier l'écartement des deux oculaires. Ces appareils sont les plus parfaits et devront être employés de préférence. Parmi les instruments simplifiés, nous citerons le binocle stéréoscopique de M. Buguet qu'on ne saurait mieux comparer qu'à la partie antérieure du stéréoscope ordinaire, dont toutes les autres parties auraient été supprimées. Cet instrument, peu volumineux, est assez pratique. Enfin nous devons signaler la faculté qu'ont certaines personnes de voir le relief, en regardant directement les épreuves stéréoscopiques. Ce résultat est obtenu par la convergence des yeux : mais l'examen est pénible et ne saurait être employé sans une certaine fatigue qu'il est prudent d'éviter. Afin de supprimer l'usage d'un appareil spécial pour l'examen des images stéréoscopiques, M. J. Richard, l'ingénieur bien connu, a combiné un instrument particulier, le Vérascope (fig. 265) qui est utilisé non seulement pour prendre les négatifs stéréoscopiques mais qui permet de les examiner au moyen du même appareil. Il suffit à cet effet de substituer au verre dépoli une diapositive tirée sur verre et de regarder à travers les objectifs. L'image est reconstituée avec tout son relief. Si même la position de l'opérateur était défectueuse au moment de l'exécution du cliché, il suffira de donner à l'appareil la même inclinaison et le sujet sera vu parfaitement redressé : cet appareil est de petit format et à foyer fixe.

704. Projections stéréoscopiques.

Plusieurs moyens ont été indiqués pour permettre de montrer en projection des vues stéréoscopiques de telle façon que le spectateur perçoive la sensation de relief tout comme dans le stéréoscope ordinaire. Un des plus anciens, qui a été depuis exécuté avec grand succès par M. Molteni est le suivant. On projette sur l'écran au moyen d'une lanterne double les deux diapositifs provenant d'un négatif stéréoscopique et on superpose les deux images aussi bien que possible. On interpose alors sur le trajet des rayons lumineux deux verres colorés de couleurs complémentaires, l'un vert et l'autre rouge par exemple. Nous aurons donc sur l'écran deux images colorées différemment qui donneront à l'examen direct une image gris pâle résultant de la combinaison des deux couleurs complémentaires. L'impression de relief n'existera pas et la netteté laissera à désirer, la superposition exacte des deux images prises sous un angle différent étant impossible. Mais si alors on munit chaque œil d'un verre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

coloré, l'un rouge, l'autre vert, chaque image ne sera perçue que par un œil et leur superposition qui dépend d'un phénomène purement physiologique se fera avec toute la perfection désirable. L'observateur ne percevra plus alors qu'une seule image non colorée et qui présentera un relief très accusé. On ne peut reprocher à ce procédé que la tonalité un peu grise de l'image, la combinaison des deux images colorées ne donnant pas le blanc absolu (1).

M. d'Almeida a proposé également le principe d'un autre dispositif qui consistait à ne laisser arriver à chaque œil que l'image que celui-ci devait percevoir. A cet effet un disque fenêtré convenablement démasquait successivement les deux épreuves pendant qu'un autre disque analogue et tournant synchroniquement, admettait à tour de rôle pour chaque œil l'image convenable. Ce dispositif bien compliqué et qui n'est pas applicable pour une assemblée nombreuse n'est évidemment guère pratique.

Il nous reste enfin à signaler le procédé que vient d'indiquer tout récemment M. le colonel Moëssard. Il consiste à projeter simultanément sur l'écran les deux diapositives stéréoscopiques et à les examiner au moyen d'un dispositif que l'auteur désigne sous le nom de *stéréo-jumelle*. Les deux images tirées en transparence, sont placées l'une au-dessus de l'autre, celle correspondant à l'œil gauche en haut et un peu à droite (2 à 3 millimètres sur l'épreuve) de celle destinée à l'œil droit. La stéréo-jumelle se compose en principe de deux prismes plans qui peuvent tourner en même temps d'un mouvement inverse, de façon à accommoder leur déviation à la distance de l'observateur à l'écran. L'effet de relief observé est très satisfaisant, néanmoins la taille des deux diapositives qui doivent être contenues toutes deux dans le format de projection, donne sur l'écran une image de dimensions restreintes par rapport à celles que l'on obtient habituellement.

(1) M. Ducos de Hauron a eu l'idée d'appliquer le même principe pour le tirage d'épreuves stéréoscopiques pour les procédés photo-mécaniques. Les deux diapositives sont imprimées l'une en rouge et l'autre en bleu violet, par exemple ; elles se superposent presque mais ne donnent à l'examen direct qu'une image confuse. Vient-on alors à les examiner au moyen d'un binocle à verres colorés l'un rouge, l'autre bleu, immédiatement la vision stéréoscopique se produit chaque œil ne pouvant percevoir que l'image qui lui est destinée. Ces épreuves qui portent le nom d'*anaglyphes* sont intéressantes à examiner, car elles donnent parfaitement la sensation du relief, ne nécessitent qu'un appareil bien simple pour l'examen et enfin peuvent être exécutées en tous formats.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XIII

PHOTOGRAPHIE MILITAIRE

I

APPLICATIONS A LA CARTOGRAPHIE

705. Bien que dans cette partie de notre travail nous ne puissions indiquer d'applications bien spéciales de la photographie aux besoins de l'armée, nous devons constater cependant que l'art militaire trouve en elle un auxiliaire des plus précieux, indispensable même dans certains cas, à tel point qu'à l'état-major général de l'armée, il existe un service photographique spécial. Il en est de même dans la plupart des pays étrangers. D'autre part, dans les polygones d'expérience, on trouve d'autres laboratoires qui utilisent la photographie comme moyen d'enregistrement. Nous allons examiner successivement ces différentes applications.

706. Le service photographique de l'armée a pour principal objectif la confection des cartes. Il ne saurait entrer dans notre rôle d'indiquer la nécessité de ces cartes au point de vue militaire, il nous suffit de constater que dans leur exécution la photographie est devenue pour ainsi dire indispensable. Sans parler davantage de l'économie et de la rapidité d'exécution, elle a une qualité inappréciable c'est de permettre le repérage mathématique lorsqu'il s'agit d'impressions multiples en couleurs.

Nous n'insisterons pas sur les procédés techniques employés, ils ont été décrits dans la première partie. Qu'il nous suffise de dire que le zinc est employé de préférence à la pierre lithographique. Ces cartes sont du reste bien connues du public sous le nom de cartes d'état-major.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

II

APPLICATIONS DIVERSES

707. Voyons maintenant les applications particulières qui ont été faites plus spécialement aux études de balistique.

D'après une méthode proposée par le commandant Joly, on peut relever le point d'éclatement des projectiles. Un appareil photographique est disposé perpendiculairement à la ligne de tir, de façon à ce que le plan de la glace dépolie soit rigoureusement parallèle au plan de tir et que l'image visible sur la glace, une fois la mise au point faite, renferme le champ d'éclatement probable des projectiles et deux ou trois fanions de distance destinés à donner des points de repère et l'échelle. On met alors une plaque et l'obturateur est déclenché au moment où l'on aperçoit le petit nuage de fumée produit lors de la rupture du projectile. On obtient sur la plaque l'image des fanions de distance et celle du petit nuage d'éclatement dont l'extrémité la plus rapprochée de la pièce est précisément le point d'éclatement cherché.

Une méthode analogue pourrait être employée, dans les tirs en mer, pour relever le point de chute d'un projectile et par suite la distance parcourue, grâce à des bouées placées à des distances connues. Néanmoins pour plus de précision, il serait possible de placer deux appareils photographiques sur une base exactement mesurée et de les déclencher simultanément au moyen de l'électricité au moment où l'on aperçoit la gerbe d'eau produite par l'entrée du projectile dans la mer.

Connaissant la longueur focale principale des objectifs employés, l'angle formé par les axes optiques de ceux-ci, et relevant sur les plaques le point de chute, il sera très facile de calculer la portée du projectile. Dans ce cas les repères ne seraient plus nécessaires.

708. Pour déterminer la loi du mouvement de recul d'une pièce de canon, M. Joly indique un procédé très simple qui consiste à placer un point brillant sur une des roues de la pièce, celle-ci étant peinte en noir, le tout se détachant sur un fond noir. La plaque étant démasquée, le point brillant tracera sur celle-ci au moment du recul une courbe qui indiquera exactement le chemin parcouru par la partie correspondante de la roue. Pour avoir la notation du temps, il suffira de faire tourner devant l'objectif, avec un mouvement uniforme, un disque fenêtré. L'admission de la lumière étant interrompue à intervalles égaux, la courbe sera elle-même discon-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tinue, chaque interruption correspondant à une fraction de temps égale. Connaissant la vitesse du disque fenêtré et le nombre d'ouvertures, il sera facile de déterminer la loi du mouvement du recul.

709. On a demandé également à la photographie d'étudier la

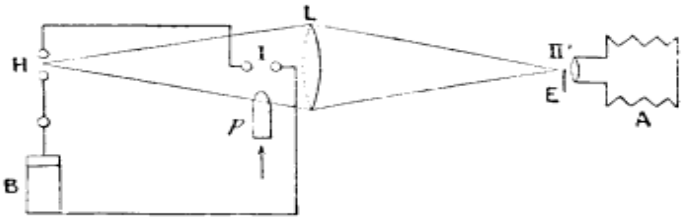


Fig. 266. — Dispositif employé pour la photographie d'une balle de fusil. — A. Chambre noire. — B. Batterie de Leyde. — P. Projectiles. — H et I. Ruptures du circuit. — L. Condensateur.

marche des projectiles et de donner des indications sur les phénomènes qui se produisent à la sortie de l'arme à feu. Nous citerons en particulier les expériences de Mach et Salcher, qui ont eu pour but d'étudier les effets de compression de l'air par des projectiles animés de grande vitesse. La difficulté principale provenait de la nécessité d'obtenir un éclairage assez intense en un temps suffisamment court pour saisir le projectile animé d'une vitesse initiale considérable (438 mètres par seconde avec le fusil Werndl). Les auteurs se sont servis d'une batterie de bouteilles de Leyde convenablement chargée avec deux points d'interruption dont l'un consistait en fils enfermés dans des tubes de verre. Ces tubes étaient placés perpendiculairement à la trajectoire, à courte distance de la bouche du fusil (fig. 266). Un appareil photographique était placé parallèlement à la trajectoire, en face des points de rupture. Au moment du passage du projectile, la batterie se déchargeant au second point d'interruption, la silhouette de la balle apparaît nettement entourée de zones et d'auréoles qui, d'après les auteurs, correspondent à des compressions et des décompressions de l'air ambiant (fig. 267). La zone de compression de l'air se montre sous forme d'une hyperbole qui entoure le projectile; des bandes de démarcation partent

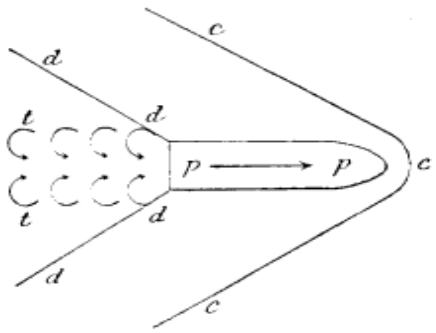


Fig. 267. — Diagramme de la photographie d'une balle de fusil. — *pp*. Balle. — *ccc*. Ondes de condensation. — *dd*. Ondes de dilatation. — *tt*. Tourbillons.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des bords postérieurs du projectile et se dirigent en s'écartant à l'arrière. Si la balle est animée d'une très grande vitesse, on constate à l'arrière, dans la partie qui est privée d'air, des petites images en forme de traînées. Les effets observés sont analogues à ceux constatés dans l'eau avec un bateau animé d'une très grande vitesse. Ces résultats confirment l'hypothèse d'une forme hyperbolique de l'air que M. Mach avait déjà établie théoriquement.

Par une méthode du même genre, qui consiste à provoquer

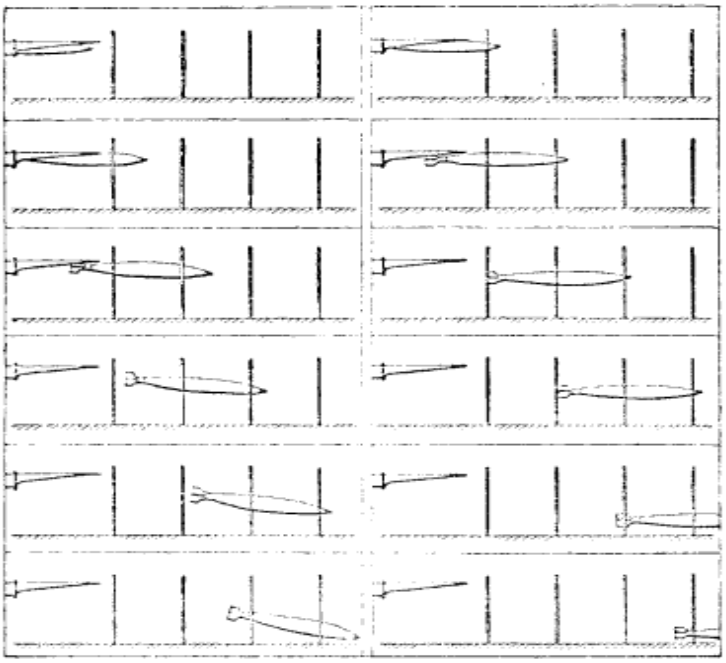


Fig. 268. — Analyse du lancement d'une torpille automobile.
Torpille mal lancée. Torpille bien lancée.

l'éclairement d'un fort tube de Geissler par l'étincelle d'une puissante bobine d'induction, M. Gleaves a poursuivi des études analogues. C'est le projectile lui-même qui, en rompant le circuit, produit l'étincelle nécessaire pour l'éclairage.

M. Anschütz de Lissa a fait des essais de photographie de projectiles en utilisant la lumière du jour. Le projectile en mouvement se détachait sur un fond blanc, et la durée de pose était déterminée par le passage devant la plaque d'une fente très petite animée d'une vitesse très considérable.

710. Mais si les épreuves isolées ont déjà un grand intérêt, il y aurait avantage à en multiplier le nombre pour étudier les diffé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rentes phases de ces phénomènes très rapides. C'est ce qu'a fait M. le général Sebert dans un appareil des plus ingénieux construit spécialement sur ses indications pour l'étude du lancement des torpilles automobiles.

Il est reconnu que ces engins terribles de destruction ne peuvent atteindre sûrement le but que s'ils arrivent sur l'eau parallèlement à la surface. Si, au contraire, ils plongent la pointe en avant, leur marche régulière vers le but assigné n'est plus assurée. L'œil se rend difficilement compte des diverses phases du lancement tandis que la photographie permet d'analyser le phénomène avec la plus grande précision.

Nous donnons une figure représentant deux expériences : dans la première, la torpille mal lancée plonge de plus en plus. Dans la seconde, au contraire, elle reste toujours parallèle à elle-même (fig. 268). Nous décrirons plus loin en détail l'appareil du général Sebert qui rentre tout à fait dans la catégorie des appareils chronophotographiques, mais, au point de vue des applications militaires, ce qui le caractérise principalement, c'est qu'il est disposé pour effectuer la mise à feu de la pièce ou à provoquer tout aussi bien l'explosion d'une mine ou d'une torpille. Le déclenchement successif des obturateurs photographiques est réglé à l'avance de façon à ce que le phénomène à analyser ait eu le temps de se produire.

Nul doute que cet appareil, employé pour saisir la gerbe d'eau ou de terre soulevée par une torpille immergée ou enfouie, ne donne des résultats très intéressants.

On a déjà publié des expériences de ce genre mais une seule épreuve était obtenue. Nous avons cru néanmoins devoir en donner deux spécimens (fig. 269 et 269 *bis*).

711. En dernier lieu, nous ne pouvons passer sous silence l'avantage du document photographique pour conserver la trace des effets des projectiles soit sur des blindages soit sur des fortifications ou reproduire les projectiles eux-mêmes qui peuvent être déformés ou brisés. La réunion de ces photographies aux dossiers des expériences les complète de la façon la plus absolue.

712. Telles sont les applications de la photographie à l'art militaire en temps de paix. Voyons si maintenant elle peut rendre quelques services en temps de guerre. On a bien pensé à se servir de l'appareil photographique pour le service des reconnaissances, mais outre les difficultés techniques, car le lever n'aura de valeur que s'il peut être étudié par les officiers compétents dans un laps de temps aussi court que possible, il faut reconnaître qu'avec le service cartographique très complet que nous possédons, ces reconnais-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sances photographiques n'auront guère d'utilité; d'ailleurs, elles

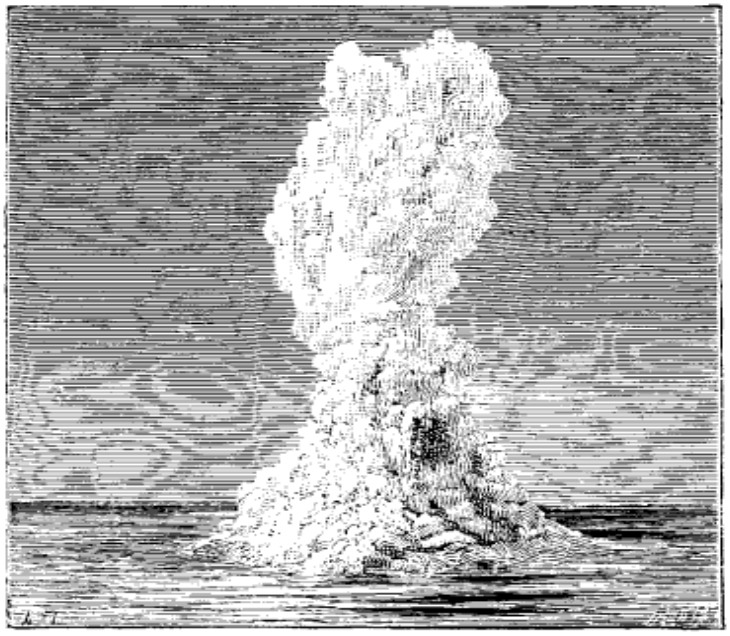


Fig. 269. — Explosion d'une torpille sous-marine.

Fig. 269 *bis*. — Explosion d'une série de torpilles sèches.

peuvent être entravées par le temps, la nuit, et leur efficacité en est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

encore rendue plus douteuse; tel est l'avis formel de M. le colonel Fribourg et nous ne pouvons que partager cette opinion si autorisée.

On a alors pensé à utiliser la photographie en ballon. Nous allons étudier cette application si intéressante à divers points de vue et voir si, en particulier, au point de vue militaire, elle peut avoir quelque utilité.

713. Photographie en ballon.

Nous n'entreprendrons pas l'historique de cette question. Qu'il nous suffise de dire que les premiers essais sont dus à Nadar père, en 1856 et que le problème, qui était compliqué avec les anciens procédés, est absolument simple avec les préparations rapides aujourd'hui fabriquées. Un appareil quelconque peut être employé avec un objectif aplanétique de 25 à 35 de foyer. Il est nécessaire d'avoir un bon obturateur et des plaques rapides. La mise au point est inutile; il suffit d'avoir un repère pour mettre le plan focal à la distance qui correspond à l'infini (1). L'appareil peut être tenu à la main pour prendre des vues obliques ou disposé sur un support particulier pour opérer verticalement. Le développement des clichés ne comporte aucune difficulté.

Les vues obtenues en ballon, par leur finesse, leur précision, pourraient évidemment donner des renseignements très complets sur les forces ennemies, leurs positions, si l'on pouvait se diriger et approcher suffisamment. Or, il n'en est pas ainsi : la direction des ballons n'a pas encore reçu de solution absolument pratique et l'aérostat doit être au moins à 5 ou 6 kilomètres des batteries ennemies, comme il résulte des expériences faites au camp de Châlons. A de pareilles distances, les documents photographiques seront évidemment de dimensions tellement réduites qu'ils ne peuvent être utilisés. Il faudrait alors pouvoir employer des dispositifs spéciaux pour opérer à grande distance mais ces appareils, dont nous allons parler dans un instant, seront certainement d'un maniement fort difficile dans une étroite nacelle et leur champ est absolument insuffisant. Dans la guerre de campagne, la photographie en ballon ne paraît donc pas devoir rendre de grands services.

Il n'en est pas de même de la guerre de siège. La défense peut organiser un ballon captif de vastes dimensions qui permettra d'emporter les appareils nécessaires; l'assiégeant, de son côté, que nous supposons environnant la place complètement, pourra utiliser les

(1) Il est bien entendu que ceci n'est vrai qu'à une certaine altitude; si l'on opère en ballon captif ou en ballon libre près de terre, la mise au point peut devenir nécessaire.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vents convenables en choisissant le point de départ, de façon à passer au-dessus et à redescendre du côté opposé. Les documents récoltés ainsi seront plus précis et plus nombreux que ceux que l'on pourrait recueillir à simple vue.

Il y a encore moins à attendre, au point de vue militaire, de la photographie en ballon captif; cependant il convient de signaler le

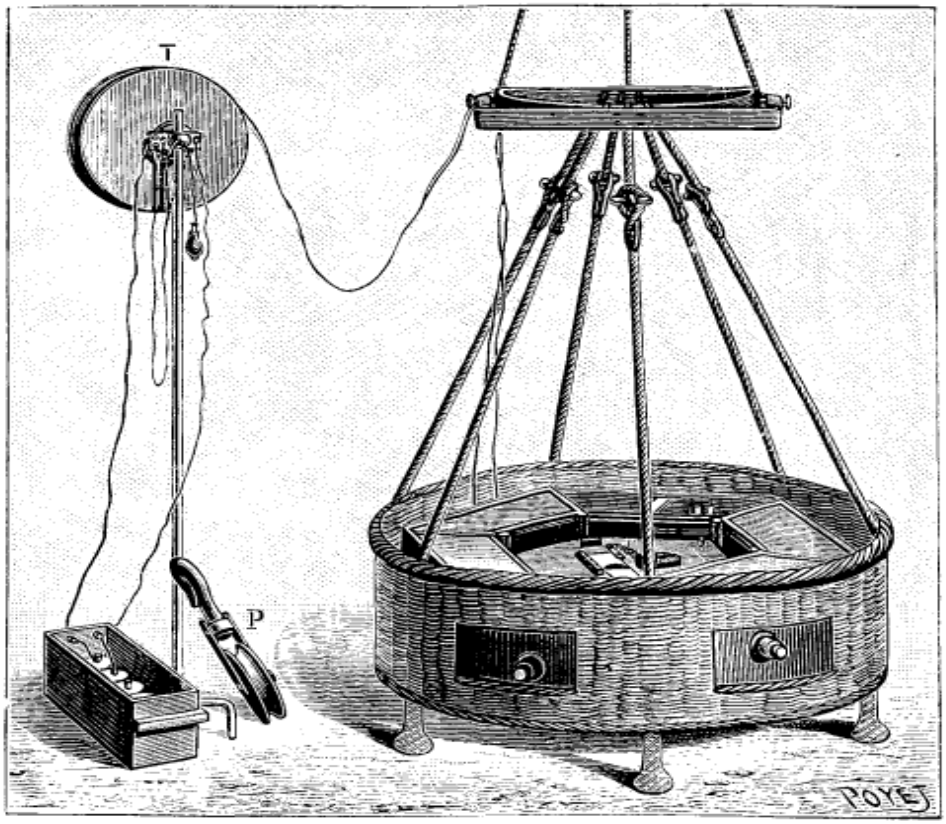


Fig. 270. — Dispositif de M. Triboulet pour la photographie en ballon captif non monté.

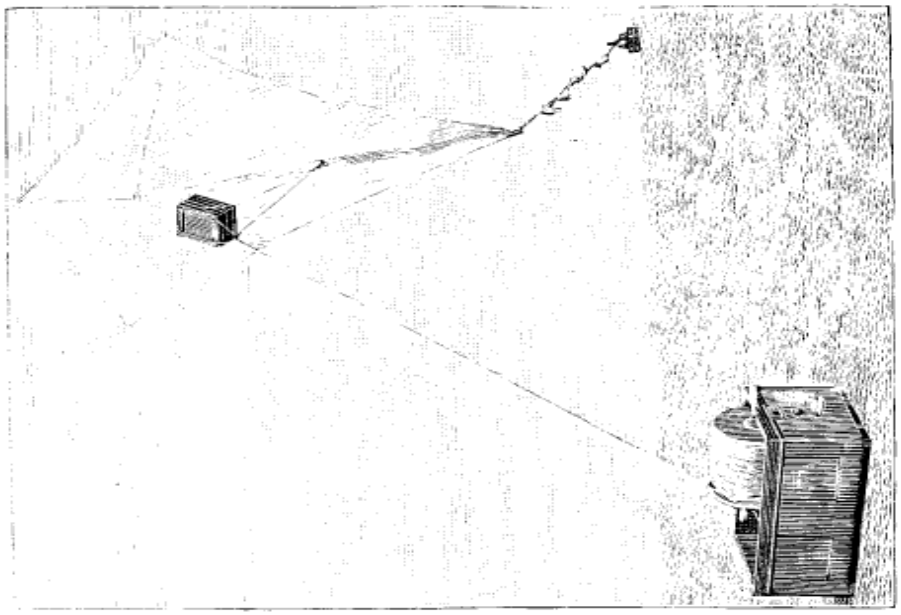
dispositif très intéressant de M. Triboulet qui permet, au moyen d'appareils disposés en hexagone dans une nacelle, de relever tout le tour d'horizon; un dernier appareil situé dans la partie inférieure est destiné à donner une vue plane du terrain situé en dessous de l'aérostat. Les obturateurs de ces divers appareils sont commandés électriquement et peuvent être déclenchés de terre d'une façon simultanée (fig. 270).

714. Photographie en cerf-volant.

La photographie en cerf-volant, encore moins que la photographie

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en ballon, ne pourra rendre de services et son rôle nous paraîtrait



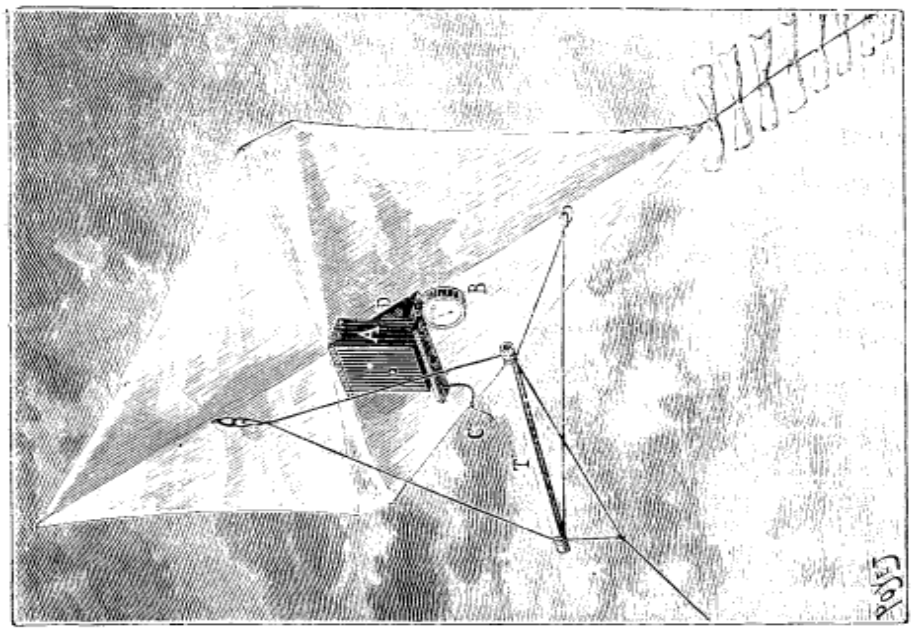


Fig. 271. — Photographie en cerf-volant.
Dispositif de M. E. Wenz. L'appareil est fixé dans la bride.
Dispositif de M. Batut. L'appareil fait corps avec le cerf-volant.

plutôt indiqué pour faire des relevés dans les voyages d'exploration. A ce titre, elle peut avoir un intérêt sérieux.

Cette question a été particulièrement étudiée par M. A. Batut.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui a publié à ce sujet une brochure très complète (1). Elle a été reprise depuis avec grand succès par M. E. Wenz. Le cerf-volant de M. Batut a $2^m,50$ sur $1^m,75$. Il est en papier recouvert de toile aux angles. La chambre est rigide et fait corps avec le cerf-volant; pour dégager le champ de l'objectif, M. Batut se sert d'une double bride supportant une sorte de palonnier des extrémités duquel partent deux cordelettes qui vont se réunir au câble principal. L'obturateur est constitué par une guillotine placée devant l'objectif et qui est maintenue par une mèche d'amadou que l'on allume au moment du départ. Le dévidoir est constitué par une grosse bobine munie de fortes poignées (fig. 271).

M. Wenz a adopté les mêmes dimensions que celles indiquées précédemment, mais il s'est attaché à rendre le cerf-volant démontable pour en faciliter le transport. La chambre adoptée est, suivant les cas, du format $11 \times 15,5$ ou 18×24; elle est en bois léger. L'objectif est à monture d'aluminium. Comme mode de suspension, M. Wenz préfère suspendre la chambre à même dans la bride, ce qui permet de l'incliner à volonté et de dégager complètement le champ. Le dévidoir est installé dans une boite reposant sur le sol et, au moyen d'engrenages convenables, il permet une manœuvre rapide. Les résultats donnés avec ces appareils sont des plus satisfaisants et sont susceptibles, dans certaines hypothèses, de rendre de véritables services.

715. Photographie à grande distance.

Nous avons vu la nécessité d'obtenir des images photographiques à grande distance dans la photographie en ballon, cette application aurait également une certaine importance dans la guerre de siège, chacun des combattants ayant intérêt à relever les positions de l'ennemi. Il ne faut cependant par s'exagérer la valeur de ces résultats. La plupart du temps l'observation faite avec une bonne lunette sera suffisante : néanmoins, d'une manière générale, le problème posé est utile à étudier.

On peut obtenir un grossissement quelconque d'un objet situé à une distance déterminée par l'allongement du foyer de l'objectif employé. Mais on est vite arrêté dans cette voie peu pratique par suite du tirage considérable qu'il faut donner à la chambre noire. On peut encore recevoir sur un verre dépoli l'image donnée par un objectif de foyer moyen et agrandir directement celle-ci avec un objectif de court foyer. Mais il faudra deux chambres et la dimension de ces deux appareils sera encore importante. Un autre pro-

(1) A. Batut, *La Photographie aérienne par cerf-volant*. Paris, Gauthier-Villars et fils.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cédé indiqué par M. Lacombe consiste à adapter un appareil photographique à une lunette terrestre.

Actuellement tous ces procédés sont abandonnés pour employer des objectifs construits spécialement pour opérer à longue distance et qu'on nomme les *télé-objectifs*. Ces appareils se composent d'un objectif ordinaire monté sur un tube à l'arrière duquel se trouve un système divergent, mobile au moyen d'une crémaillère; ce système est formé de deux lentilles d'indices différents collées ensemble; il reprend l'image donnée par l'objectif avant la concentration du foyer lumineux et la projette sur la plaque avec un agrandissement plus ou moins considérable qui sera fonction de l'écart existant entre les deux combinaisons. Divers opticiens, MM. Jarret, Derogy, Hermagis, en France, Dallmeyer, Miethe, Steinheil à l'étranger ont présenté d'excellents instruments de ce genre. Nous

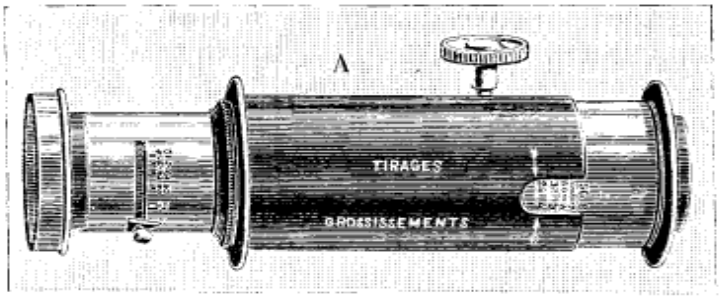


Fig. 272. — Télé-objectif.

donnons (fig. 272), l'aspect du télé-objectif qui a été construit sur les indications de MM. Fourtier et Houdaille, par MM. Clément et Gilmer. Il présente une innovation précieuse dans l'espèce, c'est que les divers grossissements donnés par l'instrument ont été calculés et qu'une graduation établie sur la monture permet de savoir pour chacune des positions le tirage nécessaire de la chambre noire; on évite ainsi tous les tâtonnements. Le télé-objectif Houdaille, muni d'un objectif panorthoscopique en verres d'Iéna et d'une lentille divergente de $0^m,038$ de diamètre est très lumineux et permet à la rigueur de faire des épreuves instantanées.

Il est intéressant de comparer les résultats obtenus avec l'objectif seul et le même objectif disposé en télé-objectif. A cet effet, nous donnons la reproduction d'une très intéressante épreuve faite par M. Fourtier (fig. 273). L'emploi du télé-objectif sera très précieux pour obtenir à une échelle suffisante l'image d'un objet très éloigné ou les détails d'un sujet dont on ne peut s'approcher suffisamment. Il peut même servir pour obtenir des portraits de grandes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dimensions ainsi qu'il ressort des dernières expériences faites par MM. Fourtier et Houdaille. Les résultats peuvent dans une certaine mesure être supérieurs à ceux que l'on obtiendrait par l'agrandisse-

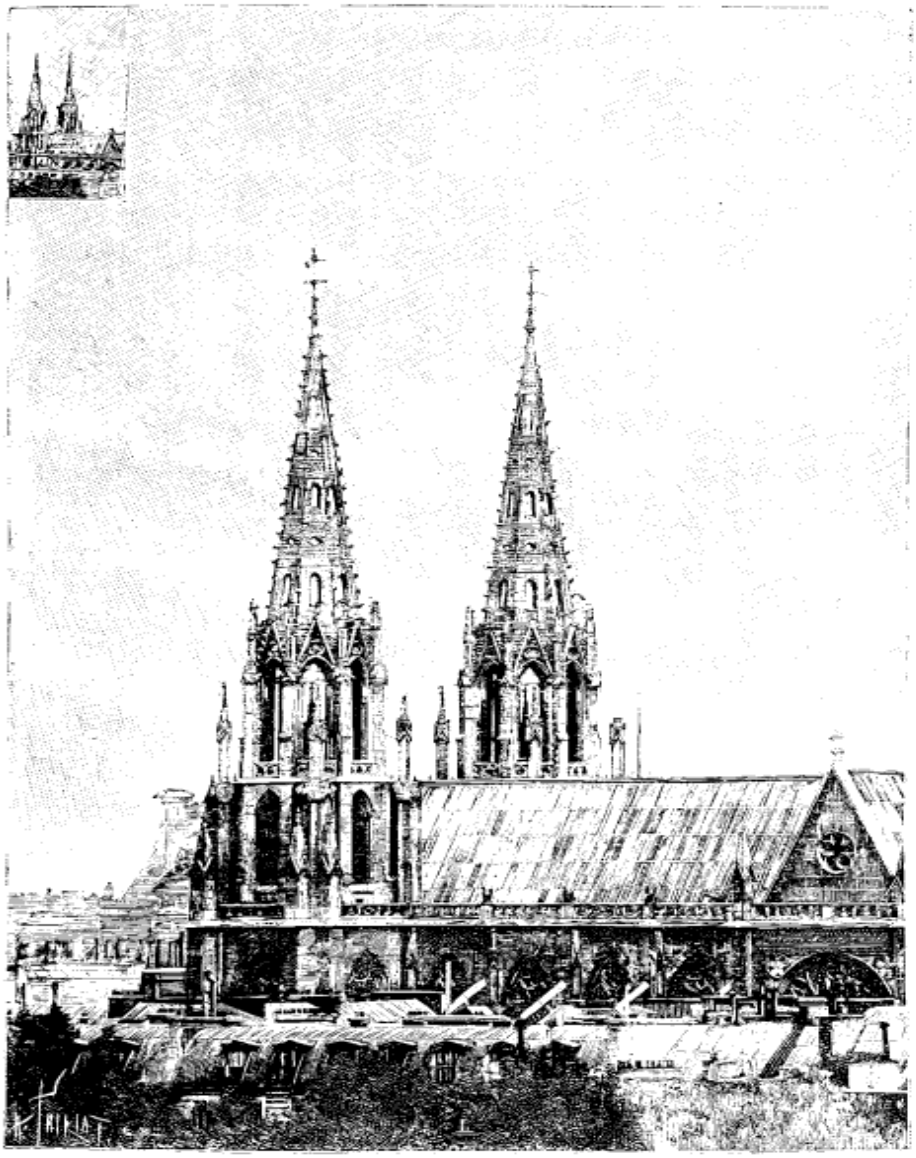


Fig. 273. — Vue avec Télé-objectif (dans le haut se trouve la même vue prise du même point au moyen de l'objectif seul).

ment d'un négatif ordinaire qui est toujours plus ou moins grenu; enfin, dans tous les cas, le tirage de l'appareil reste dans des limites raisonnables ce qui n'est nullement à dédaigner dans l'espèce.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XIV

LA MICROPHOTOGRAPHIE

716. Le lecteur connaît l'importance des découvertes qui sont dues à l'analyse par le microscope soit dans les sciences physiques soit dans les sciences naturelles. En quoi la photographie peut-elle être utile au micrographe, étendre le domaine de l'observation directe; telles sont les questions qu'il nous faut traiter tout d'abord?

D'une manière générale, on peut dire que l'observation au microscope est absolument personnelle en ce sens que, pour garder la trace durable d'un phénomène, l'opérateur est obligé d'avoir recours, soit à sa mémoire seule, soit, dans certains cas, à un dessin qui pourra toujours être soupçonné d'interprétation. Nous ne voulons pas critiquer ici les dessins exécutés par certains artistes spéciaux d'après les préparations microscopiques, ils auront certes dans la majorité des cas une valeur schématique indiscutable; mais, il est évident que la possibilité de reproduire l'image telle qu'elle est perçue, est une ressource d'un prix inestimable donnée par la photographie. Ces documents peuvent être étudiés, discutés par les personnes compétentes, alors même qu'elles n'ont pas sous les yeux la pièce originale. En effet, si certaines préparations microscopiques sont stables et se prêtent facilement à des examens continuels, d'autres ne sont en quelque sorte que momentanées et elles s'altèrent rapidement. Il en est ainsi principalement pour les préparations faites à l'état frais. Enfin, même parmi les préparations qui ont subi des opérations spéciales pour en assurer la conservation, on peut constater néanmoins à la longue des altérations manifestes (le cas est fréquent pour les préparations histologiques). A ce point de vue donc, la photographie est d'une utilité indéniable pour conserver le résultat des observations faites au microscope et en permettre la divulgation la plus large. Enfin

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

elle donnera le moyen de faire des comparaisons et même des mensurations, opérations non moins nécessaires et fructueuses. Dans l'observation directe, la comparaison ne peut se faire par l'examen simultané des deux objets rapprochés et la mémoire de l'observateur est le seul lien, lien sujet à caution du reste. Grâce à la photographie, cette opération devient élémentaire et peut porter sur un nombre quelconque de sujets similaires ou non. Les mesures que l'on pourra faire sur les négatifs auront par suite un caractère de sincérité incontestable.

Pour ces diverses raisons, l'application de la photographie aux études microscopiques constitue une branche toute spéciale de cette science et nécessite par suite un examen détaillé, bien qu'elle ne soit en somme qu'un cas particulier de l'agrandissement photographique. Mais pour arriver aux grossissements considérables qui sont nécessaires dans l'espèce, il faut employer des dispositifs spéciaux, des méthodes particulières qui en font un tout complètement distinct. Ceci est tellement vrai qu'à l'heure actuelle on ne compte plus les nombreux modèles qui ont été indiqués pour la mise en œuvre de la microphotographie.

717. Le matériel nécessaire comprend : le système éclairant, le microscope et la chambre noire. Suivant l'importance des travaux que l'on veut exécuter, nous décrirons trois installations générales qui correspondent à l'installation d'un laboratoire spécial de microphotographie, à l'organisation du micrographe qui, sans faire de la photographie un auxiliaire permanent, croit utile de temps en temps de recourir à elle, et enfin aux études qu'un amateur peut faire avec un matériel très simplifié.

DESCRIPTION SYSTÉMATIQUE DES PRINCIPAUX DISPOSITIFS EMPLOYÉS EN MICROPHOTOGRAPHIE

Appareils spéciaux pour la microphotographie.

718. De nombreux modèles sont établis par les maisons Nachet, Vérick, Duboscq, Bézu et Hausser, en France : à l'étranger, nous citerons les appareils de MM. Zeiss, Beck, Powell et Lealand qui sont universellement connus.

Ces appareils peuvent appartenir à plusieurs classes absolument distinctes, les appareils horizontaux, verticaux, à inclinaison variable ou renversée, ces diverses dispositions étant nécessitées par le genre de préparation à étudier ou par le goût personnel de l'opérateur qui préfère telle ou telle position pour la commodité du travail.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

719. Appareils horizontaux. — Ces appareils comprennent un banc d'optique sur lequel peuvent coulisser les divers organes essentiels, source éclairante, condensateur, diaphragme, cuve à faces parallèles, microscope et chambre noire (fig. 274). Dans le grand modèle de Zeiss, la chambre noire est isolée sur un chariot coulissant de telle façon que l'on peut régler par l'observation directe l'éclairage, la mise en plaque, la mise au point et ne rapprocher la chambre noire que lorsque ces diverses opérations, qui sont délicates et quelquefois fort longues, seront terminées. On rectifie alors la mise au point sur le verre dépoli en agissant sur la vis micrométrique du microscope au moyen d'une tige de manœuvre spéciale.

720. La réunion de la chambre noire au microscope doit se faire au moyen de dispositifs particuliers qui évitent toute admission de

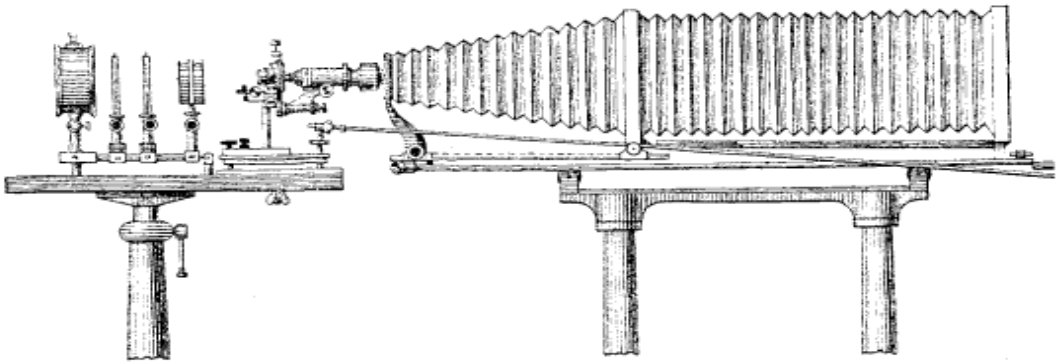


Fig. 274. — Grand appareil de microphotographie horizontal.
(Modèle de M. Zeiss.)

lumière et qui suppriment tout contact entre ces deux organes : en effet le moindre mouvement imprimé à la chambre pendant la mise au point, le placement du châssis ou son ouverture amènent fatalement le dérangement de la mise au point. Zeiss se sert d'un manchon à doubles parois fixé sur le microscope : la chambre noire reçoit un manchon analogue mais construit de telle façon que les parois circulaires s'emboîtent les unes dans les autres sans se toucher. En pratique on obtient des résultats suffisants pour cette liaison au moyen d'un manchon en étoffe imperméable à la lumière et très souple ou d'un petit soufflet de chambre très léger.

721. Pour éviter le déplacement de la chambre qui exige une installation sur rails très bien faite et compliquée, Nachet emploie un microscope spécial muni d'un second tube à angle droit avec le premier (fig. 275). Ce tube sert pour l'observation directe et reçoit l'image

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

renvoyée par un prisme à réflexion totale (fig. 276). Une fois le réglage effectué, on déplace le prisme et l'image est alors reçue sur la surface sensible. Ce système, très ingénieux, a été aussi employé par

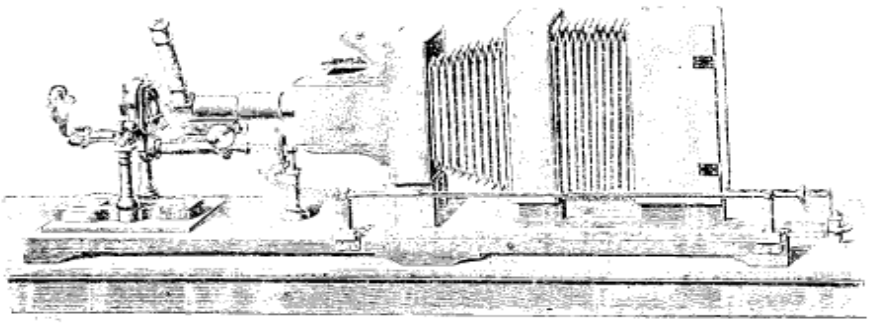


Fig. 275. — Grand appareil de microphotographie horizontal. (Modèle de M. Nachet.

M. Nachet pour obtenir des photographies instantanées d'objets en mouvement placés dans le champ du microscope. L'examen de l'image se fait par le tube d'observation et, au moment voulu, on déclenche le prisme qui s'efface un instant très court et revient de

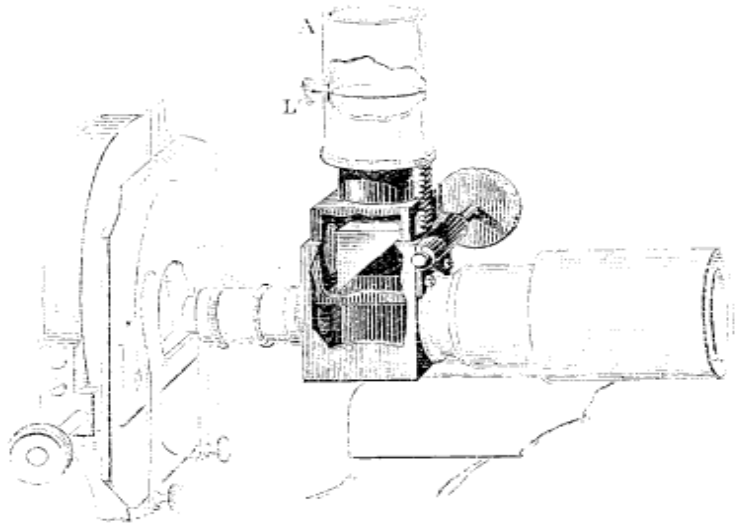


Fig. 276. — Dispositif à prisme de M. Nachet permettant l'examen de l'image au moyen d'un tube latéral.

suite en faisant en quelque sorte fonction d'obturateur. La disposition horizontale ne peut pas être employée pour l'étude des préparations enfermées dans les liquides, c'est pour cette raison que bien des opérateurs préfèrent la disposition verticale.

722. Appareils verticaux. — Dans cette catégorie d'appareils,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le microscope est vertical et est surmonté de la chambre noire. Le banc optique est toujours horizontal et la lumière est réfléchie dans la direction convenable au moyen du miroir même du microscope, miroir qui est supprimé dans les appareils horizontaux.

Le grand modèle de Nachet (fig. 277) appartient à cette catégorie.

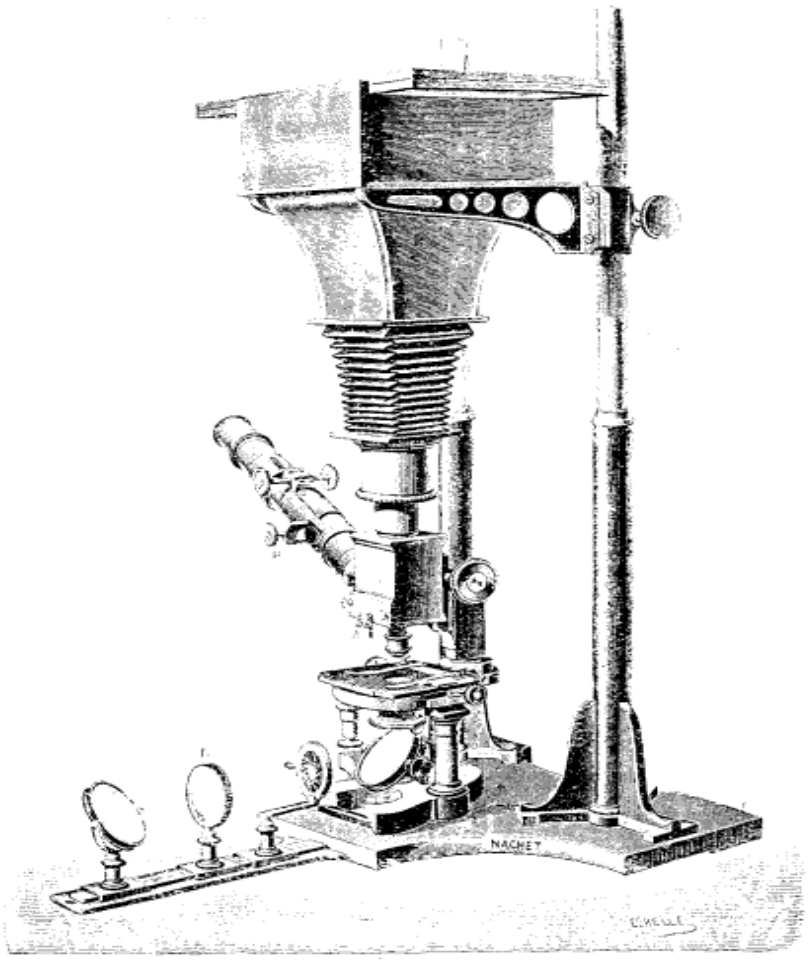


Fig. 277. — Appareil de microphotographie vertical. (Modèle de M. Nachet.) — A. Détente du prisme. — D. Tube d'observation. — L. Banc optique.

il est encore muni d'un second tube destiné à l'observation mais au lieu d'être à angle droit, il est à 45° de façon à se trouver à hauteur de l'œil de l'observateur. Un autre tube coudé, situé à l'arrière, permet d'examiner directement l'image dans le plan focal sans avoir besoin de s'élever au-dessus de l'appareil (1). Cette position est en

(1) Ce tube annexe n'est pas représenté dans la figure 277.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

effet absolument nécessaire avec les appareils verticaux, et elle est souvent fort gênante lorsque le tirage de la chambre est considérable. En général, la mise au point s'effectue sur une surface blanche mise dans le plan focal en place du verre dépoli ; on l'examine avec des dispositifs spéciaux comme celui de Nachet ou bien en ménageant dans le corps de la chambre une petite porte qui permet l'examen direct (Voir fig. 282). Cette disposition est la plus

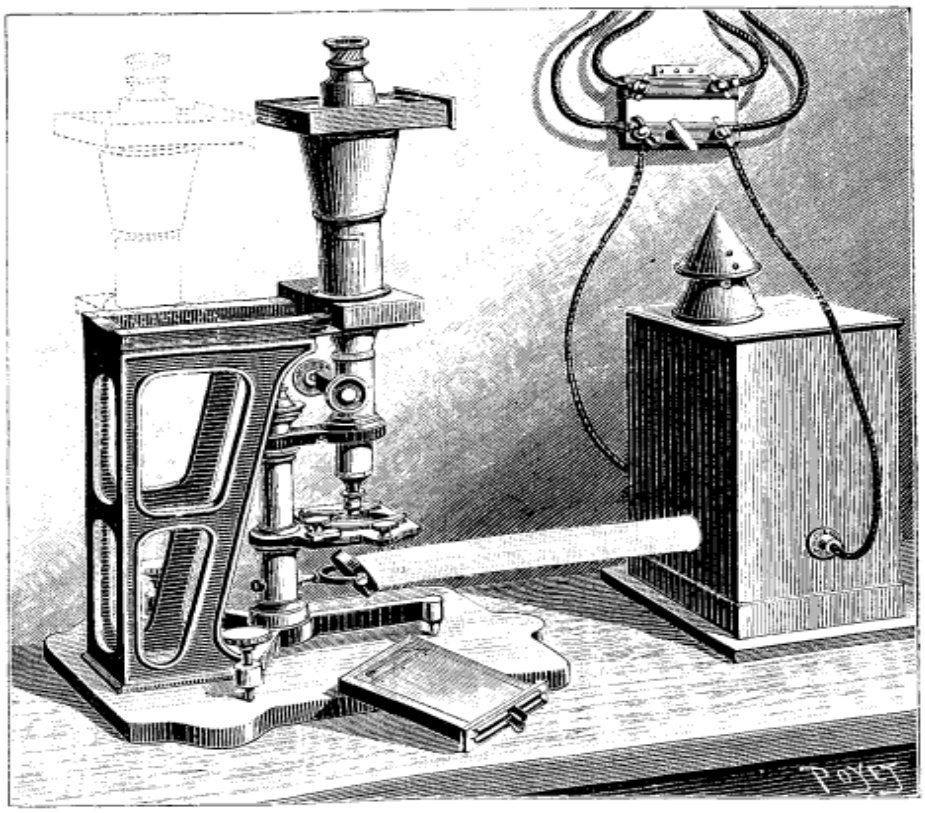


Fig. 278. — Appareil microphotographique vertical à déplacement de la chambre noire. (Modèle de M. Duboscq.)

simple, et elle avait été indiquée il y a bien longtemps par Moitessier.

Au lieu de laisser la chambre à demeure sur le microscope, ce qui nécessite un dispositif spécial, on peut adopter une autre solution qui consiste à faire l'examen de la préparation par les procédés habituels et à superposer la chambre noire au moment d'opérer. C'est ainsi qu'est construit l'appareil qui sert au laboratoire municipal pour l'examen des falsifications de denrées alimentaires (fig. 278). M. Yvon vient également dans le même ordre d'idées de faire cons-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

truire un dispositif encore plus simple et qui, au moyen d'un chariot coulissant, permet d'amener au-dessus du microscope un petit châssis négatif contenant la plaque sensible (fig. 279). Dans ce modèle, l'examen se fait au moyen d'une forte loupe, dont le foyer coïncide rigoureusement avec le plan focal (1). On peut donc examiner l'image dans ce plan et déterminer une mise au point très précise ; pour l'examen total de l'image, on peut, par un mouvement de la coulisse, amener un verre dépoli dans le plan focal.

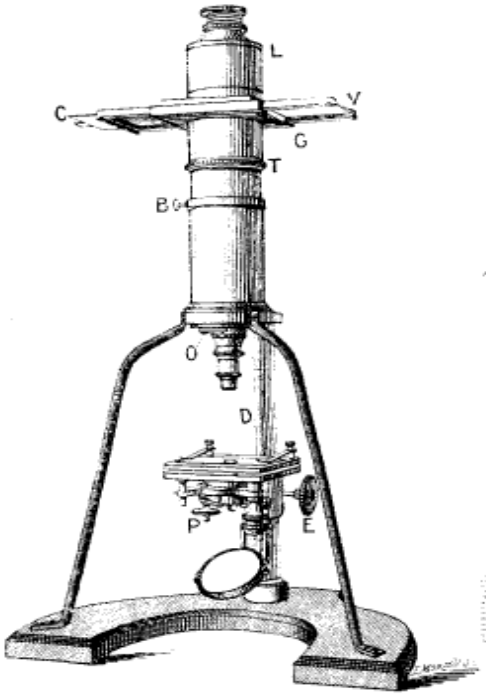


Fig. 279. — Appareil microphotographique à large tube de M. Yvon. — T. Tube de large diamètre. — G. Cadre surajouté. — V. Verre dépoli. — C. Châssis négatif. — L. Loupe.

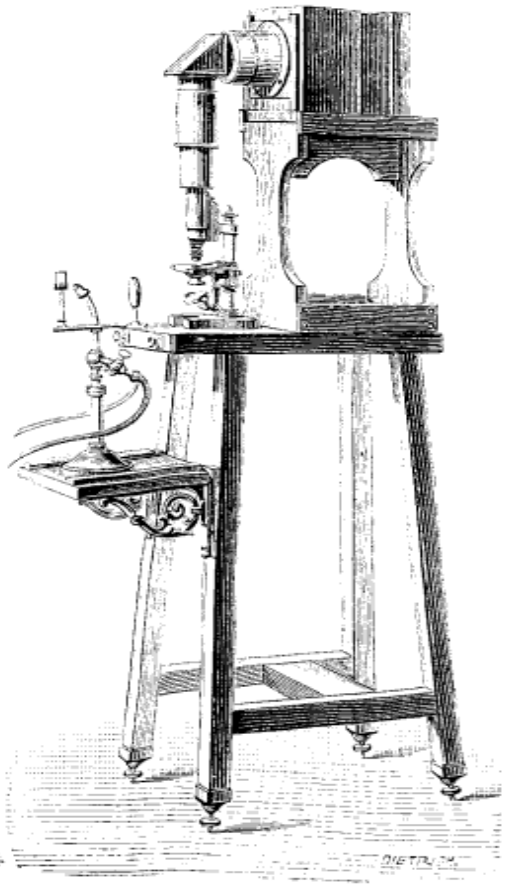


Fig. 279 *bis*. — Appareil microphotographique coudé. (Modèle de M. Aimé Girard.)

Les deux appareils précédents ne peuvent être utilisés que pour obtenir des négatifs de dimensions restreintes, absolument suffisants du reste dans la plupart des hypothèses, mais il peut être nécessaire d'obtenir dans certains cas des épreuves de format plus

(1) Grâce à sa combinaison spéciale cette loupe permet d'embrasser tout le champ de l'image.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

considérable, il est alors indispensble d'augmenter en conséquence les dimensions de la chambre. C'est ce qu'a parfaitement réalisé notre habile collègue M. L. Duchesne dans le magnifique appareil qu'il a présenté lors de sa conférence au Conservatoire national des arts et métiers. Le microscope est placé à poste fixe sur la table d'observation, des plateaux montés sur un banc d'optique peuvent recevoir les divers dispositifs nécessaires, ils sont d'ailleurs mobiles dans le sens vertical, ce qui permet de centrer facilement et rapidement. La chambre noire, de tirage considérable et qui peut recevoir des plaques jusqu'au 18×24, est montée sur un fort bâti glissant sur des rails parallèles ; on peut l'amener au moment voulu au-dessus du microscope. Au moyen de cet appareil, M. L. Duchesne a pu obtenir de remarquables épreuves de diatomées qui ont permis d'élucider des points importants sur la nature de ces infiniments petits.

Une disposition intéressante que renferme cet appareil est une petite turbine à air, construite par M. Trouvé sur les indications de l'auteur, et qui permet d'agir à distance et d'une façon très douce sur la vis micrométrique. Cette turbine renferme deux séries d'ailettes disposées de part et d'autre d'un disque moteur, mais elles sont de sens contraires. Au moyen d'une double canalisation, on fait arriver l'air envoyé par une poire pneumatique d'un côté ou de l'autre, de façon à avoir un mouvement dans un sens ou dans l'autre ; la transmission du mouvement à la vis micrométrique se fait au moyen d'un collier de caoutchouc pressant légèrement la tête moletée de cette vis.

L'inconvénient des appareils verticaux que nous avons déjà signalé, provient de la hauteur de l'ensemble qui nécessite l'élévation de l'opérateur sur un support convenable. Le travail est pénible dans ces conditions, aussi a-t-on cherché à combiner des appareils mixtes permettant d'opérer sur des préparations liquides, le microscope étant par suite vertical, et la chambre étant néanmoins horizontale. Moitessier à indiqué une solution simple qui consiste à placer au-dessus du microscope un prisme à réflexion totale. La disposition préconisée par M. Aimé Girard est du même genre, mais l'auteur emploie un miroir argenté à la surface et placé également à 45°. L'appareil construit sur ces données est particulièrement pratique, tous les organes étant bien ramassés grâce à la position du plan réfléchissant qui partage d'une façon inégale la ligne focale (fig. 279 *bis*).

723. Appareils à inclinaison. — Nachet a construit un appa-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

reil de cette catégorie pour les épreuves de petites dimensions. Il peut prendre toutes les inclinaisons voulues entre la verticalité et l'horizontalité complète. On fait l'observation directe et on amène

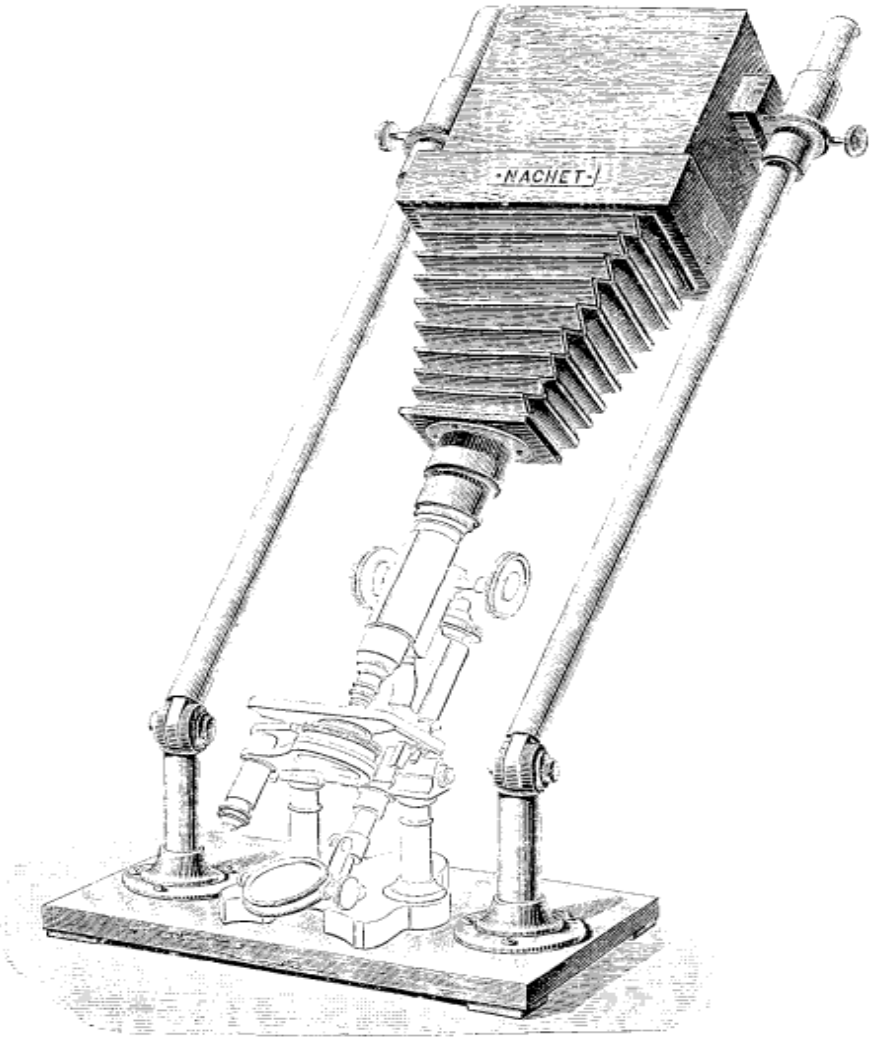


Fig. 280. — Appareil microphotographique à inclinaison variable. (Modèle de M. Nachet.)

la chambre de façon à surmonter le microscope dans quelque position que soit celui-ci (fig. 280).

724. Appareils renversés. — Le meilleur modèle est établi par Nachet et a l'avantage d'opérer sur des préparations placées horizontalement ; l'observation et la pose peuvent se faire sans rien

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

modifier au dispositif. Cet appareil est fort bien compris et peu embarrassant. La conservation du miroir destiné à réfléchir l'image est le seul point délicat (fig. 281).

725. Appareils simplifiés. — On peut éviter l'emploi des appareils spécialement construits pour la microphotographie, assez coûteux en général, par une disposition plus simple qui consistera à utiliser le microscope d'observation et à le surmonter d'une

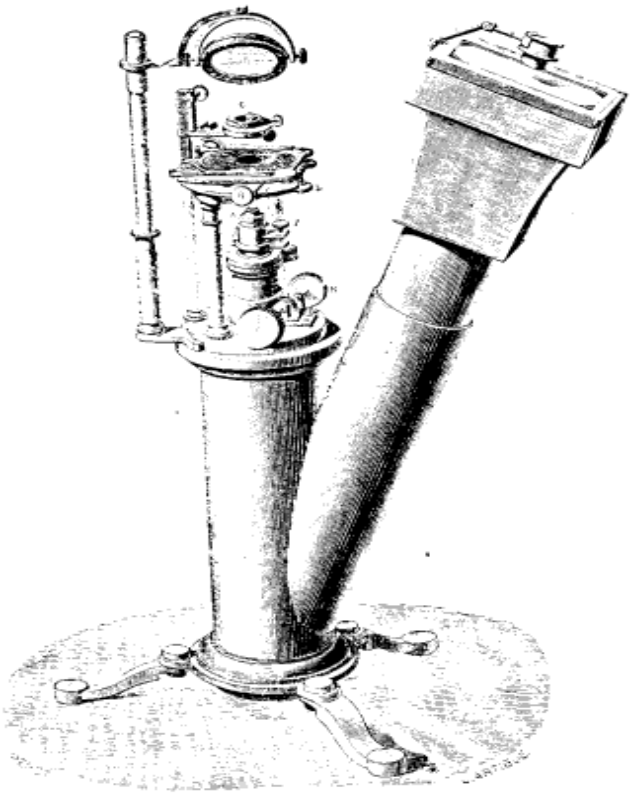


Fig. 281. — Appareil microphotographique renversé. (Modèle de M. Nachet.)

chambre noire quelconque fixée sur un support convenable. Le mieux est d'établir une planchette verticale munie de guides latéraux pour maintenir la chambre sur les côtés. Cette planchette porte au milieu, dans toute la hauteur, une rainure par laquelle on introduit un écrou destiné à fixer la chambre et à la maintenir au niveau convenable. La mise au point étant toujours délicate, si l'on opère sur le verre dépoli, on peut employer le système préconisé par M. Moitessier il y a longtemps déjà. Le cadre d'arrière est beaucoup plus épais que dans un appareil ordinaire et il est muni

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de portes latérales qui permettent d'examiner directement l'image reçue sur une surface plane et blanche (fig. 282).

On peut, du reste, réaliser cette disposition en faisant ajouter sur un appareil quelconque un corps supplémentaire qui affectera cette disposition et prendra la place du verre dépoli. Le logement du verre dépoli sera reporté à la partie supérieure de ce cadre supplémentaire.

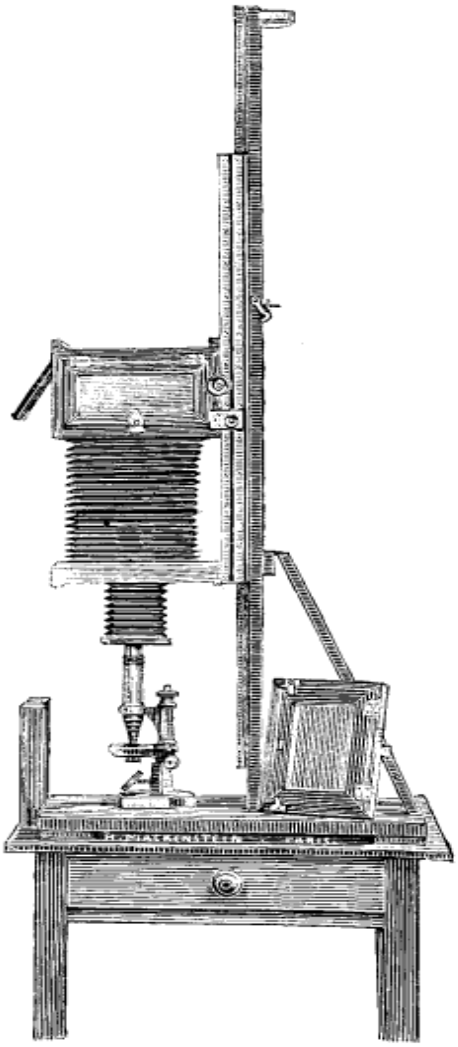


Fig. 282. — Chambre photographique verticale disposée au-dessus du microscope d'observation (construite sur les données de M. Thouroude et de l'auteur par M. Mackenstein).

726. Bien que le microscope habituel puisse servir à la rigueur, il est préférable d'employer des modèles à large tube tels que celui que nous représentons (fig. 283) et qui est dû à M. Yvon. L'avantage du large tube apparaît principalement lorsque l'on veut reproduire des préparations à large surface.

Dans tous les cas, l'intérieur du tube devra être noirci avec soin pour éviter d'une façon absolue les reflets : ceux-ci sont moins à craindre dans les tubes de gros diamètre que dans les tubes ordinaires.

727. Appareil de microphotographie simplifiée.

Il nous reste à décrire un dernier dispositif qui s'adapte sur toute chambre photographique comme un objectif ordinaire et qui permet, par suite, de faire de la microphotographie sans rien modifier au matériel courant (fig. 284). Ce dispositif très ingénieux a été imaginé par M. Lemardeley et il mérite une description détaillée (fig. 284 *bis*). Il se compose d'une platine P montée sur colonnes et portant deux valets V V. En O, on aperçoit l'objectif muni d'un mouvement micrométrique M. C est un condensateur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En D se trouve le diaphragme destiné à limiter le champ de l'image. Le tout se fixe sur une rondelle R analogue à celle des objectifs photographiques et qu'il suffit de monter sur la chambre noire.

Cet appareil comporte en somme tous les organes d'un microscope

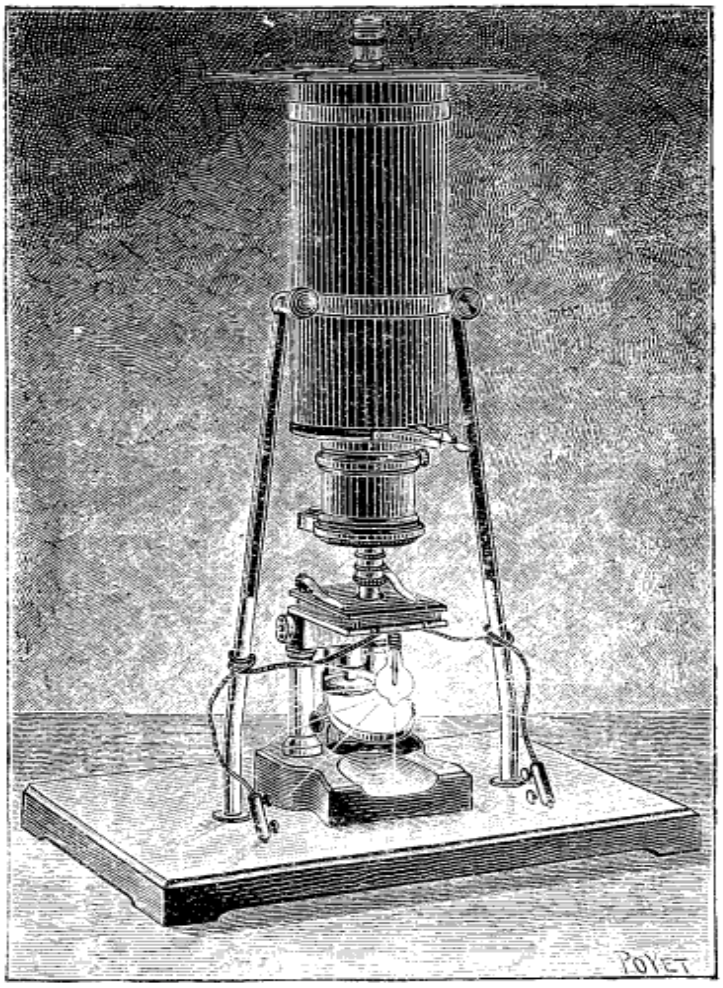


Fig. 233. — Microscope vertical à large tube éclairé à la lumière électrique construit sur les données de M. Yvon.

ordinaire moins le tube, l'oculaire et les dispositifs d'éclairage. Il suffit en effet d'éclairer la préparation directement au moyen d'une source de lumière convenable. Celle que nous employons généralement est la lumière oxhydrique; nous nous servons d'une petite perle de magnésie pour obtenir un foyer lumineux très réduit. Grâce au système de platine renversée, la préparation se trouvera toujours

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans un même plan à condition de mettre le couvre-objet du côté de l'objectif. Par suite, l'auteur a pu régler son appareil pour des grossissements déterminés, ce qui évite tous tâtonnements. A cet

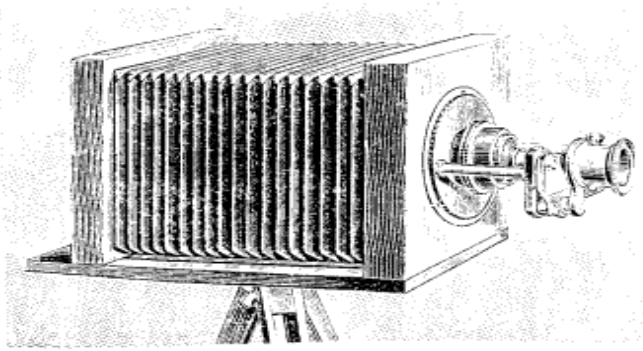


Fig. 284. — Appareil de microphotographie, monté sur une chambre noire ordinaire à la place de l'objectif. (Modèle de M. Lemardeley.)

effet, le tube portant l'objectif peut se déplacer dans le tube extérieur qui porte des encoches correspondant aux emplacements

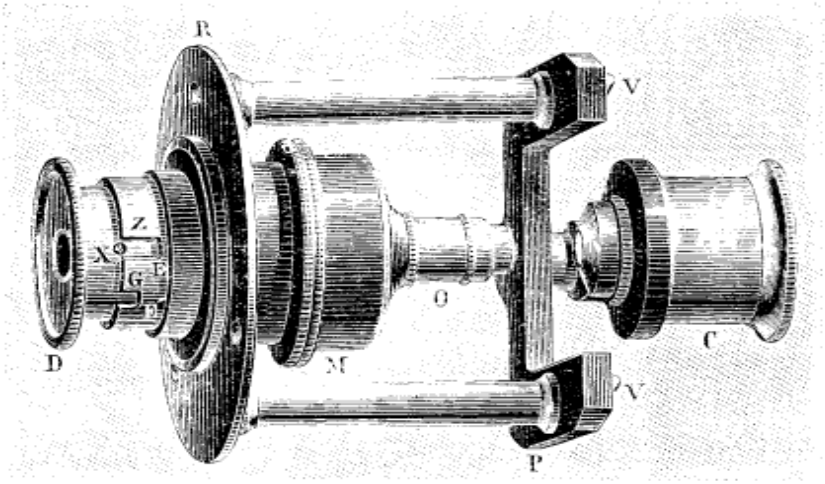


Fig. 284 *bis*. — Détail de l'appareil Lemardeley. — O. Objectif. — M. Mouvement micrométrique. — C. Condensateur. — P. Platine. — VV. Valets. — D. Diaphragme. — X. Goupille fixe du tube porte-objectif. — Z. E. E'. Diverses positions de la goupille X.

convenables pour les divers grossissements. La vis micrométrique ne sera employée dans ce cas que pour parachever la mise au point. Les substitutions d'objectifs se font facilement et permettent d'obtenir des grossissements variant dans l'appareil commercial de 1 à 50 diamètres; rien n'empêche d'aller plus loin au moyen d'objectifs

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plus puissants. Grâce à la grande échancrure de la platine, cet appareil convient parfaitement pour la reproduction des préparations à large surface.

TECHNIQUE SPÉCIALE DE LA MICROPHOTOGRAPHIE

728. Après cette revue rapide des principaux dispositifs employés pour la microphotographie, il faut examiner les différents détails concernant l'éclairage, le microscope et l'obtention du négatif, notre intention n'étant d'indiquer que ce qui est utile pour le photographe, les autres questions dépendant du domaine de la mi-

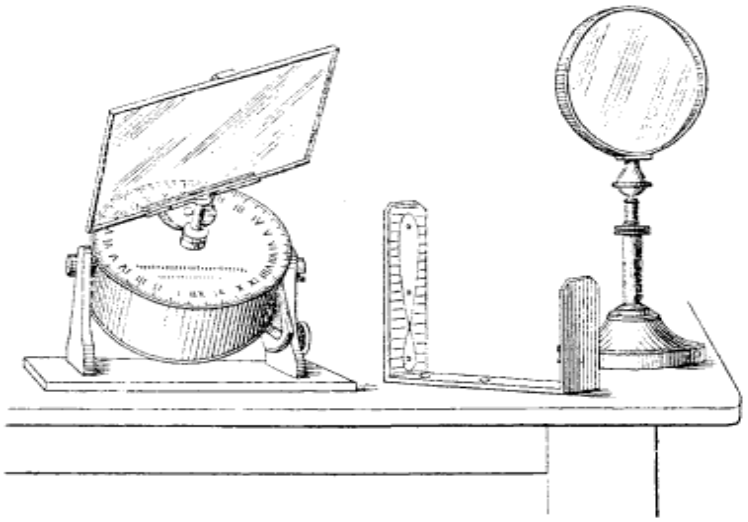


Fig. 285. — Héliostat destiné à maintenir les rayons du soleil dans une direction toujours constante. (Modèle de M. Praszmoski.)

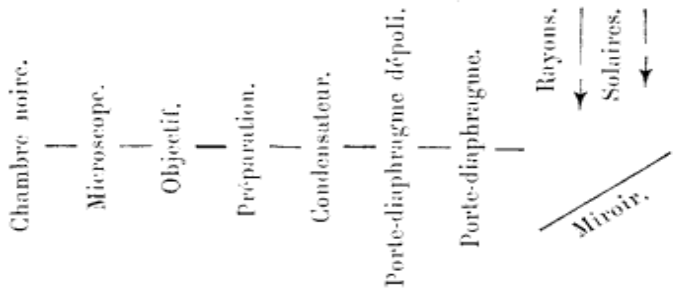
croscopie proprement dite. Il est évident, d'ailleurs, que pour réussir en microphotographie, il faut au préalable savoir se servir du microscope.

729. Éclairage. — Si, en principe, la lumière diffuse est suffisante pour l'observation directe, il est nécessaire pour utiliser la photographie d'employer un éclairage intense. Ceci tient à l'étroitesse de l'ouverture de l'objectif, à l'emploi fréquent de diaphragmes très petits, à l'interposition souvent nécessaire d'écrans colorés. On utilisera donc la lumière solaire ou les lumières artificielles, lumière électrique, oxhydrique ou certaines lampes intensives au pétrole ou au gaz (bec Aüer).

730. La lumière du soleil est reçue sur un héliostat (fig. 285), de façon à lui conserver une direction constante vers le miroir du banc optique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Réduisant le tirage de la chambre au minimum, on manœuvre le miroir du banc optique de telle façon que les rayons lumineux produisent au centre de la glace dépolie un disque lumineux parfaitement rond et également brillant. On repère la direction des rayons solaires au moyen de deux porte-diaphragme placés sur le banc mobile. Le plus rapproché du miroir est muni d'un diaphragme convenable et le second porte un verre dépoli sur lequel on trace avec un crayon le contour de l'image solaire formée par le premier diaphragme; on repère la position du porte-diaphragme et, chaque fois que l'on voudra diriger les rayons solaires dans l'axe du microscope, il suffira de placer le porte-diaphragme à verre dépoli et de déplacer le miroir jusqu'à ce que l'image produite se superpose au cercle tracé. Ce porte-diaphragme est enlevé pour laisser pénétrer la lumière dans l'objectif. Le schéma suivant indique la disposition des divers appareils avec la lumière solaire.



On peut opérer également en se servant du verre dépoli du porte-diaphragme comme source lumineuse, toutes les fois que cette lumière donne une intensité suffisante pour les objectifs employés et l'amplification cherchée.

731. La lumière électrique par arc ne peut être employée qu'indirectement à cause de la non fixité du point lumineux. La lampe enfermée dans une lanterne munie d'un condensateur, éclaire comme précédemment le porte-diaphragme à verre dépoli qui fonctionnera comme source lumineuse. Il est bon d'intercaler en avant de la lanterne une cuve à faces parallèles remplie d'alun pour éviter l'échauffement de la préparation et de l'objectif. Les courants à haute tension et alternatifs sont préférables. Avec les courants continus, on recommande de placer le charbon positif non pas au-dessus du négatif mais légèrement en arrière.

Les lampes à incandescence peuvent servir avec avantage en les plaçant soit sur le banc optique soit sous la platine du microscope où leur faible taille permet de les loger facilement (Voir fig. 283).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le filament de ces lampes doit être rectiligne et aussi court que possible (2 à 3 millimètres) ; on argente leur face inférieure de façon à faire réflecteur. Elles doivent être à quelques centimètres de la lentille postérieure du condensateur.

732. La lumière oxhydrique, qui est beaucoup employée en photographie, est très pratique pour la microphotographie à cause de sa fixité et de son intensité. Elle permet, de plus, d'obtenir un point lumineux très réduit ce qui est avantageux dans l'espèce en se servant, au lieu de bâtons de chaux, de disques ou de perles de magnésie.

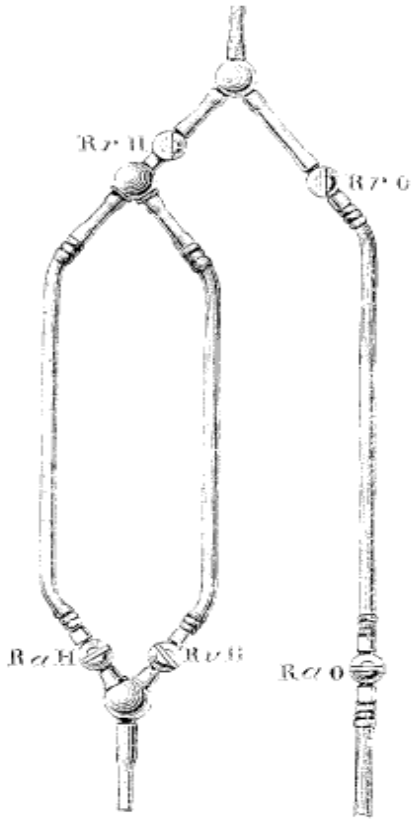


Fig. 286. — Dispositif de l'auteur pour le réglage de l'arrivée des gaz dans la lampe oxhydrique.

Lorsque l'on se sert constamment de la lumière oxhydrique et que l'on procède à des allumages et extinctions fréquentes, on peut adopter le dispositif suivant, que nous employons régulièrement et qui permet, une fois un premier réglage fait, de ne plus avoir à s'occuper du réglage des robinets de sortie des deux gaz. On est ainsi assuré d'avoir toujours le même éclairage. Voici ce dispositif (fig. 286). Un robinet d'arrêt RaO est intercalé sur la conduite d'oxygène ; le réglage se fait une fois pour toutes par le robinet correspondant du chalumeau oxhydrique RrO. Du côté du gaz d'éclairage, nous intercalons deux embranchements destinés l'un à maintenir le gaz en veilleuse et le second à donner le gaz en plein, le réglage étant obtenu par le robinet correspondant du chalumeau RrH. Le robinet d'arrêt du gaz se trouve sur la conduite principale RaH ; le robinet RrH situé sur l'autre conduite est réglé pour donner le gaz en veilleuse. Avec cette disposition, il suffit à chaque expérience d'ouvrir les robinets RaH et RaO en plein pour avoir l'éclairage que l'on a reconnu convenable. En les fermant en plein, le gaz passe toujours en petite quantité par le robinet RrH et évite l'extinction. Les lampes à pétrole sont également fréquemment employées, bien que l'éclairage obtenu soit un peu faible pour les objectifs de fort

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pouvoir. Il est nécessaire d'utiliser la flamme par la tranche et non par le plat. On emploie le même dispositif que pour la lumière à arc.

733. Condensateurs. — Ces appareils sont indispensables pour obtenir l'éclairage convenable de la préparation et nous renvoyons pour leur description spéciale aux traités de microscopie. Quelque soit le système adopté, il est nécessaire que l'image de la source lumineuse soit projetée sur l'objet avec la plus grande netteté et la plus grande intensité, et il faut éliminer d'une façon absolue toute lumière qui ne concourt pas à la formation de l'image. Une des grandes difficultés que l'on rencontre dans la pratique provient de la dimension de certaines préparations dites à large surface qu'il sera fort délicat d'éclairer également, surtout avec les microscopes d'observation qui ont précisément pour qualité d'éclairer vivement une seule partie très restreinte. Dans ce cas particulier, on indique l'emploi d'une simple lentille biconvexe ou d'un petit objectif aplanétique de $0^m,06$ à $0^m,08$ de foyer.

734. Microscope. — En ce qui concerne le choix de cette partie capitale du matériel nécessaire pour la microphotographie, il nous suffira d'indiquer les conditions qu'il doit remplir en nous guidant sur les excellents conseils donnés par M. L. Duchesne dans sa belle conférence faite au Conservatoire des arts et métiers.

1° Le pied du microscope doit être lourd et large afin d'assurer une stabilité complète ;

2° Il doit être monté à charnières avec vis de serrage, de façon à pouvoir prendre toutes les inclinaisons ;

3° Le tube doit être aussi gros que possible pour éviter les réflexions et permettre la reproduction des préparations à large surface (1). Il doit être noirci intérieurement en noir mat ;

4° La platine doit être large et aussi basse que possible. Elle sera complète si elle possède un mouvement de rotation et deux mouvements rectilignes permettant les déplacements à angle droit (Le grand microscope de Beck, possède cette disposition qui est éminemment pratique) ;

5° La sous-platine doit pouvoir recevoir les divers appareils nécessaires pour l'éclairage, condensateur, etc., plus un miroir dont une des faces sera plane et l'autre concave. Elle doit pouvoir s'élever ou s'abaisser ;

6° Un mouvement rapide par crémaillère et un lent par vis mi-

(1) M. Yvon et M. Dumeige ont présenté des microscopes à large tube remplissant parfaitement les conditions voulues.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

crométrique permettront les déplacements du tube nécessaires pour la mise au point ;

7° La platine portera un diaphragme iris qui est le plus pratique incontestablement.

735. Objectifs. — Les objectifs doivent posséder les qualités suivantes :

1° Être exempts de foyer chimique ce que l'on constate en photographiant un micromètre légèrement incliné ;

2° Être complètement corrigés des aberrations sphériques et chromatiques ;

3° Donner des images nettement définies, c'est le pouvoir définissant ;

4° Rendre visibles plus ou moins facilement les détails les plus fins, c'est le pouvoir résolvant ;

5° Avoir une plus ou moins grande profondeur de foyer, c'est le pouvoir pénétrant.

Cependant ces qualités sont loin d'être conciliables entre elles, c'est ainsi que le pouvoir résolvant qui dépend de l'angle de l'ouverture de l'objectif exclue le pouvoir pénétrant. Suivant les cas, il faudra donc employer des objectifs ayant tel ou tel pouvoir. La plupart des objectifs d'observation peuvent être utilisés, mais il est préférable d'employer des objectifs spécialement construits pour la microphotographie. Ces objectifs sont corrigés pour trois couleurs du spectre et ils donnent d'excellents résultats, en permettant d'effectuer la mise au point en lumière blanche et de poser ensuite avec un éclairage monochrome.

736. Oculaire. — L'oculaire a pour but de recueillir les spectres de diffraction formés par l'objectif, il remplit à peu près le rôle d'une loupe par rapport à l'image donnée par l'objectif. Il n'est pas indispensable, puisque l'on peut obtenir d'excellentes images avec l'objectif seul, principalement lorsqu'il s'agit de préparations à large surface, mais il est précieux pour les grossissements considérables. On fait actuellement des oculaires spéciaux dits à projection (Zeiss), et qui sont tout à fait avantageux pour la microphotographie. Si on ne les possède pas, on pourra employer comme l'a indiqué Woodward (1), une lentille divergente placée près de la lentille postérieure de l'objectif, en enlevant l'oculaire bien entendu. Cette lentille qu'on nomme l'amplificateur doit être exempte des aberrations sphériques et chromatiques.

(1) Ce système a été indiqué également par M. Nachet, père, par M. Yvon.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

737. Ecrans colorés. — Leur emploi en microphotographie est très fréquent non seulement au point de vue de la reproduction des préparations colorées, mais aussi au point de vue de la définition qui paraît bien meilleure avec l'éclairage jaune par exemple. On pourra employer tout d'abord des verres colorés à faces parallèles : ils doivent être placés d'une manière générale dans le faisceau de lumière parallèle ou bien près de la lentille collectrice.

Les liquides colorés sont renfermés dans des cuves plates à faces parallèles ou des verres bombés de très faible courbure et assemblés convenablement.

738. Voici quelques compositions employées pour obtenir les divers éclairages les plus fréquemment usités :

Liquide jaune. — Solution de bichromate de potasse à titre variable ; suivant les cas, on peut aller jusqu'à la saturation. Solution d'acide picrique. Solution de chromate neutre de potasse.

Liquide vert. — Faire dissoudre 150 gr. de nitrate de cuivre pur et 14 gr. d'acide chromique cristallisé dans 200cc d'eau.

Ou encore :

Sulfate de cuivre	175 gr.
Bichromate de potasse	17 gr.
Acide sulfurique	2 cc.
Eau distillée	500 à 1000 cc.

Le Dr Eder indique encore une dissolution d'indigo dans l'acide sulfurique mélangée avec 150cc d'eau contenant 1 gr. d'acide picrique.

Liquide bleu. — Dissoudre 20 gr. de sulfate de cuivre pur dans 100cc d'eau distillée et ajouter de l'ammoniaque jusqu'à redissolution du précipité formé. On amène ensuite au volume de 300cc par l'addition d'eau.

La solution de Bareswill est également excellente.

On prépare :

A.	Sulfate de cuivre	30 gr.
	Eau distillée	150 cc.
B.	Potasse caustique	60 gr.
	Sel de Seignette	80 gr.
	Eau distillée	150 cc.

Filtrer et mélanger. Ce liquide s'altère à la longue sous l'influence de la lumière et il faut le renouveller à chaque expérience. Additionné de 100cc de glycérine et gardé dans l'obscurité, il se conserve mieux.

En général une épaisseur de ces différents liquides de 1 à 2 millimètres est très suffisante.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'emploi des plaques orthochromatiques combiné à celui des écrans colorés donnera en pratique les meilleurs résultats, le choix de l'écran et de la plaque étant fait d'après les colorations principales de la préparation.

739. Choix des préparations.

On doit demander en général aux préparations destinées à être photographiées d'être aussi minces que possible de façon à ne présenter qu'un seul plan. En effet, si la préparation est tant soit peu épaisse, l'image des plans immédiatement voisins de celui qui est rigoureusement au foyer et qui est floue, s'imprimera en même temps et altérera la netteté générale. Cette épaisseur n'a pas le même inconvénient dans l'observation directe, car par le déplacement de la vis micrométrique, l'observateur a la faculté d'examiner successivement les différents plans. On corrige ce défaut en employant des objectifs d'un fort pouvoir pénétrant ou en diaphragmant suffisamment, mais alors l'image de ces divers plans reproduits simultanément pourra amener quelque confusion.

Pour obtenir des résultats irréprochables, il faut donc que le micrographe fasse spécialement ses coupes en vue de la reproduction photographique, c'est-à-dire aussi minces que possible. Elles devront être d'une propreté absolue, la plaque reproduisant toutes les imperfections.

Il sera toujours préférable, lorsque cela sera possible, d'employer des coupes monochromes : lorsque les colorations seront nécessitées pour la différenciation des éléments constituants, il faudra chercher à obtenir des nuances voisines par l'actinisme, du rouge et du jaune par exemple, du bleu et du violet et éviter, si possible, sur une même préparation le rouge et le bleu, le jaune et le violet : en effet les difficultés de reproduction se trouvent notablement augmentées. Néanmoins, par le choix d'écrans colorés et par l'emploi des plaques orthochromatiques convenables, on pourra résoudre le problème.

740. Choix des plaques. — Nous avons vu dans le cas spécial de la microphotographie l'avantage des plaques orthochromatiques pour reproduire les préparations colorées, mais il est une autre question non moins importante c'est celle du grain de la couche sensible. Ce grain sera un obstacle pour la reproduction des fins détails et ceci d'autant plus qu'il sera lui-même plus fort ou que l'agrandissement sera plus considérable. La pratique doit tirer parti de cette observation, et d'une manière générale il sera préférable d'employer les préparations lentes à l'exclusion des plus rapides. Les plaques au gélatino-chlorure pourront également rendre des services. Enfin pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les travaux les plus délicats on devra obligatoirement revenir aux anciens procédés, collodion humide, collodion sec et albumine. Cependant il ne nous paraît pas impossible d'obtenir avec de la gélatine des préparations exemptes de grain. MM. Lumière fils l'ont prouvé dans l'application qu'ils ont faite de la belle découverte de M. Lippmann (p. 215). Il serait à désirer que des plaques de ce genre fussent mises dans le commerce. Elles auraient une utilité incontestable pour la microphotographie.

741. Il nous reste maintenant à décrire le mode opératoire général ; cette question dans son entier nous paraît difficile à traiter dans cet ouvrage car elle suppose une expérience que le lecteur doit acquérir par la pratique et qu'elle ressort en grande partie de la technique microscopique. En effet, en dehors de la préparation des coupes qui est du domaine exclusif du micrographe, les opérations essentielles consisteront à éclairer l'objet, à projeter son image sur la surface sensible et à la fixer sur celle-ci. Pour la question de l'éclairage nous renvoyons aux traités de Microscopie et à l'ouvrage très complet à ce point de vue de notre collègue M. Fabre (1). En ce qui concerne la projection sur la surface sensible on opérera d'après les dispositifs adoptés. Si l'on supprime l'oculaire on obtiendra une petite épreuve rigoureusement nette à la distance de $0^m,16$ ou $0^m,25$ à partir de l'origine du tube du microscope, les objectifs microscopiques sont en effet construits pour projeter une image réelle à ces distances suivant le modèle. Pour opérer à une distance plus grande on se servira de l'amplificateur indiqué par Woodward et employé également par Yvon, Viallanes, etc.

On peut encore amener une chambre photographique munie de son objectif au-dessus du tube du microscope dont l'oculaire est retiré, on trouve près de l'orifice du tube une image aérienne que l'objectif de la chambre reprend et projette agrandie sur la plaque. Il est seulement nécessaire que la distance de l'objectif photographique à cette image soit supérieure à la distance focale principale de cet objectif.

Mais en général il sera plus avantageux de se servir des oculaires spéciaux à projection. On peut encore, comme l'ont fait Vogel et le Dr Fayel, approcher de l'oculaire une petite chambre photographique munie d'un objectif à court foyer (Vogel employait un objectif simple d'environ $0^m,108$ de foyer). On met au point sur le verre dépoli sans toucher au microscope qui est réglé pour l'observation di-

(1) C. Fabre. *Traité encyclopédique de photographie*. Paris, Gauthier-Villars et fils.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

recte, et l'on obtient une bonne projection. Les résultats sont encore meilleurs si on dévisse le verre supérieur de l'oculaire.

742. Mise au point.

Celle-ci peut s'effectuer par les procédés ordinaires, mais cependant le grain du verre dépoli est fort gênant. On a proposé pour l'éviter de déplacer d'un mouvement rapide et alternatif le verre dépoli dans son logement ; avec cet artifice le grain n'est plus sensible et la mise au point s'effectue beaucoup plus facilement. On peut remplacer le verre dépoli par une glace sur laquelle on a tracé au centre, à la face inférieure, deux traits de diamant en croix. On emploie alors une loupe analogue à celle dont on se sert en photographie et qui est réglée de façon à donner la croix avec le maximum de netteté. La mise au point de l'image sera rigoureusement assurée lorsqu'elle paraîtra nette avec cette loupe. On peut encore régler une loupe montée sur une platine métallique qui prend la place de la glace sensible, de façon que le plan focal soit précisément au foyer de cette loupe. Ce dispositif permettra une mise au point très exacte mais seulement dans la partie centrale, à moins de pouvoir déplacer la loupe transversalement. Nous ajouterons que M. Yvon tout récemment vient de faire construire une loupe spéciale qui permet d'embrasser tout le champ de l'image (voir fig. 279).

Un autre procédé que nous avons déjà signalé consiste à projeter l'image sur une surface plane et blanche, à l'examiner directement par une ouverture latérale réservée spécialement dans le corps de la chambre (voir fig. 282). Ce procédé permet d'arriver à une grande précision.

D'une manière générale il est toujours recommandé d'effectuer la mise au point en plaçant, soit la glace dépolie soit la surface plane et blanche qui permet l'examen direct, dans le châssis négatif lui-même placé sur la chambre. On évite ainsi les erreurs qui peuvent provenir de la non coïncidence du cadre du verre dépoli et du châssis négatif.

743. Opérations photographiques. — La plaque sensible étant placée dans l'appareil, on intercepte les rayons lumineux au moyen d'un écran quelconque, on ouvre le châssis puis on pose le temps convenable en se guidant sur l'intensité de l'éclairage, la valeur de l'écran coloré, l'ouverture de l'objectif, l'importance du grossissement, la nature de la préparation (opacité, coloration), la rapidité des plaques employées, etc. Des expériences préliminaires peuvent seules fixer l'opérateur.

En ce qui concerne le développement nous croyons que, sans hési-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tation aucune, on doit donner la préférence au développement rationnel. Il y aura en effet souvent à faire usage de la surexposition pour éviter des contrastes trop violents et les développateurs automatiques n'ont pas la souplesse nécessaire. Pour toute cette partie de notre sujet il faudra se reporter à l'étude que nous avons faite du développement (332).

744. Mesure du grossissement. — Lorsque cette opération est nécessaire, il suffit, après avoir photographié un objet quelconque, de substituer à la préparation, sans rien déranger, un micromètre dont chaque division correspondant à un millimètre est divisé en 100 parties égales ; avec un double décimètre on mesurera la longueur de 10 divisions de l'image du micromètre et on multipliera par 10 cette longueur exprimée en millimètres. Si par exemple 10 divisions occupent sur la glace dépolie 50 millimètres, on aura un grossissement de 500 fois. On peut reporter sur une bande de papier les divisions projetées par l'objectif et se servir de cette échelle pour prendre des mesures sur le négatif, chaque division de l'échelle représentant un centième de millimètre.

Si la base de la chambre est graduée, on peut repérer exactement la position de la glace dépolie pour chaque grossissement donné. Il sera par suite facile de le retrouver à condition d'employer le même objectif.

745. Microscope solaire.

Cet appareil est destiné à donner sur un écran la projection d'objets microscopiques, il peut fonctionner soit avec la lumière solaire, soit avec une lumière artificielle suffisamment intense, lumière électrique ou oxhydrique. En substituant à l'écran une feuille de papier sensible on obtiendra des résultats intéressants. Nous ne savons pas s'il a été fait des essais dans cet ordre d'idées, mais au point de vue de l'enseignement, en particulier, on pourrait obtenir par cette méthode des planches de grandes dimensions visibles pour tout un auditoire.

Un des dispositifs les mieux compris est le microscope solaire de Duboscq. Le faisceau lumineux rendu parallèle par un premier jeu de lentilles est condensé sur la préparation après avoir traversé une cuve à alun destinée à absorber la chaleur considérable produite (fig. 287). Une platine à ressorts reçoit la préparation dont l'image reprise par l'objectif est projetée sur l'écran. Des objectifs de pouvoir résolvant différent sont utilisés suivant le grossissement définitif que l'on veut obtenir.

Le système précédent permet de projeter la préparation elle-même, ce qui est évidemment un avantage, mais cette préparation court

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

toujours des risques à cause de la chaleur considérable produite dans le microscope solaire, aussi sera-t-il tout indiqué d'utiliser les négatifs obtenus d'après les préparations pour faire des projections par les méthodes ordinaires (617).

Malgré l'intérêt considérable de la microphotographie pour la reproduction des coupes colorées, on peut lui reprocher de produire des images monochromes qui ne donnent évidemment qu'une idée

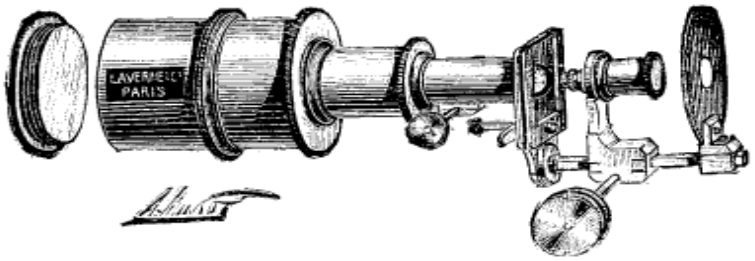


Fig. 287. — Microscope de projection (Modèle de M. Dubosq et de M. Laverne).

fort éloignée des préparations aux couleurs éclatantes qui différencient les divers éléments qu'elles renferment. Aussi devons-nous signaler le procédé original de MM. Lumière qui leur a permis d'obtenir des projections microscopiques à doubles teintes donnant absolument l'effet des originaux.

746. On tire une épreuve sur un papier au charbon très peu chargé en couleur, on applique sur verre douci et on dépouille l'image par les procédés habituels : on lave à l'eau froide pendant dix minutes et on fait sécher. L'image est à peine visible. On la colore alors avec des solutions aqueuses contenant du violet et du bleu de méthyle, du violet de gentiane, du bleu coton, du rouge de Magenta, du nacarat, de la safranine diméthylée, du vert malachite, etc. La quantité de matière colorante varie d'après sa solubilité et son pouvoir colorant, on emploie en général 1 gramme pour une quantité d'eau qui varie de 100^{cc} à 500^{cc}.

La solution choisie est versée sur l'image et immédiatement la gélatine se colore proportionnellement aux épaisseurs de la couche : on lave ensuite rapidement à l'eau puis à l'alcool, de façon à décolorer les fonds, les parties de l'image restant seules colorées. Par ce procédé, on peut obtenir des doubles colorations au moyen du traitement par un second colorant. Prenons par exemple une préparation de bacilles colorés en rouge sur fond bleu, on traite l'image par une solution rouge intense (rouge de Magenta à 1 p. 100), les bacilles se colorent en rouge foncé et le fond en rouge plus clair.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

on décolore par un lavage à l'eau et à l'alcool : lorsque le fond est annulé, on teint en bleu par une solution faible de bleu coton (1 p. 500).

Pour faire disparaître le grain du verre dépoli on vernit avec un vernis à froid composé de 5 grammes de gomme Dammar et 50 de benzine. Ces résultats pourraient être obtenus également sur verre poli mais l'adhérence de la couche laisse à désirer.

747. Nous venons de voir, par ce qui précède, les dispositifs principaux à adopter pour la microphotographie : dans certaines hypothèses où l'on emploie la lumière oblique ou polarisée ou l'éclairage sur fond noir, la photographie peut également être très utile : il en est de même pour les images microscopiques que l'on peut obtenir au moyen de dispositifs spéciaux, question que nous allons, du reste, étudier dans un instant. Elle est donc devenue le complément à peu près nécessaire de la microscopie dans toutes ses applications, et c'est à ce titre que nous avons dû traiter cette question avec quelque développement.

DU ROLE DE LA MICROPHOTOGRAPHIE

747 *bis*. Nous avons déjà fait ressortir les avantages de l'application de la photographie aux études microscopiques, nous n'y reviendrons pas, qu'il nous suffise de dire que depuis qu'elle est employée d'une façon régulière dans certains laboratoires, elle a donné des résultats de la plus grande valeur. Parmi les travaux d'ensemble déjà publiés et qui n'auraient jamais pu être réalisés avant l'emploi de la photographie et sous le rapport de la sincérité d'exécution et de l'économie de publication, nous citerons les recherches de M. le Dr Doyen et de M. Rothier sur les divers microbes et organismes inférieurs, les reproductions de coupes des principales espèces de bois qui existent en France par MM. Thouroude et Thil : ce travail fait pour 450 espèces différentes a été très remarqué à l'exposition de 1889 (1). Les photographies microscopiques de M. G. Guillemin sur la structure de certains alliages, constituent des documents de haute valeur. Nous avons déjà parlé des magnifiques épreuves de M. Duchesne sur les diatomées. Grâce à un agrandissement de 11,500 diamètres l'auteur a prouvé la forme exacte des perles de la carapace du *Pleurosigma Angulatum*.

Nous-même avons publié avec le Dr Blocq un atlas sur l'anatomie

(1) Voir *Nature*, 1890. I. p. 407.
(2) Voir *Nature*, 1892. II. p. 253.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pathologique de la moelle épinière, travail qui a été couronné par la Faculté de médecine de Paris et l'Académie de médecine. Ces hautes distinctions qui nous ont été accordées prouvent que les résultats dus à la microphotographie appliquée aux études scientifiques sont utiles et féconds, mais ils le seraient encore plus si l'organisation officielle de la photographie était faite dans les laboratoires de recherches, et si jusqu'à présent on n'avait pas trop compté sur l'initiative individuelle qui ne fait jamais défaut, nous le savons dans notre pays, mais est souvent paralysée par le manque de moyens d'exécution et de ressources pécuniaires.

748. Réduction microscopique.

Nous avons étudié précédemment les méthodes générales qui sont employées pour obtenir des agrandissements ou des réductions d'après le négatif original : si l'on veut pousser l'agrandissement beaucoup plus loin, il faut se servir de procédés spéciaux que nous venons de décrire et qui constituent la microphotographie : inversement si l'on désire des réductions considérables il faudra faire usage d'appareils particuliers.

La réduction microscopique, application toute spéciale, consiste à obtenir d'un objet quelconque une image tellement réduite, que pour l'examiner par la suite il est nécessaire d'employer un fort grossissement. Les épreuves ainsi obtenues porteront le nom d'*épreuves microscopiques*. Elles ne sont utilisées dans la pratique qu'à titre de curiosité : placées sur un bijou ou tout autre objet usuel, elles sont examinées avec une petite loupe nommée *stanhope*.

Des épreuves positives sur verre de 1 millimètre carré sont obtenues par réduction à la chambre d'après un négatif qui comporte un grand nombre d'images juxtaposées. On déplace successivement la plaque ou on emploie une batterie d'objectifs de même foyer de façon à utiliser complètement la surface sensible. On obtient ainsi plusieurs douzaines d'images. La mise au point est des plus délicates et il faut se servir d'une forte loupe ou même du microscope. Dans la pratique, on règle l'appareil une fois pour toutes. On doit employer obligatoirement les couches sensibles les plus fines, albumine, collodion humide, collodion sec à l'exclusion du gélatino-bromure dont le grain est beaucoup trop prononcé.

Après l'achèvement des opérations, on sèche et on vernit à la gomme ou au benjoin. Avec le diamant on sépare alors toutes ses petites images qui sont collées avec du baume de Canada contre l'extrémité du morceau de verre qui constitue le stanhope. Les angles du stanhope sont ensuite abattus à la meule et le tout monté

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans divers articles de commerce que l'on trouve principalement dans les villes d'eau.

L'application la plus importante de la réduction microscopique a été faite pendant le siège de Paris pour la correspondance par pigeons voyageurs. Les dépêches officielles ou privées étaient imprimées sur de grands panneaux au moyen de gros caractères d'imprimerie. Chacun de ces panneaux renfermait en moyenne 3.000 dépêches soit la valeur de 16 pages in-folio. On les photographiait avec la réduction suffisante, de façon que le négatif n'avait que $0{,}036 \times 0{,}60$. Des positifs étaient alors tirés sur pellicules très minces et très légères. Dix-huit de ces pellicules étaient enfermées dans un léger tube confié au pigeon voyageur et leur poids n'atteignait pas un demi-gramme (fig. 288). A l'arrivée, ces pellicules étaient déroulées et projetées sur un écran avec un agrandissement suffisant pour permettre leur lecture facile ; elles étaient alors expédiées au destinataire.

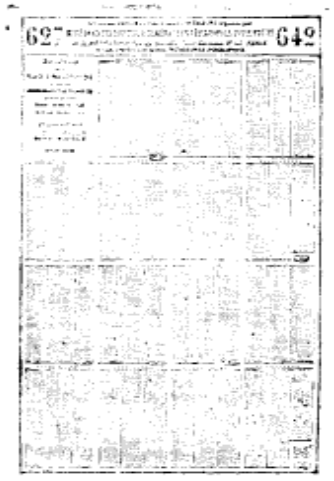


Fig. 288. — Fac-similé des dépêches du siège de Paris.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XV

PHOTOGRAPHIE JUDICIAIRE

749. Les services que la photographie peut rendre à la justice et à l'instruction criminelle sont assez nombreux pour nécessiter un chapitre spécial. Il nous paraît donc nécessaire de les signaler en indiquant quand et comment ces documents devront être recueillis. En effet tout photographe ou tout amateur peuvent, par suite des circonstances, être amenés à prêter leur concours à la justice, soit sur une demande formelle, soit de leur propre initiative. Dans un accident quelconque, explosion, incendie, déraillement de chemin de fer, collision de bateaux, etc., une ou plusieurs photographies faites immédiatement pourront être très précieuses pour établir les responsabilités et fournir des renseignements qu'il ne sera plus possible d'obtenir dans le désarroi bien naturel qui suit ces catastrophes et les premiers travaux de secours qui sont faits uniquement pour porter assistance aux victimes. Comme exemple, la photographie d'un aiguillage, de la position d'un disque signal, du levier de commande du frein permettront, dans un accident de chemin de fer, de voir si les prescriptions réglementaires ont été observées par les agents. L'initiative intelligente de l'opérateur lui servira de guide dans des circonstances analogues.

Il en sera de même lors de la découverte d'un crime. Les renseignements fidèles et indiscutables recueillis sur la position de la victime, sur l'état des lieux alors que rien n'a été dérangé, seront de la plus haute importance pour la justice. Quelquefois des indices en apparence peu importants mettent sur la trace du criminel et, si ces indices sont fugitifs, il faut intervenir de suite par la photographie. C'est ainsi que l'empreinte d'une main mouillée ou ensanglantée, d'un pied dans la boue ou la neige, peuvent guider les recherches. Dans ce cas particulier, il sera important de mettre à côté de la trace suspecte un objet de dimensions connues, par exemple

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un mètre, qui permettra de déduire les dimensions. La plupart du temps, le relevé de l'état de lieux se fera dans des locaux de dimensions restreintes et dans des conditions d'éclairage défectueuses; on peut même être obligé d'opérer la nuit. L'emploi des objectifs grands angulaires et de l'éclairage artificiel sera tout indiqué. Pendant la série néfaste d'explosions criminelles qui ont désolé la capitale ces dernières années, M. Bertillon, le très savant chef du service d'identification à la Préfecture de police, dont nous allons dans un instant examiner les beaux travaux, a recueilli dans ces conditions une bien triste mais bien curieuse collection des résultats de ces attentats. Ces photographies, jointes à celles des malheureuses victimes, ont permis aux jurés d'apprécier, pièces en mains, l'horreur de ces crimes et d'appliquer à leurs auteurs une juste punition.

Lorsque le criminel est arrêté, une photographie prise de suite est intéressante pour noter la trace de coups, d'écorchures, qui peuvent avoir été produites à la suite d'une lutte avec la victime et qui sont destinées à disparaître. Quelquefois, comme le fait remarquer très justement M. Bertillon, le prévenu ne pourra s'expliquer sur la présence de ces cicatrices et en donner une explication plausible. Si cette constatation n'est pas faite de suite, il sera difficile plus tard de l'invoquer contre l'accusé.

730. Si le criminel a disparu, la photographie des pièces à conviction saisies par la justice, armes, instruments d'effraction, vêtements, etc., permettra de multiplier les fac-similés de ces objets et de les faire passer dans les mains des personnes susceptibles de les reconnaître : on peut arriver ainsi à remonter jusqu'à l'acheteur primitif. Dans une affaire récente et non encore oubliée, on a même utilisé un procédé photographique spécial pour obtenir une épreuve en couleur d'une malle qui avait renfermé un cadavre. La teinte particulière de cette malle devait en permettre plus facilement la reconnaissance.

731. Nous arrivons maintenant à l'étude des procédés de M. Bertillon qui ont une importance particulière au point de vue de l'identification des criminels et de leur reconnaissance en cas de récidive. Ces procédés, qui constituent le signalement anthropométrique et qui sont adoptés par les plus grandes nations, comprennent l'établissement de fiches comprenant un certain nombre de mesures effectuées, d'après des règles déterminées, sur l'individu et de photographies prises également d'après certains principes absolument définis.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Notre tâche ne peut être que d'examiner, dans l'œuvre si personnelle et si originale de M. Bertillon, la part qui appartient à la photographie. Celle-ci, il est vrai, ne pourrait suffire à elle seule pour assurer l'identification mais, par contre, elle supplée aux mesures anthropométriques dans certains cas. M. Bertillon a reconnu, en effet, qu'il est difficile, sans l'aide d'une photographie de profil côté droit, de poursuivre une vérification dans les archives anthropométriques en deçà de la vingt et unième année d'âge et absolument impossible en deçà de la dix-huitième année. Dans tous les autres cas, si les mesures anthropométriques peuvent suffire, les photographies servent de contrôle et elles ont une utilité spéciale pour répandre à grand nombre le portrait d'un individu soupçonné d'avoir commis un crime. A ce point de vue spécial, l'épreuve photographique sera très précieuse pour les recherches; on devra d'ailleurs, aussitôt l'arrestation faite, contrôler les autres données portées sur la fiche.

752. Ces photographies judiciaires doivent être prises dans certaines conditions très précises pour assurer leur uniformité. Il convient de rapporter ici les instructions techniques données par M. Bertillon; nous sommes d'avis qu'elles peuvent être utiles à connaître non seulement dans le sujet qui nous occupe mais encore pour les études d'anthropologie; les savants, les explorateurs, auront intérêt à se conformer à ces indications.

On doit prendre deux photographies, l'une de face et l'autre de profil (profil droit), l'éclairage dans la photographie de face venant de gauche par rapport au sujet, la moitié de droite étant la moins éclairée; le profil est éclairé par le jour tombant perpendiculairement à la figure du sujet. L'échelle de réduction pour la face comme pour le profil est, dans un cas comme dans l'autre, d'un septième. Une longueur de 28 cent., passant verticalement par l'angle externe de l'œil gauche, doit donner sur le cliché une image réduite à 4 cent. ($4 \times 7 = 28$). M. Bertillon admet néanmoins une tolérance de un millimètre en plus ou en moins (fig. 289).

Dans l'atelier de la Préfecture, l'emplacement du modèle et de l'appareil sont réglés convenablement au moyen de repères fixes placés dans le plancher, de manière à éviter toute erreur. N'anmoins l'appareil étant disposé pour obtenir la photographie à l'échelle voulue d'après le modèle placé de profil, il faudra une autre disposition pour obtenir identiquement la même réduction pour l'épreuve de face. M. Bertillon a fait construire un siège spécial glissant qui permet de placer le sujet aux deux distances voulues sans tâtonne-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ments. Nous renvoyons pour la description de ce siège à l'ouvrage de M. Bertillon (1).

Le sujet doit être tête nue, regarder devant lui soit l'objectif dans un cas, soit une mire placée à la hauteur de $1^{m},20$ lorsqu'il est de profil.

L'axe optique de l'appareil doit être horizontal, pour éviter toutes déformations, et se trouver à la hauteur des yeux du modèle.

Le front et les oreilles doivent toujours être dégagés complètement, la ligne du front et la forme de l'oreille ayant une importance particulière au point de vue signalétique.

La retouche est absolument proscrite, les défauts constatés sur le modèle, grains de beauté, cicatrices, etc., ayant une valeur indiscutable au point de vue de l'identification.

Exceptionnellement, M. Bertillon exécute des photographies en pied, et ceci lorsque le costume, l'attitude, peuvent avoir un intérêt spécial pour l'instruction.

733. Voyons maintenant quels sont les dispositifs employés par M. Bertillon pour exécuter rapidement et sûrement les nombreux portraits des individus qui passent au service anthropométrique (on fait généralement tous les matins 40 à 50 photographies, quelquefois même on a dépassé le chiffre de 100).

Une installation spéciale est donc nécessaire pour opérer avec une rapidité suffisante et pour éviter toutes les erreurs. La position du modèle et de l'appareil étant réglée d'une façon immuable, il est inutile d'effectuer la mise au point qui est faite une fois pour toutes. Il est seulement nécessaire de centrer l'image dans le sens vertical, la taille des modèles n'étant pas la même. A cet effet, un viseur de grande taille surmonte l'appareil et permet d'effectuer le réglage sans recourir aux procédés ordinaires. Entre le laboratoire de développement et l'atelier vitré se trouve un tiroir mobile dans lequel un aide place les châssis chargés; l'opérateur, en attirant à lui le tiroir, les prend à volonté. Une fois exposés, il les met dans le second compartiment du tiroir, d'où ils sont enlevés par l'aide et chargés à nouveau (fig. 289). Un autre opérateur effectue de suite le développement. La série des opérations est ainsi ininterrompue et on évite les déplacements qu'il faudrait effectuer pour apporter et enlever les châssis. Pour éviter toutes erreurs, le siège porte un logement spécial qui reçoit à chaque pose un numéro mobile correspondant à la liste des individus passant un même jour à la photo-

(1) A. Bertillon, *Identification anthropométrique (Instructions signalétiques)*. Melun, Imprimerie administrative, 1893.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 289. — Photographie exécutée au service anthropométrique au point de vue signalétique.

graphie (fig. 289). Ce numéro est reporté sur le cliché; il permet,

Fig. 290. — Dispositif pour opérer le passage des châssis du laboratoire noir à l'atelier de pose (installé dans le service de M. Bertillon).

Fig. 291. — Dispositif pour opérer l'impression rapide des papiers au gélatinobromure d'argent installé dans le service de M. Bertillon.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

après séchage, de se reporter au numéro de la liste quotidienne. On inscrit alors sur le négatif en écriture retournée le nom du sujet, le jour, la date et l'année.

On reporte ensuite le numéro d'ordre général qui détermine l'emplacement de chaque cliché dans les archives. On peut encore, comme l'a indiqué M. le Dr Lande, faire l'inscription sur papier pelure et la coller sur le négatif, après l'avoir retournée. Ce procédé permet d'éviter d'écrire à l'envers ce qui demande une certaine expérience.

Le développement des négatifs se fait par les procédés habituels.

Il nous reste à signaler le tirage des épreuves qui, dans certains cas, doit être exécuté avec rapidité. L'emploi du procédé au gélatino-bromure d'argent est tout indiqué et on opère dans une pièce sombre dont une des parois porte des ouvertures, garnies de verres rouges, derrière lesquelles se trouvent des becs de gaz. Ces verres rouges sont mobiles et peuvent se soulever sous l'action d'une pédale commandée au pied (fig. 291). Le châssis chargé est placé contre l'ouverture et la trappe ouverte pendant le temps nécessaire. Ce dispositif permet à plusieurs aides qui se distribuent le travail, chargement des châssis, exposition, déchargement, de tirer en peu de temps un nombre considérable d'épreuves; celles-ci sont développées par une autre équipe, lavées rapidement, séchées à l'alcool et à l'étuve. Avec cette organisation, on peut facilement en quelques heures exécuter plusieurs centaines d'épreuves qui seront envoyées dans toutes les directions et permettront de donner partout le signalement d'un criminel en fuite.

754. En terminant, nous serions incomplets si nous passions sous silence les nombreuses recherches faites par M. Bertillon sur les caractères morphologiques du nez, du front, de la bouche, du menton, de l'oreille, etc. Grâce à des milliers de photographies exécutées systématiquement, il est arrivé à classer d'une manière logique et claire les innombrables variétés que la nature imprime à ces différentes parties de notre individu. Citons également les travaux très curieux sur les mains professionnelles qui ont une importance capitale au point de vue signalétique et permettent, par le seul examen de la main, de reconnaître parfaitement le métier auquel appartient un individu quelconque et de restreindre ainsi les recherches dans telle ou telle catégorie de travailleurs.

En dehors des applications que nous venons de décrire, les travaux de M. Bertillon ont une portée beaucoup plus élevée. Par l'examen des innombrables documents qui sont recueillis par ses

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

soins, on arrivera certainement comme on l'a fait en médecine au point de vue pathologique (p. 654) à décrire les facies typiques qui sont l'indice de certaines passions, de certains vices. De même qu'il existe des mains professionnelles, il est probable que, dans la catégorie des criminels endurcis, il existe également des facies en quelque sorte professionnels.

755. Il nous reste à citer maintenant les applications toutes différentes de la photographie qui rendent encore à la justice des services incontestables en lui apportant la preuve manifeste de faux et de falsifications diverses, comme nous allons en voir plusieurs exemples.

D'une manière générale, dans ces hypothèses, la photographie interviendra pour donner des épreuves fortement agrandies qui montreront des détails qui échappaient à l'examen direct. La reproduction simultanée à même échelle des pièces vraies et authentiques permettra des comparaisons et même des mensurations, si cela est nécessaire. D'autre fois, on mettra à profit les propriétés spéciales de la plaque photographique qui n'est pas sensible aux mêmes radiations que notre œil et qui, par conséquent, pourra voir des choses qui nous échappent.

756. Recherche des falsifications par agrandissement photographique.

Ce procédé est employé d'une façon courante pour les recherches des falsifications d'écritures. Quelque bien imitée que soit une écriture, il est certain qu'avec un agrandissement convenable, on trouvera des différences qui n'étaient pas sensibles auparavant, ces différences pouvant consister dans certains détails de formation des lettres, leurs dimensions, leur distance les unes des autres. On prétend même que, dans l'écriture imitée, la formation du trait lui-même est toujours différente de celle qui existe dans l'original, par suite de la lenteur du travail appliqué de celui qui copie : ce résultat paraît vraisemblable et les traits doivent manquer de la netteté et de la précision qui existe dans l'écriture naturelle (fig. 292).

Il nous paraît même acquis que l'on peut, dans certains cas, affirmer une surcharge d'écriture et avoir la preuve indéniable que dans un livre de commerce, par exemple, une ligne d'écriture, un mot ou un chiffre ont été rajoutés après coup. Il suffit que l'on puisse examiner la rencontre de deux traits appartenant aux deux lignes voisines, l'une d'elle étant supposée ajoutée après coup dans une intention frauduleuse. Une affaire de ce genre nous a été

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

soumise et les résultats ont été très nets. Il a été seulement nécessaire de faire un grossissement très considérable avec le microscope. A cette échelle, le trait d'encre se trouve constitué par de véritables cristaux qui, le plus souvent, affectent une forme allongée et, précisément dans le sens de l'écriture. Deux traits se croisant montreront donc à ce point de contact des cristaux de sens différent et le dernier trait aura ses cristaux superposés par-dessus ceux du trait inférieur. D'après la direction des cristaux visibles à la partie supérieure du point considéré, on pourra donc parfaitement savoir le trait qui a été fait le dernier. Si ce résultat n'est pas conforme au mode habituel de formation des lettres ou si un jambage d'une ligne supérieure chevauche par-dessus celui de la ligne inférieure, il y a de fortes présomptions

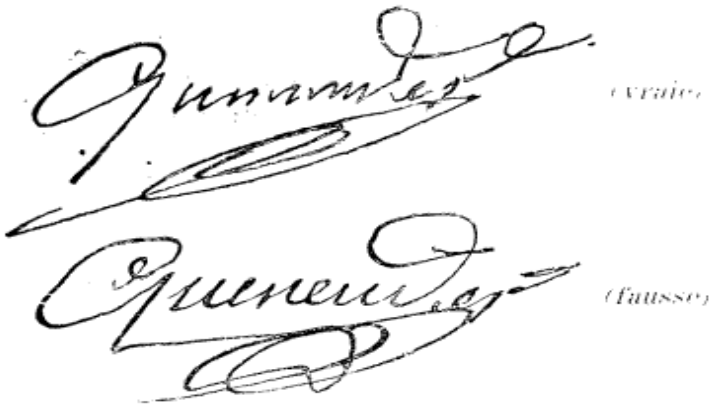


Fig. 292. — Agrandissement d'une signature vraie et d'une signature imitée.

pour que cette ligne ait été ajoutée après coup. Dans l'affaire en question, la superposition était évidente : malheureusement, malgré tous les essais que nous avons fait nous n'avons pu obtenir de résultats concluants en ce qui concernait le temps qui s'est écoulé entre la superposition des deux écritures : en résumé, que l'addition soit faite de suite ou après un certain laps de temps, la photographie pourra en fournir la preuve, ce qui est déjà un résultat très important, mais elle ne peut donner aucune indication sur l'intervalle ayant pu exister entre les deux opérations.

D'autres fois la falsification sera indiquée sur la plaque par la différence d'intensité des caractères, l'encre employée n'étant pas la même. Une encre absolument noire et une autre contenant une certaine quantité de bleu, pourront paraître semblables à l'œil mais pas pour la plaque : c'est ainsi qu'une tache d'encre noire mise intention-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nellement sur un chiffre écrit à l'encre violet-noir, a laissé parfaitement lire celui-ci. Ce cas est cité par M. Ferrand, expert à Lyon.

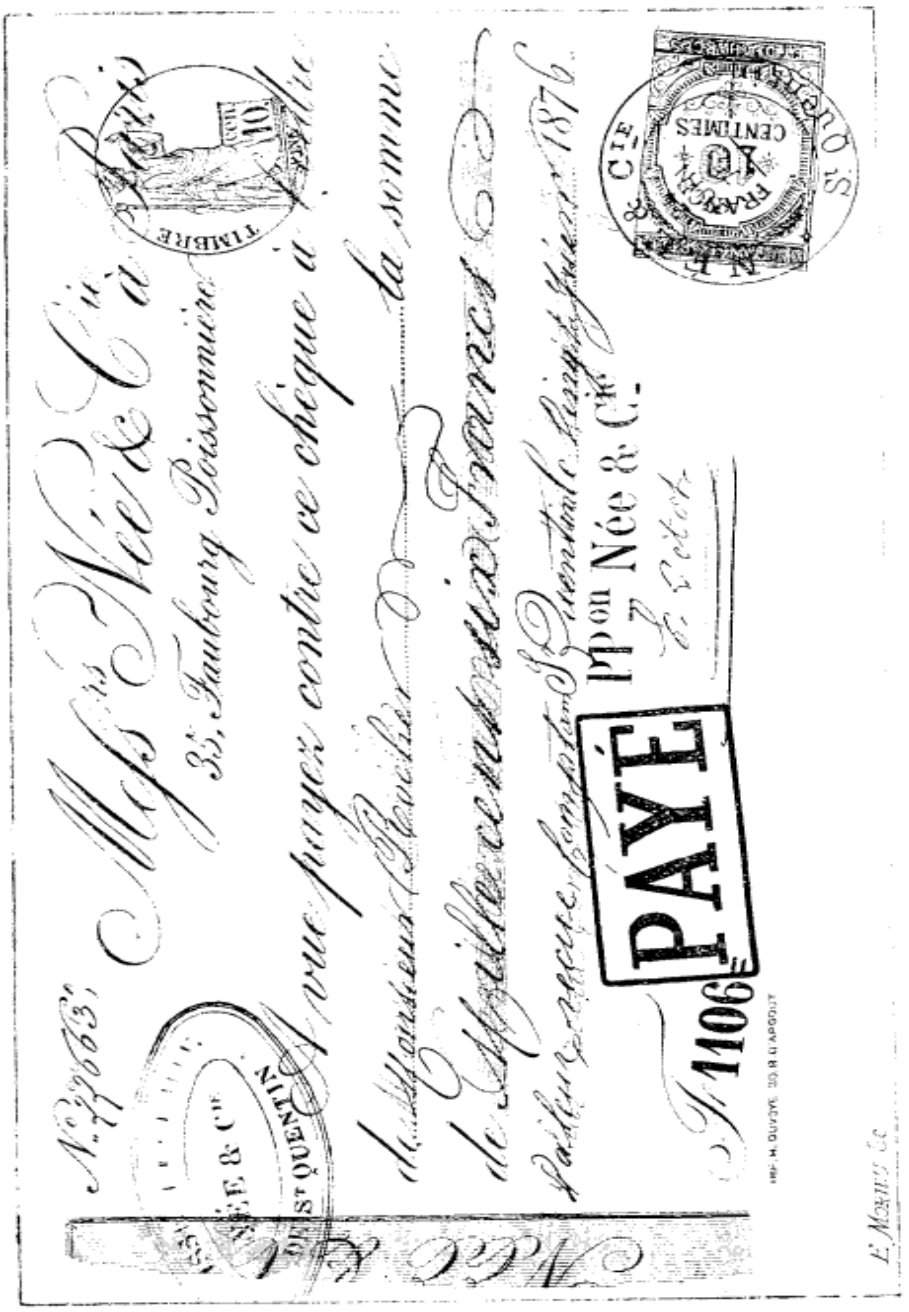


Fig. 293. — Fac-similé très réduit de l'agrandissement de la pièce originale exécuté par M. Gobert.

D'autres fois le faussaire a fait disparaître l'écriture, soit en la grattant, soit en employant des réactifs chimiques. Le premier

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

procédé souvent visible déjà à l'œil, n'échappe pas sur l'agrandissement photographique : il en est de même des traits effacés chimiquement, ils sont colorés en jaune très pâle, invisible pour l'œil mais qui se traduit en noir sur la plaque, le jaune étant inactinique. On constate également avec un grossissement suffisant l'altération de la couche de papier dans les parties d'où l'écriture a été enlevée.

Comme preuve de ce que nous avançons, nous donnons le facsimilé d'un agrandissement photographique exécuté par notre excellent collègue, M. Gobert, l'habile expert de la Banque de France (fig. 293). Cette figure représente un chèque habilement lavé par un maître faussaire. Celui-ci avait, en effet, pris la précaution, non seulement de majorer le montant du chèque mais d'en récrire la subscription entièrement, afin que toute l'écriture fut de la même encre. Le chèque, à l'ordre de M. Jaller et d'une somme de 106 francs a été transformé en chèque au nom de M. Rocher d'un montant de 1106 francs.

La Banque n'ayant pas été avisée par son client, fit arrêter le porteur, et le chèque soumis à M. Gobert fut reconnu faux, l'ancien libellé étant redevenu complètement visible à l'agrandissement.

Le même procédé d'agrandissement permet très facilement de reconnaître la falsification des pièces de monnaie qui peuvent avoir le poids, être au titre et néanmoins être fausses si elles n'ont pas été frappées à la monnaie. A grande échelle les moindres défauts ne sauraient échapper (294).

Lorsqu'il s'agit de la vérification des poinçons de garantie apposés par les soins de l'État sur les matières d'or et d'argent, les résultats sont encore plus importants, car la finesse des empreintes est telle que l'examen direct est fort délicat. Dans un récent procès engagé par l'État, nous avons été chargé d'étudier par la photographie des scellés renfermant des parties de bijoux revêtues de marques et de contremarques douteuses. On sait qu'au moment de l'apposition du poinçon, la pièce à poinçonner est posée sur une sorte d'enclume la bigorne qui porte gravés à sa surface des dessins spéciaux : l'empreinte du poinçon est la marque et celle de la bigorne la contremarque.

Voici le dispositif que nous avons employé. La pièce à examiner est montée sur la platine d'un microscope horizontal. Au moyen d'un dispositif spécial nous pouvons la centrer exactement de façon à placer le plan de l'empreinte dans un plan perpendiculaire à l'axe de l'objectif. L'éclairage était obtenu au moyen de la lumière oxhy-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

drique dirigée presque normalement à la surface à reproduire et concentrée sur celle-ci au moyen d'une lentille convergente. Comme

Fig. 294.

Pièce de 20 francs fausse.

Pièce de 20 francs vraie.

La pièce fausse ne présente pas la netteté de frappe qui caractérise la pièce vraie.

objectif nous employons un 0 ou un 1 combiné avec un oculaire à fort grossissement. Une chambre noire horizontale s'adaptait au mi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

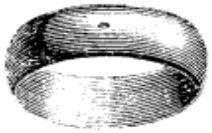
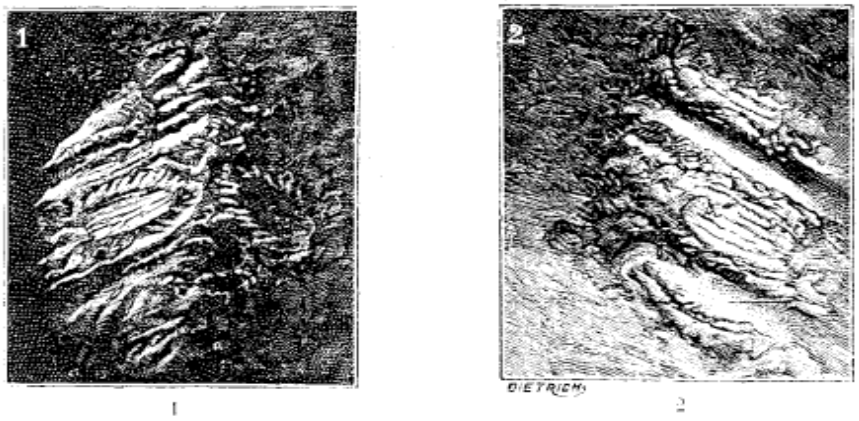


Fig. 295. — Une bague d'or avec la marque du poinçon. — Grandeur d'exécution.

Poinçon pour les bijoux en or (marque du Havre). Fac-similés d'agrandissements photographiques. — N° 1. Poinçon de l'État. — N^os 2 et 3. Poinçons faux.



Contremarques de bijoux d'or. Fac-similés d'agrandissements photographiques. N^os 1 et 2 : contremarques vraies; n^os 3 et 4 : contremarques fausses.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

croscope et nous permettait d'obtenir avec un temps de pose variant de 5 à 10 minutes, des agrandissements de 12 diamètres. La contremarque était faite de la même manière. Comme témoins nous avions des pièces portant la marque et la contremarque authentiques et ces pièces ont été reproduites à la même échelle. Les résultats donnés par la photographie ont été des plus concluants.

La figure 295 montre d'abord la bague grandeur nature puis le poinçon de l'État (marque du Havre) et deux spécimens de faux poinçons dans lesquels on ne retrouve ni la forme générale ni les détails et la précision du poinçon vrai. L'examen des contremarques est encore plus démonstratif. On aperçoit nettement les carapaces des animaux gravés sur la bigorne et qui sont disposés obliquement par rapport à une ligne médiane ; au contraire dans les contremarques fausses on ne constate qu'un écrasement quelconque du métal dans lequel il est impossible de reconnaître quoi que ce soit qui ressemble aux contremarques vraies. Dans cette expertise les résultats immédiats ont été si probants qu'il n'a même pas été nécessaire de faire des mensurations.

757. Dans ce cas particulier il est difficile, pour ne pas dire impossible, de demander à des magistrats ou à des jurés d'examiner les pièces incriminées, cette étude ne pouvant se faire qu'au microscope ainsi que le montre très bien le fac-similé de la bague grandeur nature montrant la vraie dimension du poinçon. La photographie seule permet de faire passer à tous les intéressés des documents suffisamment agrandis pour être lisibles sans le secours d'un instrument délicat à manier, qui sont de plus placés comparativement à côté de pièces authentiques et ne peuvent en aucun cas être soupçonnés d'interprétation comme des dessins, si parfaits qu'on les imagine.

Des applications du même genre seront faites toutes les fois que la petitesse du document empêchera l'étude directe, c'est ainsi que des photographies de sang recueilli sur le lieu d'un crime, que des falsifications de denrées alimentaires constitueront des documents d'une valeur indéniable et indiscutable. Ces procédés sont employés couramment au laboratoire municipal de Paris.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XVI

LA PHOTOGRAPHIE MÉDICALE

758. Les applications de la photographie aux sciences médicales et physiologiques sont un exemple absolument typique des ressources nombreuses et variées qu'elle présente, non seulement comme moyen de reproduction incomparable, mais comme procédé d'analyse. En dehors en effet des méthodes banales qui trouvent ici leur emploi quotidien nous en signalerons d'autres tout à fait originales qui ont été nécessitées par la nature spéciale des problèmes rencontrés.

Dans le service photographique de la Salpêtrière dont la direction nous est confiée depuis 1882, nous avons dû créer un certain nombre d'appareils ou de dispositifs spéciaux que nous décrirons en détail car ils peuvent avoir leur utilité dans d'autres hypothèses. On nous a reproché à ce sujet d'avoir en quelque sorte compliqué l'usage de la photographie par suite de ces installations spéciales à tel ou tel cas. Après avoir pris la connaissance de ce chapitre, le lecteur aura la conviction, nous en sommes convaincu, que cette critique est loin d'être fondée, et que si les procédés que nous indiquons ne sont pas indispensables, en tous cas ils facilitent de beaucoup les opérations et ils permettent d'obtenir rapidement, avec sécurité, le résultat cherché. Ils sont d'ailleurs en quelque sorte obligatoires dans un laboratoire comme celui de la Salpêtrière où la variété de sujets à reproduire exige une installation très complète. Nous avons d'ailleurs publié un ouvrage spécial sur la question et nous y renvoyons ceux de nos lecteurs qui désireraient des détails encore plus complets que ceux que nous pouvons donner dans cet ouvrage (1).

759. Examinons maintenant le rôle que peut remplir la photo-

(1) A. Londe, *La Photographie médicale*, Paris, Gauthier-Villars et fils.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

graphie dans le cas actuel. Tout d'abord elle est destinée à compléter l'Observation, cette pièce établie par les soins du médecin et qui renferme tous les renseignements concernant les antécédents et l'état actuel du malade. La photographie, si elle n'est pas toujours nécessaire, sera au contraire d'une utilité indiscutable lorsque les manifestations de la maladie se traduisent par des déformations extérieures affectant l'ensemble ou telle ou telle partie de l'individu. On peut même dire que dans bien des cas une simple épreuve parlant aux yux en dira plus long qu'une description complète. S'il se produit dans l'état du malade des modifications quelconques, de nouvelles épreuves permettront de faire des comparaisons indiquant d'une façon très précise les progrès soit de la guérison soit de la maladie

Lorsqu'il s'agira de noter des états essentiellement passagers et fugitifs, tes que ceux que l'on rencontre en particulier chez les nerveux et lesaliénés, la photographie donnera le moyen de garder une trace durable de ces phénomènes trop rapides pour être analysés par l'œil.

Après le décès même, le rôle de la photographie n'est pas terminé, elle prêtera son concours à l'anatomiste pour reproduire les différentes lésions à l'histologiste pour reproduire ces coupes si fines et si délicates dans lesquelles il poursuit l'étude des problèmes les plus importants ayant trait à la physiologie et à la pathologie.

Enfin, et ce n'est pas le moindre avantage, tous ces documents peuvent être multipliés au profit de tous et feront connaître aux intéressés les observations, des travaux qui resteraient ignorés dans les cliniques ou les laboratoires.

760. Pour remplir ce programme si vaste, il est nécessaire d'avoir une organisation très complète telle que celle que nous sommes parvenus peu à peu à réaliser à la Salpêtrière. En ce qui concerne l'agencement du laboratoire de développement et de l'atelier de pose nous renvoyons à ce qui a été dit auparavant (237-303). Les mêmes règles générales sont applicables. On peut se contenter cependant d'un seul fond gris moyen. Un lit sera disposé dans l'atelier pour les sujets qui ne peuvent être levés sans inconvénient.

761. Au point de vue du matériel, tout appareil photographique est convenable. Nous croyons néanmoins qu'il ne faut pas descendre en dessousdu format 13/18. Le soufflet de la chambre devra être de grandes dimensions afin de permettre dans certains cas de faire des reproductions à grande échelle.

Nous employons cependant à la Salpêtrière une chambre spéciale

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à double corps que nous avons fait construire sur nos indications (fig. 296). Cette chambre qui comporte deux soufflets parallèles est munie de deux objectifs de même foyer L'arrière de la chambre comporte deux logements semblables qui reçoivent deux verres dépolis.

Un seul des objectifs est muni d'un obturateur, le second n'étant destiné qu'à effectuer la mise en plaque et la mise au point. La raison qui nous a fait construire cet appareil, c'est que les conditions de travail sont loin d'être les mêmes que dans la pratique ordinaire. Si certains sujets sont tranquilles, d'autres sont agités et, par suite de leur état maladif ou de leur faiblesse d'esprit, il est impossible de les maintenir exactement à la place voulue. D'ailleurs il est très important de conserver au malade son attitude, sans chercher à

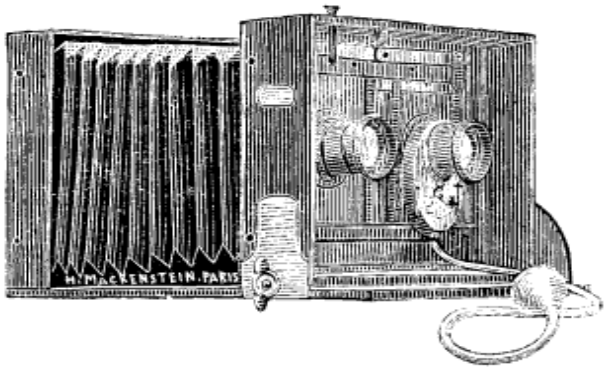


Fig. 296. — Chambre à double corps construite sur les données de l'auteur par M. Mackenstein.

l'immobiliser par l'usage de l'appuie-tête par exemple. Il s'en suit que la plupart du temps entre le moment où la mise au point a été effectuée et celui où le châssis est mis en place et ouvert, il se sera dérangé. Dans ces conditions, le nombre des insuccès ne se comptera plus et le budget des laboratoires tel que le nôtre étant en général moins que suffisant, cette manière d'opérer sera tout à fait ruineuse. Avec l'appareil que nous avons adopté il n'en est plus ainsi. Nous armons l'obturateur, nous ouvrons le châssis du côté correspondant et à ce moment nous effectuons la mise en plaque et la mise au point de l'autre côté de la chambre. Lorsque cette opération est faite il nous suffit d'appuyer sur la poire de l'obturateur pour saisir le malade dans l'attitude qui nous paraît la plus convenable. Une longue pratique nous a montré que cette manière d'opérer est absolument sûre : nous l'employons du reste également en photogra-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

phie instantanée où elle nous donne les mêmes avantages. Pour terminer, nous signalerons une disposition indispensable avec un appareil de ce genre, il faut que l'on puisse rapprocher ou éloigner les objectifs l'un de l'autre de façon à avoir exactement l'image du sujet observé en des points symétriques de la plaque. Ce résultat est obtenu au moyen de leviers, agissant sur les planchettes d'objectifs, que l'on commande par un bouton extérieur situé sur la partie supérieure de l'appareil.

Comme objectifs il est nécessaire d'employer les différents types susceptibles de travailler à grande ouverture et de donner des images exemptes de toutes déformations. On choisira donc dans les objectifs symétriques ou asymétriques celui qui, pour le format considéré, couvrira le mieux la plaque adoptée, aura la plus grande profondeur et ceci avec le foyer le plus court et l'ouverture la plus grande.

Notre appareil de la Salpêtrière est muni de deux hémisphériques Darlot n° 4 qui nous donnent toute satisfaction. Dans certains cas tout spéciaux et lorsqu'il est nécessaire de faire de l'instantané dans l'atelier, l'objectif double pourra être de grande utilité mais à condition de se contenter d'un champ réduit.

En fait d'obturateur nous employons celui qui porte notre nom. Tout autre obturateur pouvant faire la pose et l'instantané à volonté peut du reste être employé.

762. Voyons maintenant dans les divers cas qui se présenteront la conduite à tenir. Les modifications pathologiques que la photographie peut enregistrer tiennent toutes à des modifications de la forme humaine dans son ensemble ou dans ses parties. Ce seront donc des études de nu soit total soit partiel. Pour obtenir dans ces conditions des détails, à la fois dans les parties éclairées et dans les parties dans l'ombre, il sera bon de mettre en pratique les principes posés à propos de l'éclairage et les règles logiques du développement rationnel. Mais il ne sera pas toujours facile d'allonger suffisamment la pose pour obtenir une épreuve très modelée à cause de la mobilité du sujet. On devra donc, par le choix de l'objectif, la suppression de tout diaphragme, l'éclairage en grand, l'emploi de plaques rapides et d'un développement énergique, tout combiner pour réduire la pose le plus possible.

Les attitudes sont quelquefois absolument caractéristiques et il faut les noter sans les modifier par l'usage d'un appui quelconque. Nous citerons dans cet ordre d'idées l'attitude dans la sciatique, la paralysie générale, l'atrophie musculaire, la démence, l'idiotie, etc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous ne pouvons reproduire dans cet ouvrage les planches typiques qui feraient ressortir l'intérêt de ces études, nous en avons donné un certain nombre dans notre Photographie Médicale : nous nous contenterons de donner le fac-similé de deux épreuves exécutées par nous pour accompagner le travail si intéressant de notre ami

Fig. 297. — Attitudes typiques chez les névropathes, d'après les photographies du laboratoire de la Salpêtrière.

M. le Dr Meige sur le Juif Errant à la Salpêtrière (1). L'attitude des deux névropathes voyageurs a été respectée avec la plus scrupuleuse fidélité et est particulièrement caractéristique dans l'espèce (fig. 297).

L'étude de la tête n'est pas moins intéressante et elle présente d'ailleurs certaines difficultés si l'on veut des documents à grande échelle ou si l'on désire conserver l'attitude typique. C'est dans ce cas que la supériorité de la photographie sur l'observation éclatera

(1) Nouvelle Iconographie de la Salpêtrière.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'une façon évidente. Certains malades ont un faciés spécial que le médecin a le plus grand intérêt à reconnaître et à graver dans sa mémoire car souvent à première vue il lui indiquera le diagnostic d'une façon à peu près certaine. L'étude des faciés en pathologie nerveuse a été faite d'une façon remarquable par l'École de la Salpêtrière et sans trop s'avancer, on peut affirmer que la photographie n'a pas été d'un médiocre secours dans la circonstance. Certaines modifications de la face qui par elles-mêmes ne sauraient constituer isolément un signe évident d'une affection quelconque, prennent une importance très grande si on les retrouve toujours chez les malades similaires. A moins d'avoir en même temps et par hasard des malades présentant ces faciés caractéristiques, ils peuvent souvent passer inaperçus. Au contraire, avec des photographies rapprochées les unes des autres, on pourra faire des comparaisons sur de nombreux spécimens et en déduire les modifications typiques qui constituent tel ou tel faciés. Parmi les faciés devenus classiques, nous citerons ceux de la sclérodermie, de la myopathie, du myxœdème de l'acromégalie etc. Il est à remarquer du reste que depuis que ces études ont été faites sous la direction de notre regretté maître M. le Professeur Charcot et publiées avec des photographies originales, de tous côtés sont arrivées de nouvelles épreuves qui venaient confirmer l'excellence d'une méthode permettant la comparaison des documents récoltés à de longues années de distance et dans les différentes parties du monde : c'est là un avantage précieux de la photographie et dont l'importance en médecine ne saurait être passée sous silence.

763. Rien n'empêcherait d'ailleurs d'utiliser ces documents pour réaliser la conception de Galton qui a proposé de se servir de la photographie pour obtenir des portraits composites dont la résultante, faisant abstraction des variantes individuelles, devait donner les caractères typiques d'une race ou d'une famille.

On n'oubliera d'ailleurs jamais de se procurer, si possible, un portrait fait antérieurement au début de la maladie ; les différences n'en seront que plus frappantes.

764. La reproduction des mains et des pieds est d'une importance capitale dans certaines affections qui impriment à ces membres des déformations particulières et également caractéristiques, simultanées avec celles de la face ou quelquefois isolées. Dans les opérations courantes, jamais on ne reproduit les mains qui sont au contraire la bête noire du photographe qui cherche toujours à les éviter ou à les dissimuler ; par suite on peut être embarrassé *à priori* pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

trouver un dispositif convenable pour les obtenir d'une façon satisfaisante.

A la Salpêtrière nous nous servons d'un plateau incliné sur lequel le sujet place ses mains d'une façon naturelle et sans efforts. La chambre noire est inclinée de façon à ce que le corps d'avant soit parallèle au plateau. Celui-ci est recouvert d'une étoffe gris moyen. On peut encore, si on a un appareil vertical, faire placer la main à plat sur un support quelconque placé en dessous de la chambre.

Pour la photographie des pieds il sera nécessaire d'élever le sujet sur une table ou un support quelconque afin qu'il se trouve à la hauteur de l'appareil.

Dans un cas comme dans l'autre et principalement lorsqu'il s'agit de modifications qui portent sur les dimensions de ces membres il sera recommandé de photographier en même temps une échelle métrique ou les mains ou les pieds d'une personne normale. La comparaison sera ainsi bien plus démonstrative.

En opérant ainsi, on récoltera de nombreux documents, qu'il s'agisse de paralysies, d'atrophies, de griffes, de contractures, etc.

Il sera nécessaire d'avoir un tirage de chambre assez long pour obtenir des épreuves de dimensions convenables donnant tous les détails à une taille suffisamment lisible.

765. Il en sera de même lorsque l'on voudra reproduire tel ou tel détail ou telle ou telle partie de la face par exemple. La reproduction des yeux, du nez, de la bouche, de la langue, des oreilles etc., a dans certains cas une importance spéciale et présentera des difficultés incontestables. On devra donc tout combiner pour opérer dans le temps le plus court possible.

766. En dernier lieu l'affection pourra se traduire sur l'enveloppe externe du corps humain, sur la peau, et l'on sera obligé de recourir non seulement aux épreuves à grande échelle mais encore, le plus souvent, à l'emploi d'un agrandissement. Nous devons reconnaitre du reste qu'en dermatologie la photographie est destinée à rendre les plus grands services. Elle peut en effet non seulement noter d'une façon précise les différentes phases de l'affection mais encore, dans certains cas, précéder le diagnostic. Le lecteur n'ignore pas que la plaque photographique n'est pas également sensible aux diverses radiations lumineuses, par suite, elle pourra déceler des radiations que notre œil ne saurait percevoir. Dans les maladies éruptives, certaines colorations de la peau, non encore perceptibles à l'œil, pourront être reconnues sur la plaque. Plusieurs observa-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tions ont déjà été faites dans cet ordre d'idées par Vogel et le Dr Broca. Il y a là d'intéressantes recherches à continuer pour voir dans quelles limites la photographie peut déceler une éruption non encore déclarée. Étant données les colorations spéciales des maladies de peau qui en général tiennent du jaune et du rouge, on devra faire un emploi judicieux de plaques orthochromatiques (285) et d'écrans colorés convenables (293).

767. Si nous rencontrons des difficultés quelquefois assez grandes lorsqu'il s'agit de reproduire des malades tranquilles ou à peu près, que sera-ce lorsqu'ils seront incapables de garder l'immobilité ou qu'ils seront en proie à des crises violentes. Ici la photographie instantanée s'impose et va nous permettre d'étudier des phénomènes que l'œil ne saurait le plus souvent analyser avec assez de précision. Dans cet ordre d'idées, les tics, les spasmes, la chorée, l'athétose, la paralysie agitante, les tremblements de diverses natures, les crises épileptiques ou hystériques, les démarches pathologiques, voilà un domaine suffisamment vaste à explorer avec cette circonstance particulièrement aggravante, que la plupart du temps il faudra opérer dans l'atelier de pose. Cette obligation, quelquefois impérieuse à cause de l'état de nudité des sujets, nous forcera à mettre en œuvre toutes les ressources de la technique, et tout ce que nous avons dit de la photographie instantanée trouvera sa place ici. C'est dans cette hypothèse que l'on reconnaîtra les avantages indiscutables de la chambre à double corps. On pourra avoir intérêt à se servir également d'une chambre à main à vision simultanée, pour photographier les aliénés, les idiots, les dégénérés dans leurs attitudes habituelles. La vue d'un grand appareil pourrait les rendre méfiants et souvent, par suite de leur mobilité excessive, il faut les poursuivre en quelque sorte et les saisir au moment propice sans perdre un instant.

768. En général on doit demander à ces épreuves toute la perfection technique, surtout en ce qui concerne la netteté. Cependant dans certains cas spéciaux, il y aura avantage à procéder différemment. Certains malades peuvent être atteints de tremblements localisés par exemple à certains membres et non à d'autres. Une épreuve instantanée reproduira le sujet dans une attitude quelconque qui peut être intéressante pour le médecin mais qui ne lui donnera plus aucune indication sur les membres atteints et sur l'intensité du tremblement. Faisons au contraire une épreuve moins rapide pour que la netteté des parties en mouvement ne soit pas atteinte, nous obtiendrons un certain flou qui sera d'autant plus prononcé

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que l'amplitude du mouvement sera plus grande. Cette épreuve aura évidemment une plus grande valeur, car elle montrera d'une part les membres atteints de tremblement et de l'autre, dans une certaine mesure, l'intensité de ces mouvements.

Voici un exemple frappant à l'appui de cette manière d'opérer. Une malade atteinte de chorée rythmée a des tremblements localisés dans les bras et variables suivant la position des membres. Nous faisons une première photographie à grande vitesse (fig. 298). Aucun mouvement n'est perceptible et l'on ne peut se douter que

Fig. 298. — Chorée rythmée. Épreuve instantanée à grande vitesse.

Fig. 299. — Chorée rythmée. Épreuve instantanée à moindre vitesse.

le bras gauche de la malade était à ce moment animé d'un tremblement assez prononcé. Il n'en est plus de même dans l'autre épreuve (fig. 299) faite avec une exposition plus lente : dans celle-ci on constate un tremblement très intense du bras, le maximum de déplacement étant donné par la main. Ces dessins ont été exécutés d'après nos photographies par M. Martin et en rendent absolument l'effet.

On voit donc, par ce qui précède, que la netteté n'est pas toujours indispensable et que le flou des parties en mouvement peut donner au médecin, dans ce cas, des indications beaucoup plus utiles.

769. Mais c'est surtout dans l'étude des manifestations de la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

grande hystérie que la photographie interviendra avec le plus grand

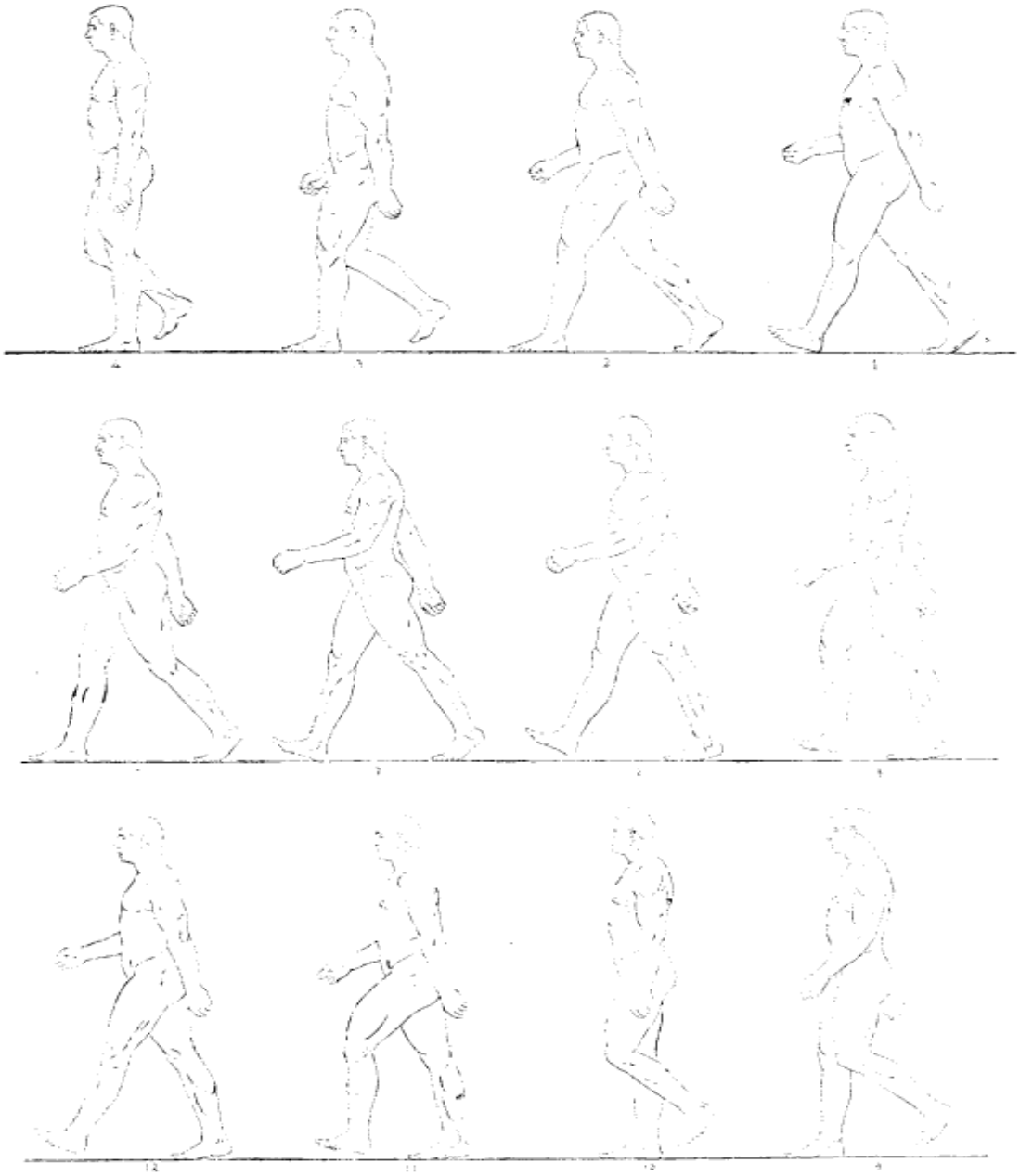


Fig. 300. — Homme marchant. (Dessins du Dr P. Richer, d'après une série chronophotographique de l'auteur.)

succès. Dans certaines expériences classiques qui ont trait à l'étude de la léthargie, de la catalepsie ou de l'hypnotisme, on aura la faci-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lité de noter au fur et à mesure des phénomènes essentiellement passagers ou peu durables. Nous avons ainsi reproduit à la Salpêtrière avec le Dr Paul Richer, les modifications de l'attitude produites par le courant faradique d'intensité progressive sur une hystérique en état de catalepsie, puis l'influence du geste sur la physionomie dans le même état ; on peut également conserver la trace d'attitudes

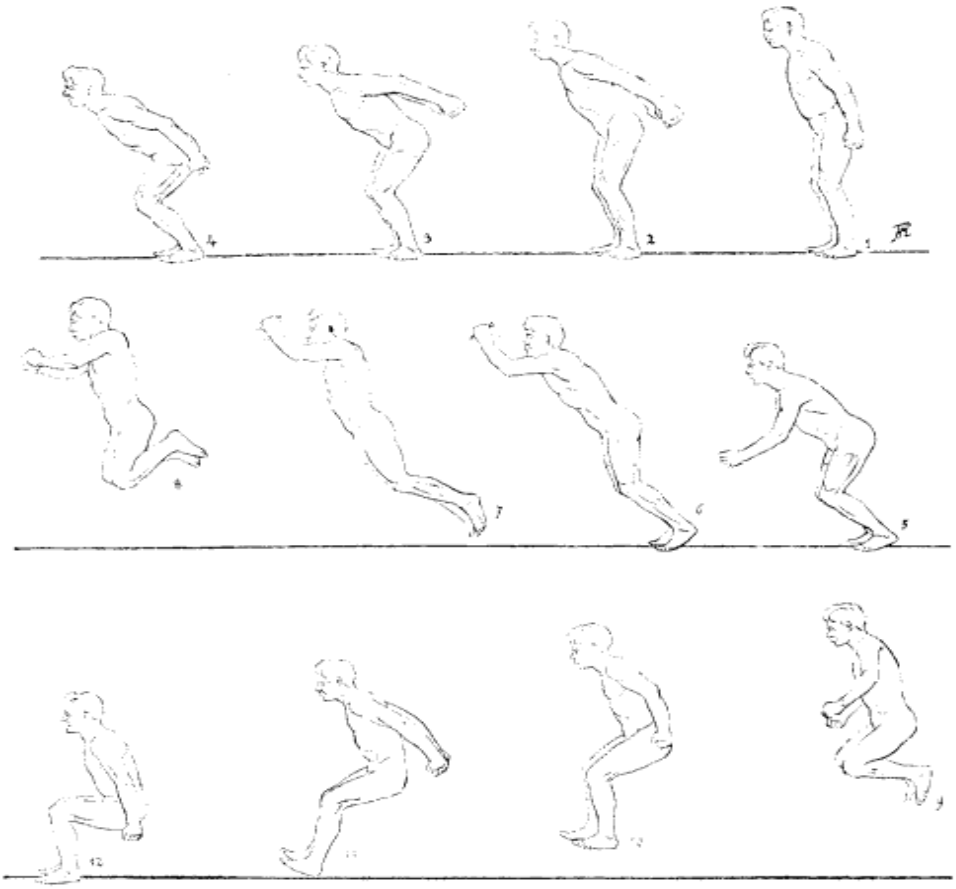


Fig. 301. — Homme sautant de pied ferme. (Dessins du Dr P. Richer, d'après une série chronophotographique de l'auteur.)

spéciales correspondant à des excitations sensitives et sensorielles. Dans ces différentes hypothèses, des épreuves isolées seront parfaitement suffisantes la plupart du temps, mais il n'en sera plus de même lorsqu'il s'agira des crises épileptiques ou hystériques dans lesquelles on observe une série d'attitudes qui se succèdent parfois fort rapidement et des mouvements très prompts que l'œil ne saurait saisir avec une perfection suffisante.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

770. Il sera alors nécessaire d'employer un appareil chronophotographique qui permettra d'obtenir une série d'épreuves successives représentant les différentes phases du phénomène. Nous avons étudié tout particulièrement cette question au point de vue médical et avons fait construire deux appareils destinés à résoudre le problème dans les conditions particulières que nous rencontrons dans l'espèce, nous les décrirons dans le chapitre consacré aux appareils enregistreurs et à la chronophotographie (823).

Les appareils de cette catégorie seront employés également avec succès pour faire l'analyse du mouvement soit au point de vue physiologique soit au point de vue pathologique. C'est dans cet ordre d'idées que nous publions avec le Dr Richer un grand atlas de Physiologie Artistique qui permet de constater les modifications de la forme dans le mouvement chez l'homme dans les actes de locomotion ou les mouvements partiels. La suite naturelle de ce travail sera l'étude des démarches pathologiques et des modifications particulières qui sont produites dans les mouvements partiels par suite d'un état maladif quelconque, atrophie, hypertrophie, paralysie, etc. Vu le grand format de ces planches, nous sommes obligés de ne reproduire que deux séries dessinées, avec grand talent, par M. Richer d'après nos séries chronophotographiques (fig. 300 et 301). Ces planches sont extraites de la *Physiologie artistique*, que notre savant collègue vient de publier chez M. Doin. Cet ouvrage des plus remarquables, auquel doit faire suite l'atlas dont nous venons de parler, montre bien le parti que l'on peut tirer de la photographie au point de vue physiologique et au point de vue artistique.

771. La chronophotographie, indispensable dans les hypothèses précédentes, sera cependant insuffisante dans certains cas, et il peut être utile de traduire en courbes continues des phénomènes quelconques qui n'ont qu'une faible amplitude et une durée assez longue. On pourra employer des appareils enregistreurs basés sur la photographie d'un point lumineux placé sur la partie dont on veut connaître le mouvement. Nous avons appliqué avec succès cette méthode pour l'enregistrement des tremblements, et nous décrirons les dispositifs à employer dans le chapitre XVIII (801).

772. Jusqu'à présent, nous avons envisagé le travail fait soit au dehors soit dans l'atelier, mais on n'a pas toujours à sa disposition une installation comme celle que nous venons de décrire et, surtout pendant la mauvaise saison, on éprouve de véritables difficultés par suite de l'insuffisance de la lumière. D'autre part il peut être nécessaire d'opérer dans les salles même de l'hôpital, le transport du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

malade n'étant pas possible. Pour ces diverses raisons, il est bon de recourir à la lumière artificielle qui peut nous donner le moyen très précieux de travailler partout et sans installation spéciale, au moins pour tout ce qui concerne la photographie posée. A ce point de vue, l'emploi de la lumière artificielle et principalement du magnésium en poudre est destiné à répandre encore davantage le rôle de la photographie en médecine puisqu'il ne sera pas besoin d'installation spéciale. Pour tout ce qui est du mode opératoire, nous renverrons au chapitre XIX. Il suffira de disposer d'une pièce de dimensions convenables dans laquelle on conservera si l'on veut un faible éclairage venant du dehors, pour permettre facilement la mise au point. On placera un fond, à la distance voulue du modèle, afin que l'ombre projetée de celui-ci ne soit pas visible. Par des expériences préliminaires, on déterminera la quantité de mélange éclairant à employer dans les cas variés de la pratique et, une fois fixé, on opérera à coup sûr.

773. La seule précaution à prendre, c'est d'adopter un éclairage dont la durée soit très courte; il ne faut pas poser en quelque sorte, l'immobilité du sujet étant fort douteuse, de plus l'apparition subite de l'éclair magnésique produit fatalement l'occlusion des yeux et des mouvements involontaires du modèle même bien portant. La physionomie se trouvera par suite complètement modifiée. Avec certains nerveux, l'effet est encore plus prononcé et, chez les hystériques par exemple, l'éclat de la lumière provoque instantanément l'état de catalepsie. Si donc, avec les malades de cette catégorie, l'éclair magnésique est lent, la photographie sera prise précisément au moment du passage de l'état de veille à celui de catalepsie; par suite, l'image sera floue. Si, au contraire, l'éclair est très vif, la photographie sera faite avant que le malade n'ait eu le temps de réagir.

Nous avons reconnu la vérité de ce que nous avançons dans une série d'études faites à la Salpêtrière, et c'est pour cette raison que nous avons adopté exclusivement la poudre Dida, dont la vivacité de combustion est remarquable (852).

774. La lumière artificielle est également employée dans d'autres études originales ayant pour but de reproduire l'intérieur des différentes cavités du corps humain.

On est arrivé, à l'aide d'instruments spéciaux, à faire ces études d'un intérêt tout particulier, mais malheureusement l'examen est forcément rapide et il est incontestable qu'une image fidèle de la partie observée présentera un intérêt considérable, car on pourra l'étudier à tête reposée, la comparer à d'autres, la publier. Elle cons-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tituera un document certain, tandis que la mémoire de l'observateur peut toujours être suspectée.

Des résultats particulièrement intéressants ont été obtenus en ce qui concerne le larynx et le fond de l'œil. Nous citerons en particulier les travaux de M. Guilloz sur cette dernière question. Les difficultés du problème, en ce qui concerne l'œil, tiennent à la présence des reflets dus à la cornée, à l'inactinisme des parties à photographier qui sont dans la gamme des rouges et des jaunes et dans la difficulté de trouver l'éclairage convenable. Grâce à l'emploi du magnésium

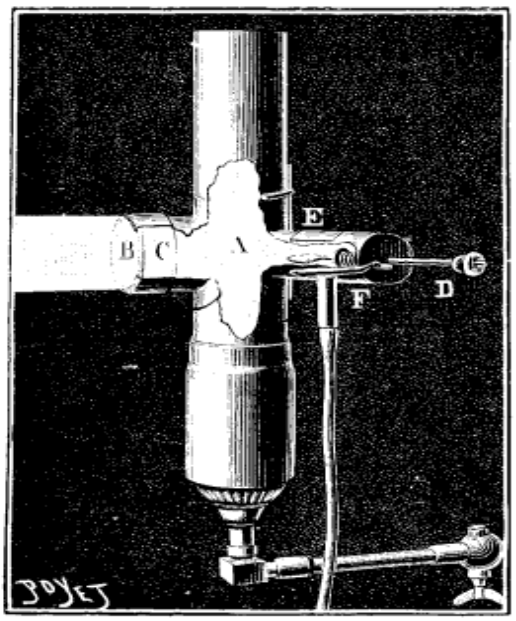


Fig. 302. — Pistolet au magnésium de M. Guilloz, pour la photographie du fond de l'œil. — A. Flamme de gaz. — B. Lentille. — C. Disque de verre protecteur. — D. Tige à ressort portant le magnésium. — E. Porte pour la charge de l'appareil. — F. Déclenchement pneumatique.

et d'un dispositif parfaitement compris, on peut dire que le problème a été complètement résolu par M. Guilloz.

La figure 302 montre le pistolet à magnésium imaginé par M. Guilloz. Un bec de gaz A est surmonté d'une cheminée opaque garnie de deux tubes latéraux. L'un renferme une lentille B destinée à concentrer la lumière sur le point à reproduire. Cette lentille est protégée, par un verre plan C, contre le dépôt de magnésie qui se produit inévitablement au moment de l'éclair. L'autre renferme une tige D montée à ressort et dont l'extrémité antérieure reçoit la quantité de magnésium nécessaire pour l'expérience. Au moyen du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

déclenchement F commandé par une poire pneumatique, on peut dégager au moment voulu la tige qui vient projeter le magnésium dans la flamme et produire l'éclair. Ce dispositif permet d'agir à l'instant précis où l'œil est dans la bonne position. La petite porte E permet d'introduire le magnésium dans la cavité qui doit le recevoir.

775. Comme on le voit, les applications ne se comptent plus, et cependant il y aurait beaucoup à faire encore. On s'est peu servi de la photographie au point de vue chirurgical, si ce n'est pour noter l'état d'un blessé avant et après une opération ; ceci est déjà important, mais il serait intéressant aussi de noter avec soin les différentes phases d'une opération faite par un chirurgien habile. Il faudrait évidemment, dans ce cas, une installation toute spéciale qui consisterait en principe à disposer un appareil vertical au-dessus de la table d'opération. Ce dispositif pourrait être également employé pour noter les différentes parties d'une autopsie, car ici encore la photographie n'abdique pas son rôle et, elle seule, permettra de garder la trace durable des constatations faites. Il faut en effet d'abord étudier le corps dans son ensemble, puis les divers organes mis à nu successivement et enfin pénétrer encore plus loin jusqu'à la lésion même ; si celle-ci est de petites dimensions ou provient des éléments primordiaux altérés, on devra recourir à l'examen microscopique. Ici encore la photographie interviendra pour reproduire ces coupes histologiques si sujettes à s'altérer. Il deviendra facile de comparer les résultats et de les divulguer au profit de la science. C'est dans cet ordre d'idées que nous avons publié, il y a quelques années, avec le Dr Blocq, un atlas d'Anatomie Pathologique de la moelle épinière. Les opérations à exécuter ressortent dans le cas présent de la photomicrographie (chapitre XIV) et nous n'insisterons pas davantage.

La reproduction des pièces anatomiques ou de parties quelconques du squelette doit nous occuper maintenant. On se servira, suivant les cas, de la chambre ordinaire ou d'un appareil vertical. On mettra à profit les indications que nous avons données précédemment (255). On utilisera fréquemment la photographie sous l'eau pour éviter les reflets et la reproduction des pièces manquant de consistance (256).

Les photographies de cerveaux soit à l'état frais, soit préparés convenablement, donneront d'excellents résultats. L'appareil vertical sera toujours préférable et le cerveau placé normalement à l'objectif sera porté par un plateau de liège ou une feuille de verre qui permet

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'éviter les ombres trop fortes. On se servira de petits tampons de ouate pour caler la pièce convenablement (1).

Une fois l'aspect extérieur reproduit, on pourra sans inconvénients faire des coupes dans le sens convenable. C'est ainsi qu'a procédé M. le Dr Luys dans sa remarquable Iconographie photographique du cerveau. Ces coupes, dont le mode d'obtention est très délicat, peuvent être reproduites par réflexion et par transparence.

776. Quel que soit le document obtenu en photographie médicale, il aura non seulement comme valeur propre d'être sincère et impartial mais encore l'avantage de pouvoir être classé, comparé à d'autres et multiplié à l'infini. Les travaux des médecins, faits dans les grands centres et dans les hôpitaux principalement, seront communiqués avec les documents à l'appui aux collègues moins favorisés et les connaissances générales augmenteront au grand profit de la science. Les thèses, les revues, les journaux spéciaux, sont maintenant illustrés au moyen de planches photographiques dont le prix est inestimable. Nous n'en chercherons la preuve que dans le succès et la réputation universelle de la nouvelle Iconographie de la Salpêtrière qui est publiée sous la direction de MM. Gilles de la Tourette, Richer et nous-même.

Nous croyons avoir suffisamment montré le rôle important qui appartient actuellement à la photographie médicale et, si évidemment, elle ne contribue pas directement à la guérison du malade, on ne peut nier qu'elle ne serve sans conteste aux progrès de l'instruction professionnelle et scientifique; par suite, plus les médecins connaîtront les causes du mal et plus ils auront de ressources pour le combattre.

(1) Trutat, *La Photographie appliquée à l'Histoire naturelle*, p. 67, Gauthier-Villars et fils.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XVII

ASTRONOMIE

777. La photographie et l'astronomie sont liées d'une manière très intime ; en effet, c'est depuis le jour où notre illustre collègue M. Janssen a hardiment proclamé les avantages de la découverte de Daguerre et de Niepce au point de vue des observations astronomiques que celle-ci, jusqu'alors dédaignée et incomprise, a été admise par les savants comme moyen d'enregistrement et d'analyse. Par contre, depuis les derniers progrès accomplis en ce qui concerne la sensibilité des préparations, elle a largement payé sa dette en donnant aux astronomes des méthodes des plus fécondes.

Il est juste de reconnaître que dès les premiers temps de la photographie, des savants éminents tel qu'Arago avaient indiqué l'avenir nouveau que cette découverte ouvrait à la science astronomique, mais les résultats concluants et définitifs n'ont été acquis qu'après la découverte du gélatino-bromure d'argent et à la suite des beaux travaux en France de Janssen, Cornu, Faye, Amiral Mouchez, Laussedat, Henry frères, Deslandres, etc., et à l'étranger de Rutherfurd, Draper, Warren de la Rue, Common, Vogel, Huggins, Pickering et bien d'autres.

Nous ne saurions entrer dans l'historique de la question, pourtant fort intéressante, mais qui nous entrainerait trop loin. Nous nous contenterons d'indiquer d'une manière générale le rôle pris par la photographie dans les études astronomiques, les méthodes employées et les résultats actuellement obtenus.

778. Les astres visibles la nuit se montrent dans le ciel comme des points brillants se détachant sur le fond sombre du ciel. Ils se présentent donc en général, à cause de leurs faibles dimensions relatives et de leurs mouvements propres, dans les conditions voulues nécessitées par la photographie sur fond noir. En employant une plaque fixe, les astres traceront d'eux-mêmes leurs trajectoires.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

donnant ainsi des indications précises sur les lois propres de leurs mouvements. Si on interrompt l'admission de la lumière à des intervalles réguliers, on pourra déduire le chemin parcouru dans l'espace.

779. Mais à côté de cette application il est non moins important de pouvoir connaître l'aspect des différentes constellations, de noter les positions respectives des astres les uns par rapport aux autres.

Ce problème ne peut être résolu qu'en obtenant sur la plaque la fixité de l'image, la durée de pose devant toujours être notable à cause de la faible intensité lumineuse des astres à reproduire. Il est donc nécessaire de déplacer la plaque pendant l'exposition d'un mouvement continu et régulier. On utilise à cet effet les appareils spéciaux employés pour l'examen direct et qui permettent de suivre le mouvement de l'astre étudié. Nous n'avons pas encore vu, dans les applications précédemment décrites, d'exemple de l'emploi d'une plaque mobile destinée à donner une image unique d'un objet en mouvement, en annulant en quelque sorte ce mouvement. Ce dispositif permet d'obtenir des durées de pose aussi prolongées qu'on le désire et, par suite d'enregistrer des images trop peu lumineuses pour être perçues à l'observation directe et qui le seront sur la plaque avec une augmentation de pose suffisante. De ce côté, la plaque photographique suppléera à l'insuffisance de l'œil humain et étendra son domaine d'investigation.

780. En outre des positions respectives des astres qui peuvent être relevées par la photographie, leur forme générale et leurs variations d'aspect seront notées d'une manière bien plus précise que par l'observation directe, parce que ces modifications portent sur des durées de temps quelquefois énormes et que la comparaison, dans ces conditions, ne peut être faite que par des dessins plus ou moins sujets à caution.

781. Sur tous ces documents, des mesures pourront être effectuées à tête reposée et avec plus de précision car la simultanéité d'impression de toutes les parties du champ observé permet de recueillir en un temps relativement court un nombre considérable d'objets qui auraient dû être étudiés séparément et l'on peut éviter ainsi les erreurs inévitables qui entachent des observations optiques obligatoirement successives.

782. L'enregistrement photographique sera aussi d'une valeur indiscutable pour noter les différentes phases d'un phénomène essentiellement passager, en supprimant toute intervention de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'observateur et l'erreur personnelle, qui a, comme on le sait, en astronomie une part importante qu'on ne saurait négliger lorsqu'il s'agit de connaître l'instant précis d'un passage.

783. A côté de ces applications multiples ayant pour but le côté descriptif et iconométrique, il faut ajouter que la photographie a permis de mesurer l'intensité lumineuse relative des différents astres, c'est la photométrie astronomique, et d'en connaître la valeur au point de vue spectral, c'est la spectrophotographie.

784. Étudions maintenant successivement ces applications en indiquant au préalable les dispositifs nécessaires pour obtenir de bonnes photographies astronomiques.

Comme le dit très justement M. Cornu, l'image obtenue doit être fidèle, détaillée et rapide. Fidèle, en reproduisant les formes générales sans aucune altération ni distorsion : détaillée, afin de montrer les plus fins détails sans lesquels l'image même correcte dans l'ensemble n'aurait aucune valeur pour l'astronome : enfin rapide, parce que c'est la condition essentielle qui a guidé le progrès en astronomie. Les applications, en effet, ne se sont multipliées que depuis les préparations rapides qui ont permis de diminuer le temps de pose.

Pour avoir une image fidèle et détaillée il faudra que le système optique soit exempt d'aberrations et que l'image soit recueillie exactement au foyer des rayons qui concourent à sa formation. Or, on sait que les radiations utilisées en photographie ne sont pas les mêmes exactement que celles qui agissent sur notre œil, par suite, les appareils construits pour les observations directes ne peuvent être utilisés pour la photographie, sans faire une correction. M. Cornu a recherché la distance à laquelle se trouve généralement le foyer chimique en arrière du foyer visuel. Cette distance est environ $\frac{1}{200}$ de la distance focale principale. On déterminera cette distance d'une façon très précise par la méthode expérimentale et il suffira, après la mise au point, de reculer le châssis de cette distance. D'autre part, avec les objectifs employés fréquemment (grands équatoriaux) et qui ont une faible ouverture angulaire, on aura une certaine tolérance de mise au point qui permettra d'utiliser ces appareils pour les opérations photographiques.

M. Cornu a indiqué un autre artifice consistant à écarter d'une petite quantité les deux verres qui composent l'objectif de façon à transformer l'achromatisme des rayons visibles en achromatisme chimique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il est à remarquer seulement que cet artifice entraînera une diminution notable de la distance focale (7 à 8 pour 100 environ) que la construction antérieure des corps de lunette n'a pas toujours prévu.

Mais la meilleure solution est obtenue par la construction d'objectifs spéciaux calculés en vue de la région spectrale pour laquelle la couche impressionnable offre le maximum de sensibilité, ils devront utiliser le mieux possible la plus grande partie sinon la totalité des radiations efficaces d'une source donnée.

785. Le choix des plaques est important. Il y aura avantage dans la plupart des cas à employer des préparations rapides et d'un grain aussi fin que possible.

On prendra des précautions spéciales pour éviter la production du halo (284) et le support de la couche devra être rigide (verre ou métal) afin d'éviter toutes déformations qui rendraient les mesures impossibles.

Les plaques orthochromatiques pourront être employées fréquemment et principalement dans les études spectrophotographiques (285).

En ce qui concerne le développement, il faudra appliquer les règles générales posées dans cet ouvrage et acquérir, par la pratique, l'habileté opératoire qui est indispensable dans toutes les applications de la photographie, pour obtenir d'un document quelconque les meilleurs résultats possibles. On doit prendre des précautions spéciales pour la conservation des négatifs, précautions qui ont été particulièrement indiquées par le Congrès astronomique de 1889.

786. Soleil. — Cet astre dont la lumière est éblouissante et d'une intensité prodigieuse a pu être reproduit dès les premiers temps de la photographie avec des préparations que leur peu de sensibilité exclue absolument des autres applications à l'astronomie. Il est même nécessaire d'employer des dispositifs spéciaux pour réduire suffisamment la durée d'exposition.

Les premières épreuves de MM. Fizeau et Foucault obtenues sur plaques Daguériennes en 1845 donnaient une image du soleil de 0^m08, avec un objectif de 10 m. de foyer. La lumière du soleil était envoyée par un héliostat sur la surface sensible et un écran mobile interposé sur le trajet des rayons faisait fonction d'obturateur. L'inconvénient de ce procédé provient de la grande longueur focale de l'objectif.

M. Warren de la Rue construisit en 1851 le photo-héliographe

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui avait l'avantage de donner une grande image avec une petite longueur focale et sans emploi de l'héliostat. Un objectif d'environ 1 m. de foyer donne une image réelle qui est reprise par une sorte d'oculaire à deux verres donnant sur la plaque sensible une image amplifiée. Un obturateur, constitué par une lame métallique entraînée par des ressorts et percée d'une fente étroite, permet une durée d'exposition très courte. On obtient ainsi facilement de bonnes épreuves

Fig. 303. — Grande tache du soleil obtenue à l'Observatoire de Meudon.

photographiques; néanmoins, d'après les explications théoriques de M. Cornu, ce système par suite de la présence d'erreurs systématiques ne permet pas des mesures de haute précision.

M. Janssen emploie pour l'obtention des belles épreuves que l'on connaît un objectif de 6 pouces construit par Praszmowski. L'image solaire formée par cet objectif est reprise par un système optique amplificateur et projetée sur la plaque sensible (plaque au collodion de préférence). Un obturateur spécial à mouvement uniforme fonc-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tionne près du foyer principal de l'objectif et permet des durées de pose très courtes ($\frac{1}{500}$ à $\frac{1}{600}$ de seconde). Cet objectif a été calculé après de nombreuses expériences faites pour déterminer la réfrangibilité des rayons chimiques solaires qui ont le plus d'action

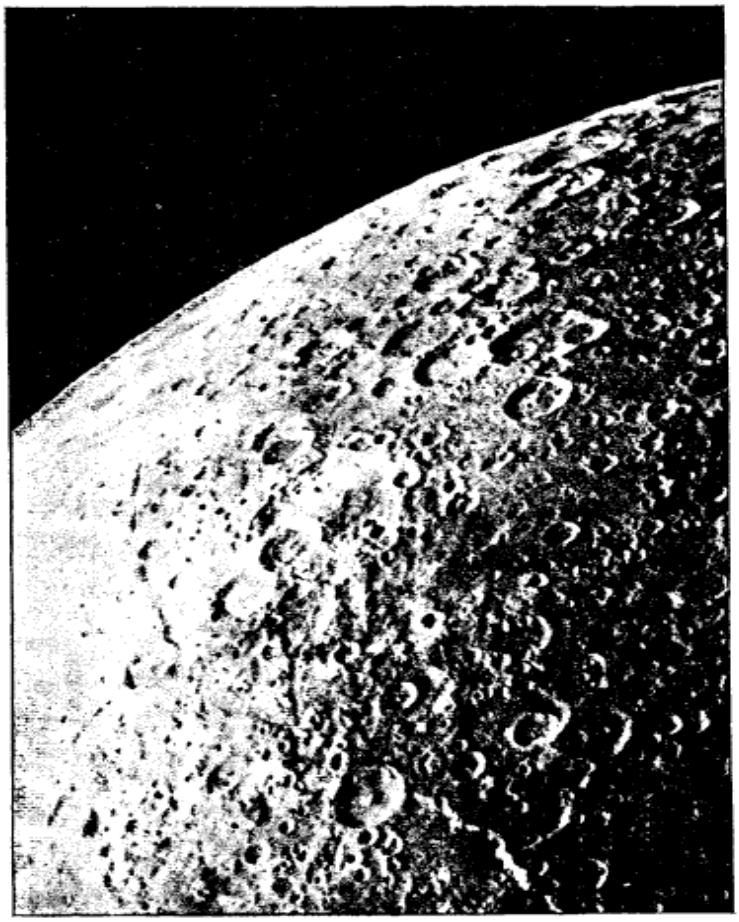


Fig. 304. — Photographie de la lune obtenue par MM. Henry frères, à l'Observatoire de Paris.

sur les plaques au collodion humide. Il ressort de ces expériences que l'intensité maxima du spectre photographique est dans le voisinage de la raie G. Les images obtenues sont de grandes dimensions ($0^m,30$) et elles ont montré des détails absolument inconnus sur la constitution de la chromosphère, sur la vraie nature des granulations.

L'étude des taches solaires peut se faire avec ce dispositif dans les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

meilleures conditions et M. Janssen a obtenu des résultats de toute beauté (fig. 303), résultats qui, recueillis d'une façon systématique et régulière, permettront de comparer ces phénomènes essentiellement variables et peut-être d'en déduire l'influence générale sur notre système terrestre. Les recherches faites sur la chromosphère par M. Janssen puis par M. Deslandres en 1894 ont donné des résultats également très remarquables.

787. Lune. — Cet astre tout comme le soleil attire particulièrement l'attention des astronomes désireux d'en connaître la constitution et les détails de structure. Grâce à la photographie, on pourra en dresser des cartes à grande échelle qui seront d'une exactitude parfaite et permettront d'effectuer des comparaisons à de longs intervalles de temps, seul procédé susceptible de faire connaître

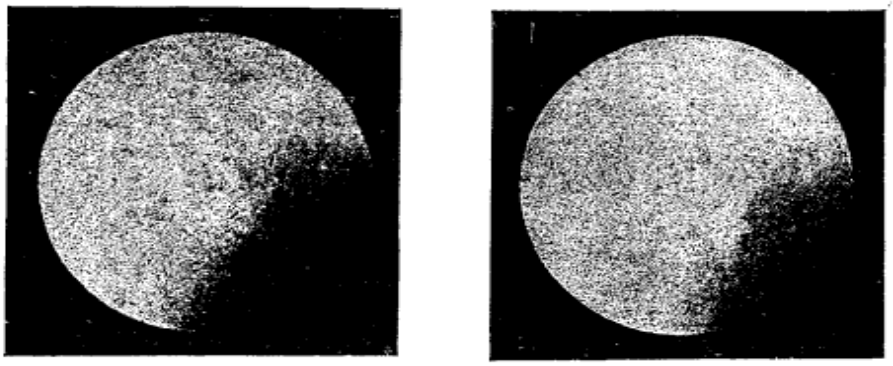


Fig. 305. — Deux phases successives d'une éclipse de lune.

les modifications qui auront pu se produire à sa surface. Les épreuves lunaires de MM. Henry frères (fig. 304), et les plus récentes de MM. Loewy et Puiseux, sont des plus remarquables. Ces dernières ont été obtenues à l'Observatoire de Paris avec le grand équatorial coudé, puis agrandies par les procédés habituels. Le disque lunaire de $1^m,80$ de diamètre montre tous les détails de la surface et présente une supériorité évidente sur les dessins faits à la main.

Des résultats analogues avaient été obtenus pendant ces dernières années à l'observatoire de Lick (Californie), avec une grande lunette équatoriale de 0.91 d'ouverture. Ces épreuves avaient été agrandies avec grand succès par M. Weineck (de Prague).

788. Photographie des éclipses.

Ces photographies sont surtout intéressantes en ce qui concerne les observations d'éclipses de soleil et de lune (fig. 305). Il est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

seulement nécessaire de prendre des images de dimensions réduites, afin de pouvoir diminuer le temps de pose autant que possible, les éclipses s'accompagnant en effet de phénomènes fugitifs ne durant que quelques instants et qu'il faut saisir rapidement. C'est ainsi que l'on a pu obtenir différentes épreuves de la couronne solaire et des protubérances.

Pour enregistrer la durée exacte du passage, M. Faye a indiqué le procédé suivant. Une bande de papier sensible se déroule au foyer d'une chambre photographique ordinaire à la vitesse de $0^m,02$ par seconde. Sur ce papier, le soleil trace une impression qui cesse au moment de l'occultation et qui réapparaît aussitôt le phénomène terminé. Un pendule commandé par un mécanisme spécial vient à intervalles égaux et connus obturer le passage des rayons lumineux : on inscrit ainsi sur le papier l'échelle des temps. Rien ne sera donc plus facile que de connaître la durée exacte de l'éclipse.

Il est intéressant de prendre le plus grand nombre possible d'épreuves pendant la durée du phénomène et c'est dans cet ordre d'idées que M. Janssen a imaginé le revolver photographique qui permet de faire l'observation des contacts dans une éclipse solaire avec la plus grande précision. Cet appareil a été employé en particulier pour l'observation du passage de Vénus le 9 décembre 1874. Les épreuves obtenues par la mission française ont permis de faire des mesures micrométriques qui ont fourni une valeur de la parallaxe solaire égale à $8'',79$, chiffre inférieur à celui qui était généralement admis comme probable ($8'',85$). Pour ces mesures très délicates, les images sont obtenues sur plaques daguériennes qui ne peuvent varier en aucune façon. Dans la mission française au Sénégal (éclipse totale du soleil du 16 avril 1893), M. Deslandres s'est servi d'un sidéréostat construit sur des données nouvelles qui distribuait la lumière du soleil à plusieurs appareils à la fois.

789. Photographie des étoiles.

C'est dans cette application où les modèles sont innombrables que la photographie est intervenue d'une manière saisissante. Avant elle, des astronomes de valeur avaient entrepris de dresser la carte du ciel, travail gigantesque auquel plusieurs générations de savants n'auraient pas suffi, d'autant plus que dans certaines régions de la voûte céleste et principalement dans le voisinage de la voie lactée, ce travail est presque impossible. Il fallait en effet, pour chaque étoile, mesurer l'ascension droite, la déclinaison, apprécier la grandeur et transcrire ces indications sur un papier

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quadrillé que le graveur reportait sur cuivre. MM. Henry frères, qui s'étaient occupés depuis plusieurs années de continuer les cartes écliptiques de Chacornac, firent divers essais pour appliquer la photographie au lever de la carte du ciel et ceci avec un tel succès que les anciennes méthodes ont été complètement abandonnées et que d'ici quelques années, avec le concours des astronomes des prin-

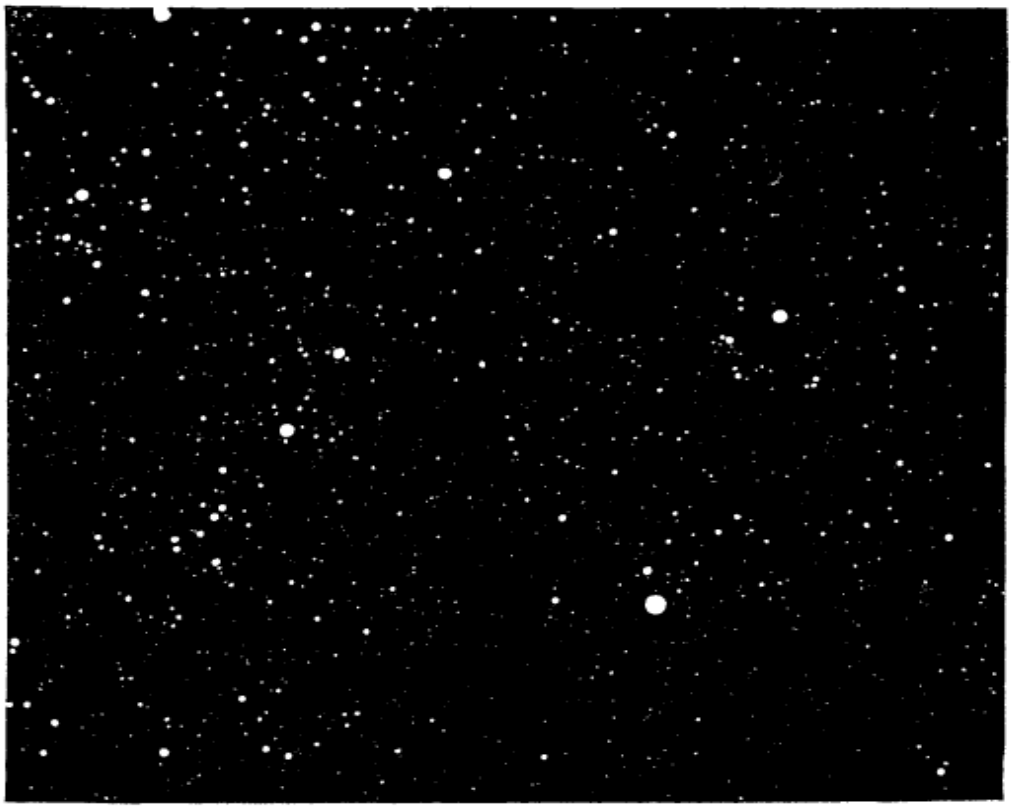


Fig. 306. — Fragment de la carte du ciel. (Photographie de MM. Henry frères.)

cipaux observatoires du monde, le travail qui n'avait été qu'ébauché pourra être complètement terminé (fig. 306).

C'est là une œuvre gigantesque dont la gloire revient à la France et qui va nous donner, en quelque sorte, la géographie du ciel d'où les erreurs et les omissions, inévitables par les anciennes méthodes, seront absolument bannies. La confection de la carte du ciel a été décidée par les Congrès astronomiques de 1887 et 1889, qui ont défini les types d'appareils à employer et les conditions d'exécution de façon à assurer l'uniformité des résultats obtenus en divers points du globe.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La plaque photographique est placée au foyer d'un objectif astronomique monté équatorialement ; un mouvement d'horlogerie est destiné à maintenir l'axe optique de l'objectif et la plaque immobiles par rapport aux étoiles que l'on désire reproduire.

L'objectif calculé par MM. Henry frères a $0^m,33$ d'ouverture et $3^m,43$ de distance focale, il est achromatisé pour les rayons chimiques et exempt d'aberration sphérique suivant l'axe. Une lunette annexe fait fonction de chercheur et permet de suivre la marche de l'instrument en effectuant au besoin les corrections qui seraient nécessaires.

La mise au point se fait à la loupe sur une glace polie placée dans le châssis négatif et portant de fins traits de diamant. La mise au point définitive se fait en examinant des traces laissées sur la plaque par une étoile (l'appareil étant fixe) et en déplaçant légèrement le châssis en avant ou en arrière de la première position trouvée : les variations de température amènent en effet sur l'équatorial photographique des variations qui déplacent légèrement le foyer.

La durée de la pose est très variable, elle dépend en effet de la grandeur de l'étoile, de la nature de l'objectif, de la plaque sensible.

Voici les poses ordinairement adoptées par MM. Henry frères :

Grandeur.	Durée de pose.	Grandeur.	Durée de pose.
1re	$0^s,005$	9me	8^s
2me	$0^s,01$	10me	30^s
3me	$0^s,03$	11me	50^s
4me	$0^s,1$	12me	120^s
5me	$0^s,2$	13me	5^m
6me	$0^s,5$	14me	13^m
7me	$1^s,3$	15me	33^m
8me	$3^s,0$	16me	$1^h,20^m$

Pour éviter de prendre un accident ou un défaut de la gélatine pour une étoile, MM. Henry font trois poses successives en ayant soin, entre chaque pose, de déplacer légèrement l'appareil de telle façon que les images d'une même étoile forment un petit triangle équilatéral de $3''$ à $4''$ d'arc de côté. Cet artifice permet de distinguer d'une manière certaine l'image d'une étoile d'un point quelconque provenant d'une cause accidentelle.

Les négatifs de la carte du ciel sont obtenus sur plaques au gélatino-bromure d'argent à l'effet d'abréger la pose autant que possible. Mais à cause du grain de la couche les agrandissements de ces négatifs sont difficiles à obtenir.

Les clichés de la carte du ciel sont examinés avec un appareil

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

spécial le macromicromètre de MM. Henry frères qui permet de faire des lectures à 0″,01 près.

Il paraît acquis que sur la plaque photographique avec un temps de pose convenable, on peut aller au delà de la limite de ce qu'un objectif de même ouverture permet d'apercevoir par l'observation directe.

790. Photographie des étoiles multiples, des amas, des nébuleuses, etc.

Lorsqu'il s'agit de l'étude des étoiles doubles ou multiples, la photographie intervient encore utilement en permettant de déterminer exactement leurs grandeurs relatives puis de mesurer leur distance ; dans ce cas, à l'aide de pointés sur le négatif, on arrive à une précision supérieure à celle de l'observation directe. L'angle de position s'obtient en arrêtant le mouvement de la plaque et en laissant l'astre décrire son mouvement diurne qui s'inscrit sur celle-ci. L'échelle pour la mesure des distances est donnée par la comparaison de l'espace parcouru au temps écoulé.

Si ce moyen d'étude est avantageux par les orbites d'étoiles doubles, il en sera de même pour les amas d'étoiles dont l'observation directe est encore plus délicate, on constatera certainement des mouvements relatifs de certaines étoiles : on a obtenu d'excellents résultats en photographiant l'amas de Prœsépé, la constellation des Pléïades, la nébuleuse d'Orion. Il suffit de comparer ces épreuves avec les divers dessins exécutés par des astronomes compétents, pour reconnaître la supériorité de la photographie dans ce cas particulier.

791. Photographie des planètes.

Cette étude est certainement une des plus délicates à cause du faible pouvoir lumineux des planètes et de la petitesse des images obtenues qui doivent être agrandies ou étudiées au microscope. Il faut employer soit un objectif soit un télescope à longue distance focale, opérer dans une atmosphère très pure et avoir un mouvement d'horlogerie aussi bien réglé que possible, condition d'ailleurs difficile à réaliser surtout avec les instruments à grande distance focale. D'autre part l'inégalité d'intensité de l'image de la planète et de ses satellites présente de nouvelles difficultés qu'on ne pourra vaincre que par les ressources d'un développement habilement conduit. Le choix des plaques n'est pas indifférent et il faut préférer celles qui pour le maximum de sensibilité donneront le moins de grain.

Warren de la Rue a obtenu de bonnes photographies de Jupiter avec ses bandes, de Saturne avec son anneau : MM. Henry frères

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ont photographié Neptune et son satellite, et également avec succès, la tache rouge de Jupiter et les bandes de Saturne.

La recherche des petites planètes est du reste faite actuellement d'une façon régulière dans divers observatoires, et il nous suffit de citer les travaux de M. Max Wolf et de M. Charlois qui ont déjà permis d'en découvrir plusieurs.

792. Pour terminer nous dirons qu'en ce qui concerne la reproduction des spectres stellaires la photographie a déjà donné des résultats très importants ; nous rappellerons les travaux de Draper, d'Huggins et de A. Miller, de Pickering, de M. Deslandres et MM. Henry frères à l'Observatoire de Paris. Il ressort de ces travaux que la plaque photographique est supérieure à la rétine non parce qu'elle a une sensibilité plus grande, mais bien parce que l'augmentation du temps de pose produit l'accumulation des impressions : l'effet physiologique sur l'œil dépend uniquement de l'intensité lumineuse, l'effet chimique dépend à la fois de cette même intensité et de sa durée d'action. D'autre part l'agitation de l'atmosphère influe beaucoup moins sur la méthode photographique que sur la méthode directe. Enfin les mesures sont beaucoup plus faciles et précises sur un négatif qu'à l'observation directe.

793. Nous ne nous arrêterons pas sur la description des appareils spéciaux et assez compliqués qui sont nécessaires pour ces recherches et nous arriverons à une dernière méthode d'analyse par la photographie qui a constitué, en astronomie, un procédé entièrement nouveau et original pour mesurer l'intensité relative des divers astres, c'est la photométrie photographique. Les bases de cette méthode ont été posées par M. Janssen et elles ont du reste conduit d'autre part à la connaissance de certaines lois déterminant la valeur de la réduction des sels d'argent sous l'action de durées de pose progressives. Ces lois ont eu des applications immédiates dans la pratique ; la méthode de la surexposition (340) qui peut rendre tant de services dans le cas des modèles inégalement éclairés en est un exemple frappant : la méthode adoptée par le congrès de photographie et celle que nous avions nous-même précédemment indiquée découlent des observations faites par M. Janssen (200 et 201).

Voici la méthode proposée par notre illustre collègue. Tout objet lumineux ou éclairé produit sur la plaque sensible un dépôt métallique d'opacité plus ou moins grande. Si l'intensité de ce dépôt était proportionnelle à la durée d'action de la lumière, rien ne serait plus facile que de déduire l'énergie de la source par la comparaison de ces dépôts métalliques. Mais il n'en est rien, ainsi que le dé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

montre M. Janssen, la proportionnalité de l'opacité du dépôt à la durée d'action de la lumière cesse rapidement et après une période stationnaire l'effet diminue. Nous avons du reste parlé précédemment de ces phénomènes.

On ne peut donc pas prendre pour mesure de l'intensité d'une source lumineuse le degré d'opacité du dépôt métallique qu'elle provoque, puisque cette opacité n'est pas proportionnelle à son action pendant un temps déterminé. Mais au contraire si on cherche les temps d'exposition nécessaires pour obtenir une même opacité du dépôt, on aura une base pour effectuer les comparaisons. L'énergie d'une source lumineuse sera mesurée par le temps qui lui sera nécessaire pour atteindre une valeur déterminée. Deux sources lumineuses seront entre elles en raison inverse des temps qui leur auront été nécessaires pour produire des dépôts de même valeur sur une même couche sensible.

Par des expériences spéciales, M. Janssen a contrôlé l'exactitude de ce principe et a reconnu qu'il fallait choisir l'opacité qui correspond à la variation la plus rapide sous l'action de la source, c'est ce qui arrive vers le début de l'action. On doit donc se baser sur l'examen des faibles opacités et prendre d'ailleurs toutes les précautions voulues, identité de plaques, de développement, etc., pour ne pas introduire de causes d'erreurs accessoires.

L'application de cette méthode a permis à M. Janssen de comparer l'intensité lumineuse de la lune par rapport à celle du soleil, et ce cas est particulièrement intéressant puisqu'il montre l'excellence d'un procédé qui permet de comparer deux sources lumineuses qui ne brillent pas en même temps. La lumière de la lune a été reconnue 300,000 fois plus faible que celle du soleil. M. Janssen a comparé également l'intensité de la pleine lune à celle de la lumière cendrée : celle-ci est environ 5,000 fois plus faible. L'appareil qui a servi dans cette expérience avait 50 cent. d'ouverture et $1^{m},60$ de distance focale. L'image du globe lunaire éclairé par la lumière cendrée a été obtenue en soixante secondes ; pour obtenir un dépôt de même opacité, avec l'image de la pleine lune, il n'a fallu poser que $\frac{1}{80}$ de seconde. Cette méthode a servi également pour mesurer l'intensité lumineuse des étoiles. Dans ce cas particulier, la plaque est placée un peu en avant du foyer, de façon à avoir au lieu d'un point une petite image circulaire qui constitue le cercle stellaire. Au moyen d'un dispositif très simple, on obtient une série d'images de ces cercles avec des poses croissantes. Il suffit, pour les comparer,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de rechercher dans les séries deux cercles d'égale intensité. Les pouvoirs lumineux photographiques des deux étoiles comparées seront entre eux en raison inverse des temps respectivement employés pour obtenir les cercles d'égale intensité. Pour comparer l'étoile au soleil, il faut employer un dispositif particulier à cause de l'énergie lumineuse considérable de ce dernier.

Devant la plaque sensible est fixée une lame métallique percée d'ouvertures égales aux dimensions des cercles stellaires. Devant cette lame se meut un obturateur à fenêtre triangulaire disposé de façon à donner à chaque ouverture un temps de pose qui est égal à la grandeur de la fenêtre au point correspondant, la vitesse étant mesurée au diapason. On obtient ainsi des cercles d'intensité croissante qui peuvent se comparer facilement aux cercles stellaires. On se sert d'ailleurs du même appareil optique de façon à se trouver exactement dans des conditions opératoires identiques.

Quand nous aurons dit que M. Janssen s'est servi de cette méthode pour étudier les lois de décroissance de l'intensité lumineuse des queues de comètes, l'intensité des diverses parties des nébuleuses, on comprendra l'importance des services rendus à l'astronomie par la photographie sans qu'il nous soit besoin d'insister davantage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XVIII

APPAREILS ENREGISTREURS.

794. Dans ce chapitre, notre but est d'étudier tout particulièrement les applications de la photographie à la physique, applications qui ont constitué pour les savants des méthodes nouvelles et originales soit d'analyse soit d'enregistrement.

D'une manière générale les résultats, quels qu'ils soient, sont obtenus grâce à la sensibilité exquise des préparations actuellement employées, sur lesquelles les rayons lumineux viennent fixer d'une manière indélébile une image rigoureusement exacte du phénomène observé. Alors que dans les appareils enregistreurs ordinaires, il faut obligatoirement des organes spéciaux pour percevoir le phénomène et le transmettre au récepteur, ici les vibrations lumineuses seules entrent en jeu et s'inscrivent d'elles-mêmes sur la plaque sensible. Ce fait nous amènera à une méthode générale d'enregistrement qui donnera le moyen d'analyser les phénomènes les plus délicats, alors que des résultats ne pourraient être fournis par l'emploi des appareils ordinaires. Nous en verrons de nombreux exemples. A côté de ces enregistrements continus d'un phénomène quelconque, il convient de faire remarquer que la photographie permettra de saisir d'autres phénomènes qui sont caractérisés par leur courte durée et que l'œil ne saurait perçevoir. De ce côté elle donne des résultats qu'il était impossible d'obtenir auparavant.

Si enfin nous ajoutons que la plaque photographiqne est plus sensible que l'œil et n'est pas influencée par les mêmes radiations, on comprendra qu'elle puisse décéler des phénomènes qui nous échappent à cause de leur faible intensité ou de leur actinisme propre.

En dernier lieu elle pourra être également employée pour l'analyse de phénomènes trop lents pour que les variations puissent être perçues facilement.

Il ne peut entrer dans notre programme d'indiquer toutes les applications qui ont été faites dans cet ordre d'idées, nous indique-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rons seulement les plus importantes. En principe l'objet lumineux par lui-même ou rendu lumineux par un artifice quelconque vient faire son image sur la plaque qui peut être fixe si l'objet se déplace ou au contraire mobile si les mouvements se font sur place.

795. Enregistrement sur plaque fixe.

Ici aucun dispositif n'est nécessaire et tout appareil photographique peut être utilisé, il suffit d'ouvrir l'appareil avant la production du phénomène et de le fermer aussitôt après. Il sera seulement nécessaire de prendre les précautions voulues pour que l'objet dont on veut analyser le mouvement se détache sur un fond obscur. Cette méthode implique obligatoirement l'emploi du fond noir, qu'il soit produit le jour par des dispositifs spéciaux ou que l'on opère la nuit.

Nous avons déjà vu un exemple intéressant de cette application dans le procédé employé par M. Joly pour enregistrer le recul d'une pièce de canon (708), puis un autre en astronomie (778), cette méthode permettant d'obtenir sur plaque fixe les trajectoires des différents astres. La chronophotographie sur fond noir employée par M. Marey, quand le modèle est réduit à l'état de silhouette par l'apposition de points brillants sur les articulations principales est encore un exemple typique. Nous étudierons du reste cette question plus loin en détail (810).

796. Une des applications les plus intéressantes est la photographie des éclairs et des étincelles électriques. Pour reproduire les éclairs rien n'est plus simple, il suffit de braquer l'appareil photographique vers l'endroit du ciel qui est le plus orageux (on ne peut opérer que la nuit bien entendu) le plan focal étant réglé sur l'infini. Pour éviter tout tâtonnement on doit tracer sur la chambre un repère qui correspond à la mise au point sur l'infini. On emploie un objectif aplanétique diaphragmé suffisamment pour donner une image nette sur toute l'étendue de la plaque; il est inutile de diminuer davantage l'ouverture puisqu'on n'a pas besoin de profondeur de foyer; on met la plaque, on ouvre le châssis et l'objectif. Aussitôt l'éclair parti on referme le tout et on substitue une autre plaque.

On peut obtenir sur la même plaque un nombre considérable d'éclairs mais il sera bien difficile de les étudier, aussi est-il préférable de les faire séparément. Le développement ne comporte aucune difficulté et doit se faire avec un bain étendu et chargé de modérateur pour avoir le trait de l'éclair se détachant nettement sur le ciel absolument noir.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Avant l'usage de la photographie la reproduction des éclairs n'avait pu être faite, et il faut bien le dire, les idées qu'on avait sur leurs formes habituelles étaient loin d'être exactes. On enseignait d'une façon courante que l'éclair affectait la forme d'un ziz-zag, c'est-à-dire d'une ligne brisée à angles très aigus. Les dessinateurs, les peintres reproduisaient ce qui était admis pour la réalité. L'administration des postes et télégraphes ornait le col de ses employés d'insignes représentant la foudre avec cet aspect particulier.

Grâce à la photographie, nous avons aujourd'hui des documents plus précis ; c'est ainsi que les éclairs affectent des formes des plus

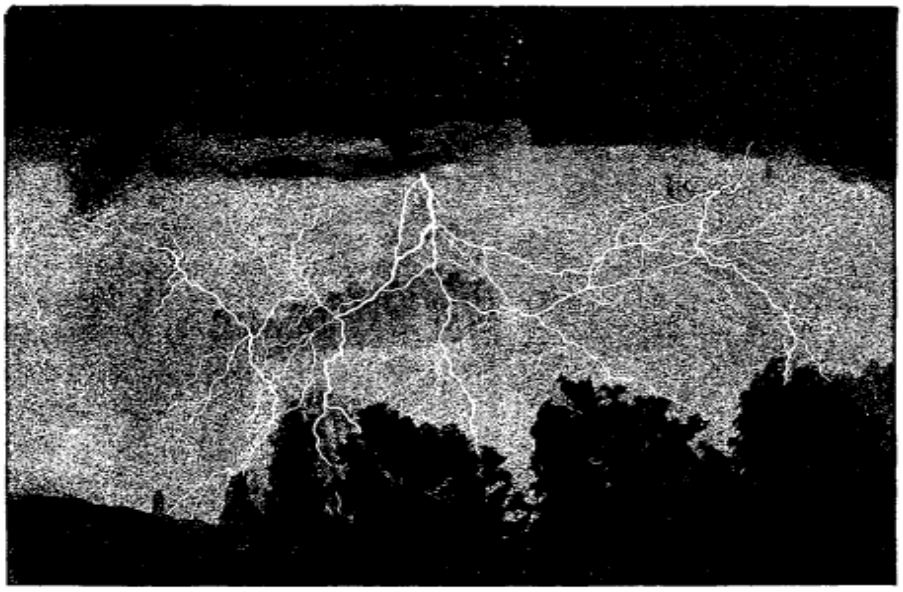


Fig. 307. — Photographie d'une série d'éclairs sur une même plaque.

variées, mais qui ne sont jamais que des courbes plus ou moins sinueuses, simples ou multiples (fig. 307), mais dans lesquelles jamais on ne constate d'angles aigus, ceux-ci étant toujours arrondis. La plaque photographique nous a donc donné plus que l'œil. Mais ce n'est pas tout, on a toujours dit que la vitesse de l'éclair était excessivement courte, le langage courant a même consacré le fait par la locution « *rapide comme l'éclair* » pour indiquer une vitesse considérable. Or il parait, d'après les ingénieuses expériences de M. Trouvelot que la vitesse de l'éclair, quoique considérable cependant, est loin d'être aussi grande que l'on pourrait le croire. En effet il suffit de balancer légèrement l'appareil photographique pour voir que l'éclair ne se

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

traduit plus sous forme d'un trait mais d'une trace rubanée dont la largeur est précisément égale au déplacement de l'appareil pendant sa durée. Si la vitesse de l'éclair était aussi considérable qu'on le dit, il est certain que le flou de l'image serait loin d'être aussi prononcé. Du reste il serait très facile de contrôler ce fait par une autre expérience que voici et qui n'a pas encore été faite à notre connaissance. Faire mouvoir devant l'objectif un disque fenêtré marchant à une vitesse connue de façon à savoir la durée de l'intervalle qui sépare deux passages successifs, la durée des périodes d'ouverture et de fermeture étant supérieure à la vitesse supposée de l'éclair. Si celui-ci est aussi rapide qu'on le dit, son apparition coïncidant avec le passage d'une des ouvertures du disque fenêtré donnera son image entière; s'il se produit pendant la période d'obturation, il ne se fera aucune impression. Au contraire, si sa durée est plus longue qu'on ne le pense, comme il ressort des expériences de M. Trouvelot, à quelque moment qu'il éclate, son image interrompue à intervalles réguliers par le disque fenêtré se présentera non sous la forme d'un trait continu mais bien d'un trait discontinu. Cette méthode permettra d'ailleurs facilement d'après le nombre des interruptions de la trace, de déduire la durée avec une assez grande approximation.

Nous croyons que dans ce programme d'expériences à coup sûr intéressantes qui pourraient être exécutées par les personnes ayant l'outillage nécessaire, il sera bon de disposer un second appareil identique mais sans disque fenêtré, pour avoir l'image directe de l'éclair, et reconstituer sa trace dans les parties qui auront été masquées par le passage du disque.

Comme on le voit par ce qui précède, l'enregistrement des éclairs a déjà fourni des résultats de grande importance : ces études doivent être continuées et l'amateur ne doit jamais négliger d'opérer toutes les fois qu'il en aura l'occasion. En envoyant les résultats obtenus aux sociétés météorologiques ou scientifiques que la question intéresse particulièrement on arrivera, par la réunion de ces documents, à constituer des archives spéciales qui auront une grande valeur et mettront vraisemblablement sur la trace de faits nouveaux.

797. Dans le même ordre d'idées, l'étude des décharges électriques produites par les machines statiques ou les bobines d'induction a pu être faite avec une égale précision et a donné certaines indications précieuses sur l'aspect différent des pôles de sens contraires. On dispose l'appareil photographique en face des conducteurs entre lesquels doit jaillir l'étincelle, de manière que l'image

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de ces conducteurs soit visible sur la plaque. On fait jaillir alors l'étincelle et on développe comme il a été dit pour les éclairs. Les images obtenues sont d'une extrême netteté et présentent, suivant les cas, des traits simples ou multiples plus ou moins sinueux à courbes toujours arrondies comme les éclairs. Lorsque l'étincelle jaillit en dehors du foyer, en avant du plan de mise au point, elle

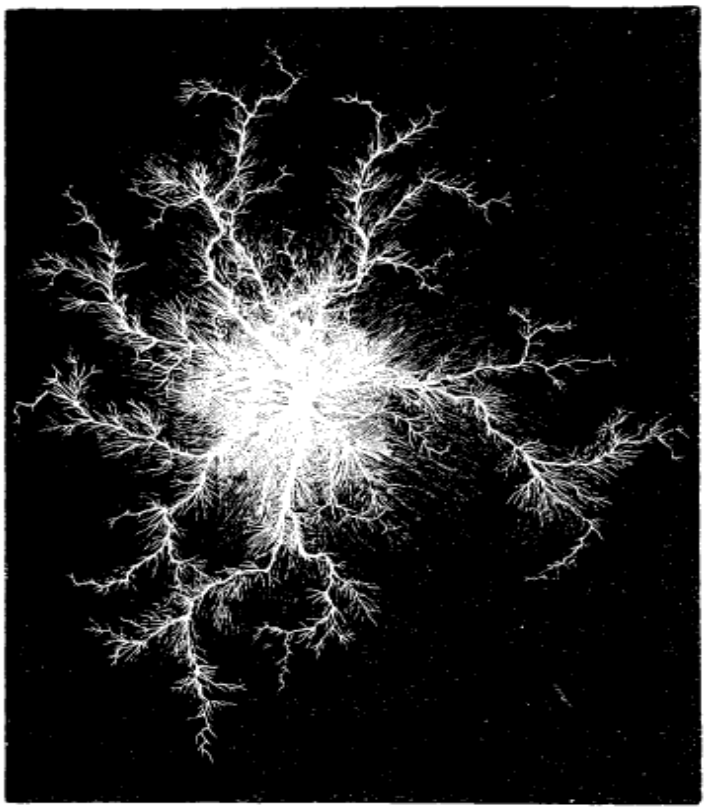


Fig. 308. — Photographie de l'étincelle électrique, pôle positif.

affecte une forme rubannée due à l'étalement de l'image qui n'est plus au point.

M. Trouvelot a constaté que les images données par les décharges électriques sont totalement différentes suivant qu'elles sont positives ou négatives. C'est ainsi que du côté positif on constate des séries de traits sinueux partant d'un centre commun et se dispersant dans toutes les directions en se subdivisant à l'infini, chacun de ces traits étant lui-même l'origine d'une infinité de petits traits qui se multiplient à leur tour. L'aspect général rappelle celui des racines chevelues de certains arbres (fig. 308). L'image de l'étincelle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

du côté négatif est toute différente (fig. 309). Des traits s'échappent encore d'un point central mais ils n'ont plus la forme sinueuse, ils ressemblent à des branches à l'extrémité desquelles il se subdivisent en éventail en donnant absolument la forme des feuilles du palmier.

On peut encore employer un dispositif plus simple pour photographier les étincelles, il consiste à placer dans l'obscurité la plaque sensible entre les deux conducteurs et à faire jaillir l'étincelle. La

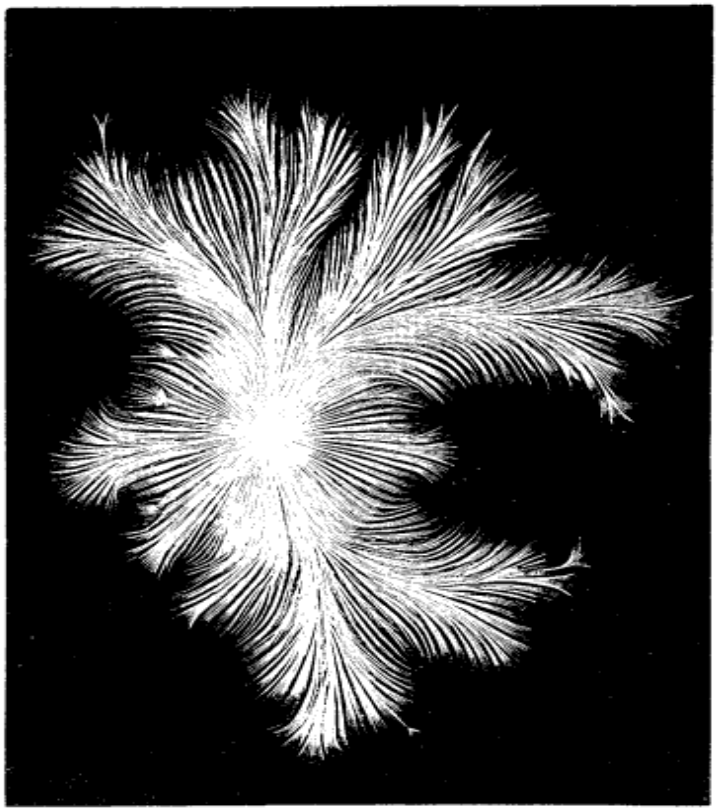


Fig. 309. — Photographie de l'étincelle électrique, pôle négatif.

rapidité de l'étincelle est telle que l'impression ne se fait pas à côté de l'endroit parcouru par celle-ci. Ce procédé a été indiqué par M. Ducretet et lui a permis d'obtenir des épreuves de toute beauté représentant les étincelles d'une bobine d'induction ou les effluves.

798. L'application des mêmes procédés a permis avec grande facilité d'obtenir des reproductions de feux d'artifices. Dans ce cas particulier, la photographie a, dans la plupart des cas, l'avantage de donner des épreuves qui sont la représentation exacte de la sensation éprouvée par l'œil de l'observateur. On sait en effet que les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

compositions pyrotechniques sont constituées par des substances amenées à l'incandescence et projetées dans l'espace. Chacune

Fig. 310. — Bouquet de fusées volantes. (Reproduction d'un cliché de l'auteur par le procédé de M. Ch. G. Petit.)

de ces parcelles brillantes nous donne l'effet d'un trait lumineux par suite de la durée des impressions sur la rétine. Si, comme certains opérateurs l'ont fait, on exécute une épreuve instantanée, on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

obtiendra sur la plaque une suite de points disséminés irrégulièrement qui ne signifieront absolument rien ; au contraire, si on laisse l'appareil ouvert pendant la durée d'une pièce quelconque, les trajectoires de ces parcelles incandescentes s'inscriront sur la plaque et donneront l'impression exacte perçue par l'œil.

Nous avons fait de nombreuses photographies de feux d'artifices et avons constaté que la reproduction des bombes, des fusées et des bouquets donne des résultats absolument satisfaisants (fig. 310). S'il s'agit de pièces animées d'une moindre vitesse, telles que les chandelles romaines, il n'en sera plus de même ; l'œil perçoit parfaitement la boule colorée qui est envoyée dans les airs, tandis que la photographie lui donnera des traits rectilignes terminés par une

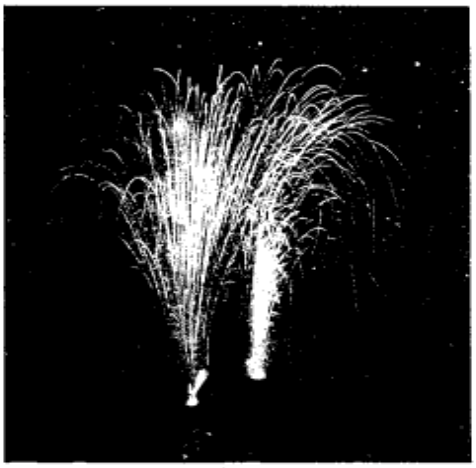


Fig. 311. — Photographie de pièces volantes à faible vitesse (chandelles romaines).

légère courbe descendante (fig. 311) ; même observation pour les fusées parachutes simples ou multiples. Ces fusées, imaginées par MM. Delaperrière et Dida dont nous avons déjà parlé à propos de leur excellent photo-poudre, laissent dans les airs, au moment de leur éclatement, un parachute qui soutient une flamme de bengale ou une série de ces mêmes flammes. L'effet à l'œil est charmant ; on croirait voir une ou plusieurs étoiles se déplacer lentement dans le ciel. Sur la plaque photographique, on obtient des lignes descendantes et légèrement ondulées s'il y a du vent, qui indiquent certainement très exactement la trajectoire de ces flammes, mais n'en rendent en aucune manière l'aspect (fig. 312).

En ce qui concerne les pièces fixes, les résultats pourront être satisfaisants à condition de bien régler la durée d'exposition. Ce n'est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plus comme tout à l'heure où l'objet lumineux impressionnait successivement diverses parties de la plaque, ici l'effet sera concentré aux mêmes endroits avec cette particularité que la durée des pièces

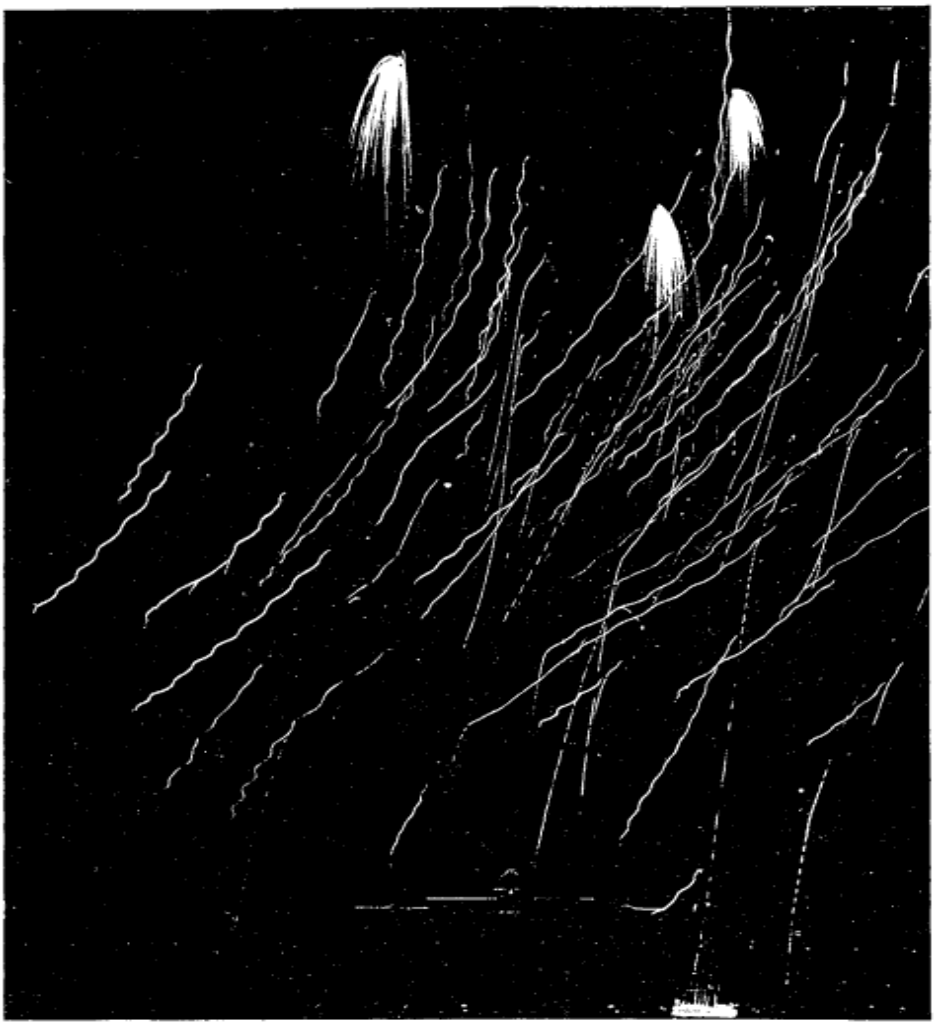


Fig. 312. — Photographie d'un bouquet de fusées parachutes (Champ de Mars, 1894). Reproduction d'un cliché de l'auteur par le procédé de M. Ch. G. Petit. (Dans le haut de l'épreuve on remarque trois grosses bombes, dans le bas l'Ecole militaire illuminée.)

fixes est beaucoup plus prolongée en général que celle des pièces volantes. L'expérience servira de guide. Si l'on pose trop peu, l'image sera incomplète ; si on pose trop, elle sera confuse et très généralement solarisée. D'une façon générale, on devra attendre que le premier voile de fumée qui apparaît lors de l'allumage, soit bien dis-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sipé et que la pièce soit allumée dans son entier; quelques secondes en général suffisent. Il est bien entendu que l'on devra se guider, pour la durée d'exposition, d'après les colorations principales dominantes, le vert, le jaune et le rouge étant très fréquemment employés.

La reproduction des pièces tournantes, soleils, gloires, etc., se fait avec une pose de quelques secondes et les résultats rendent bien compte de la sensation perçue; cela tient, comme nous l'avons dit à propos des pièces volantes, à leur vitesse propre (fig. 313).

On pourrait craindre *à priori* que la lumière éblouissante produite par certaines pièces, et principalement par les bouquets de fusées qui embrasent tout le ciel, occasionne des voiles sur la plaque : il n'en est rien. Nous avons obtenu plusieurs épreuves de bouquets et entre autres celui donné à l'occasion des fêtes franco-russes au Trocadéro et qui ne comportait pas moins de 25.000 fusées. Les trajectoires sont absolument découpées sur le fond noir du ciel; il n'y a que la base du bouquet qui se trouve solarisée, toutes les fusées partant du même point. Il peut donc être bon de ne poser que pendant une partie seulement du bouquet, et principalement lorsqu'il s'agit de bouquets importants. Si l'on a pris soin de mesurer la distance qui sépare l'appareil de la pièce d'artifice, et connaissant le foyer de l'objectif, il est très facile de calculer la hauteur à laquelle montent certaines pièces, telles que les fusées ou les bombes. Nous avons fait ce travail pour les fusées de divers modèles de la maison Ruggierri. Suivant la grosseur, elles s'élèvent de 75 m. à 250 m. Ces chiffres peuvent avoir leur importance maintenant que l'on se sert couramment de fusées pour faire des signaux, principalement dans la marine.

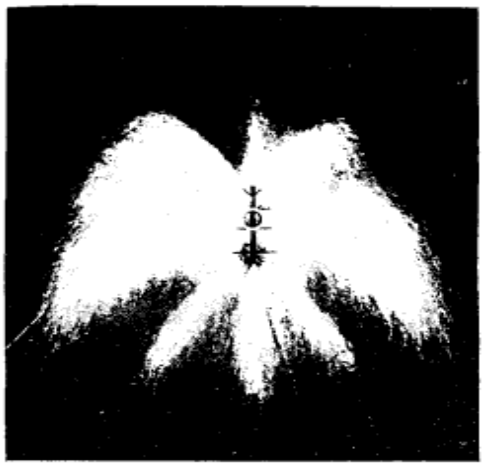


Fig. 313. — Photographie d'une pièce d'artifices fixe.

799. Enregistrement sur plaque mobile.

Ce procédé est nécessaire, et c'est le cas le plus fréquent, lorsque les déplacements de l'objet étudié n'ont qu'une faible amplitude et doivent être enregistrés pendant un temps plus ou moins long.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Grâce au déplacement de la préparation sensible, les images ne se recouvrent pas et donnent des courbes continues qu'il est facile d'analyser. En général on devra, par un artifice quelconque, inscrire la notation du temps.

Si l'objet est par lui-même lumineux, il faudra que son intensité soit suffisante pour agir sur la préparation sensible en mouvement. L'image sera reçue par un objectif convenable et projetée sur la

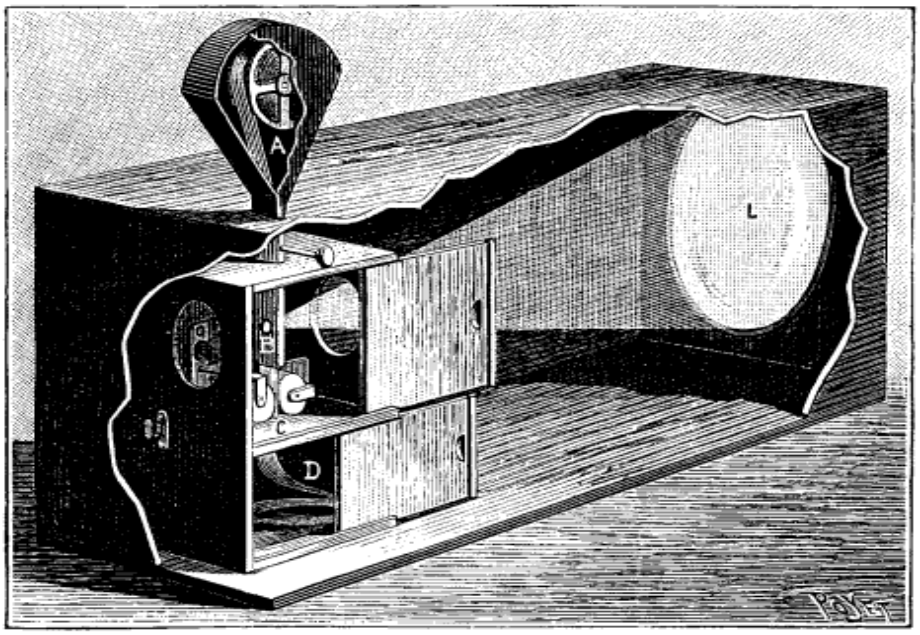


Fig. 314. — Appareil destiné à l'enregistrement photographique des signaux optiques (construit par Ch. Dessoudeix). — A. Pellicule sensible emmagasinée sur une bobine tournante. — B. Image de la source lumineuse sur la pellicule placée au foyer du condensateur L. — C. Mouvement d'horlogerie. — D. Pellicule après exposition.

couche photographique qui, suivant les cas, pourra être une plaque se déplaçant d'un mouvement uniforme, une pellicule ou un papier fixés sur un cylindre tournant.

Si l'objet n'est pas lumineux par lui-même, il suffira de placer un point brillant ou une source lumineuse de petite dimension pour pouvoir étudier les mouvements de la partie observée.

On pourra encore, lorsque les mouvements de l'objet étudié pourraient être entravés par le dispositif précédent, se servir d'un petit miroir très léger qui renverra sur la plaque l'image d'une source lumineuse fixe.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous allons donner quelques exemples de ces divers procédés; ils indiqueront les méthodes principales à employer dans des cas analogues.

300. Enregistrement d'un point lumineux d'intensité suffisante. — Une application de ce genre a été faite pour conserver les signaux donnés par le télégraphe optique par MM. Mareschal, Ducom et nous-même. Les rayons lumineux, arrivant du poste expéditeur, étaient reçus sur un objectif à grande ouverture et concentrés sur une bande pelliculaire se déroulant, au foyer, d'un mouvement uniforme (fig. 314). Les signaux produits par les émissions de lumière plus ou moins prolongées se traduisaient par des traits plus ou moins longs qui permettaient facilement la lecture. Nos essais ont porté sur la distance qui sépare le Trocadéro du mont Valérien; la source lumineuse était une lampe à pétrole. Avec la lumière électrique ou le soleil, les résultats pourront être certainement bien supérieurs.

301. Enregistrement au moyen d'un point lumineux surajouté. — L'emploi des lampes à incandescence de petites dimensions permet facilement d'enregistrer le déplacement d'un objet quelconque. Nous nous sommes servi de ce dispositif à la Salpêtrière pour analyser divers tremblements pathologiques. L'image du point lumineux était reçue sur une longue plaque montée dans un cadre coulissant entraîné d'un mouvement régulier. Pour noter le temps d'une manière exacte, il suffit de mettre une seconde lampe fixe et de faire osciller devant elle un pendule battant la seconde. On aura à côté de la courbe du tremblement une ligne droite coupée toutes les secondes. Ces expériences s'exécutent, bien entendu, dans le laboratoire noir.

Pour opérer au dehors, il sera nécessaire de rendre brillant le point dont on veut analyser le mouvement et le faire détacher sur un fond noir : c'est ainsi que M. Joly a étudié le recul des pièces de canon (708). Une autre application de cette méthode a été faite pour constater les vibrations des ponts métalliques sous le passage d'une forte charge; dans ce cas, la plaque sensible doit se déplacer obligatoirement d'un mouvement régulier.

M. Marey a proposé également cette méthode, comme nous le verrons plus loin (809).

302. Enregistrement par l'intermédiaire d'un miroir renvoyant l'image d'une lumière fixe sur la plaque sensible. — Cette méthode est une de celles qui ont rendu le plus de services à la physique car elle supprime tous les dispositifs de transmission qui sont nécessaires dans les appareils ordinaires d'enregistrement; on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

peut donc étudier la marche d'organes particulièrement délicats comme celle de l'aiguille aimantée. Il suffit de placer un petit miroir très léger sur l'organe dont on veut étudier le mouvement et de diriger sur ce miroir un faisceau lumineux qui, par réflexion, est renvoyé sur la plaque sensible en mouvement. Si l'enregistrement doit être de longue durée, on emploie de préférence des cylindres recouverts d'une feuille de papier ou d'une pellicule sensibles. Ce cylindre, outre le mouvement de rotation, est animé d'un déplacement latéral destiné à éviter la superposition des traces qui se trouvent par suite disposées en spirale.

On peut enregistrer ainsi les variations de l'électricité atmosphérique et des phénomènes magnétiques, ainsi que cela est réalisé dans les appareils de M. Salleron et de M. Mascart. On a appliqué également cette méthode pour noter la marche d'un navire d'après les déplacements de l'aiguille de la boussole, pour enregistrer d'une manière continue les températures élevées (Robert Austen), pour recueillir les vibrations d'un diapason ou d'une lame vibrante, plaque de téléphone, etc. Le principe est toujours le même et chaque application ne nécessite que des modifications de détails.

303. Méthodes particulières.

Pour l'enregistrement de certains phénomènes, il peut être impossible d'adopter la méthode précédente; cela se produit principalement pour les appareils qui fonctionnent dans le vide, tels que le baromètre, le thermomètre : on emploie alors un dispositif spécial. Un baromètre à mercure placé derrière une fente étroite est éclairé par une source lumineuse : la colonne de mercure arrête les rayons qui passent seulement dans la partie supérieure : cette image est reçue sur une préparation sensible en mouvement. Seuls les rayons passant au-dessus du niveau du mercure pourront agir et on obtiendra finalement une zone impressionnée dont la largeur dépendra de la position de la colonne mercurielle à chaque instant. Cette courbe formée par la limite de la partie impressionnée avec la partie préservée de la lumière donnera exactement les variations de position du niveau du mercure. Une division portée sur le côté vertical du châssis permet d'évaluer les différences de hauteur; une autre division, tracée sur les côtés horizontaux, indique les heures correspondantes.

On peut employer aussi le même dispositif pour enregistrer la marche d'un thermomètre à mercure, mais il est nécessaire que la source de lumière soit à une distance suffisante pour ne pas échauffer l'appareil. Quelquefois on interpose dans la colonne de mercure une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

petite bulle d'air et la lumière passant à travers vient donner sur la préparation sensible une courbe qui indique les variations de la colonne.

Voici un autre instrument qui est non moins intéressant, c'est l'appareil de M. Huet, ingénieur de la marine (fig. 315). Il est destiné à enregistrer les angles du roulis. Il se compose d'un bâti monté sur vis calantes que l'on fixe de niveau sur le bateau lorsqu'il est au repos. Ce bâti porte une plaque photographique devant laquelle peut se promener, entraîné par un mouvement d'horlogerie, un objectif qui donne une image de l'horizon. Toutes les trois secondes, un petit obturateur se lève et démasque la plaque. Une

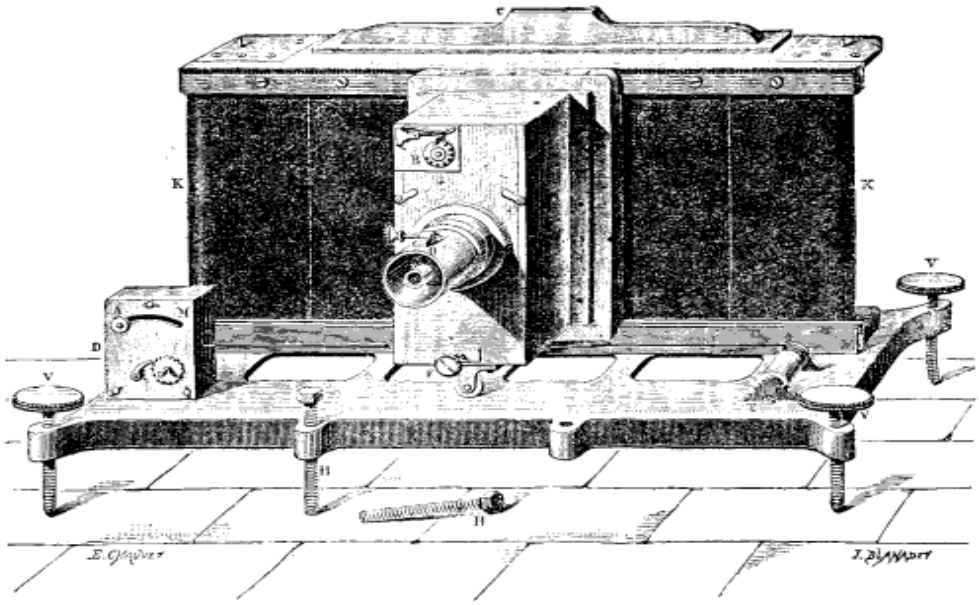


Fig. 315. — Appareil de M. Huet pour l'enregistrement des angles du roulis.

fente intérieure limite l'image à une portion de la surface. De cette façon, l'appareil ayant son axe perpendiculaire au plan diamétral du navire, on obtiendra sur la plaque une image de la mer et du ciel séparés par une ligne qui sera précisément celle de l'horizon. Si le bâtiment s'incline autour d'un axe parallèle au plan diamétral, l'image monte ou descend sur la plaque d'une quantité qui dépend de l'angle d'inclinaison.

Le cliché se trouvera en somme formé d'une bande étroite des images de la mer et du ciel séparées par un petit segment de la ligne d'horizon : la hauteur de ce segment sur la surface sensible fera connaître l'angle d'inclinaison au même moment (fig. 316).

D'autres fois l'objet à étudier peut faire écran et donner par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

différence une courbe qui représentera exactement ses déplacements. M. F. Ronalds a indiqué, il y a déjà longtemps, une méthode basée sur ce principe et destinée à enregistrer les variations électriques de l'air. Une chambre photographique est disposée devant un électromètre à feuilles d'or de façon à donner au foyer deux lignes produites par les feuilles qui interceptent les rayons d'un foyer lumineux. La plaque se déplaçant lentement on aura deux traits non impressionnés dont l'écartement dépendra de celui des feuilles d'or. Une échelle divisée permet de connaître exactement la valeur de cet écartement à chaque instant.

Une autre application du même genre et dont nous avons déjà parlé est celle qui consiste à photographier un projectile, au moyen d'une décharge électrique de très courte durée, le projectile faisant réserve sur un fond très lumineux (709).

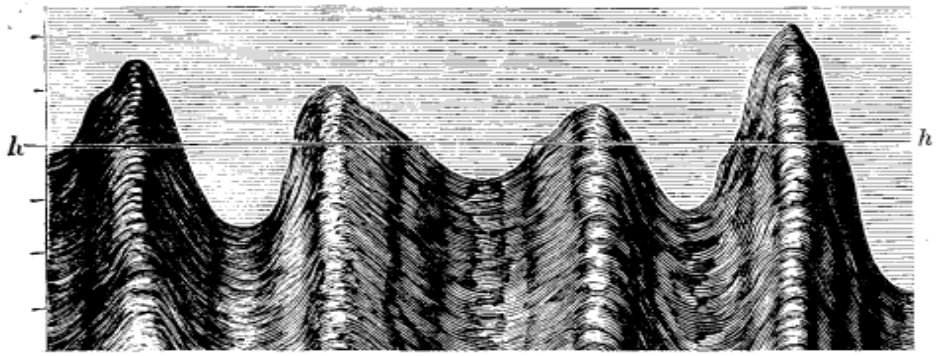


Fig. 316. — Fac-similé d'une épreuve obtenue avec l'appareil de M. Huet. — *hh*, Ligne d'horizon.

804. Enregistrement sur plaques séparées.

Ce mode d'enregistrement peut être utile lorsqu'il s'agit d'étudier des phénomènes relativement lents, une série d'épreuves photographiques prises à des intervalles quelconques mais réguliers étant suffisante dans l'espèce. Les clichés pris dans des conditions identiques permettront d'effectuer des mesures précises.

Cette méthode a été appliquée au Dépôt des Phares par M. Debray pour des expériences de rupture de barres de métal. La chambre photographique est disposée en face du banc d'épreuve de façon à reproduire, en même temps que l'image de la barre à essayer, deux index placés sur les deux côtés de l'appareil de traction et une règle graduée fixe. L'ensemble est éclairé par la lumière électrique, et le châssis construit sur les indications de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Péronne, le distingué directeur du laboratoire des Ponts et Chaussées, est disposé de façon à amener successivement devant une ouverture encadrant l'image les différentes parties d'une même plaque. Six épreuves peuvent être prises de cette manière, en déplaçant simplement le châssis et en armant l'obturateur. Celui-ci construit spécialement par M. Ch. Bazin ne démasque pas en armant de telle sorte qu'il est inutile de fermer le volet du châssis entre chaque opération. — On obtient ainsi successivement six clichés représentant, aux périodes correspondantes, l'allongement du métal et les modifications de forme produites par la traction.

Comme autre application de cette méthode pour la constatation des phénomènes de grande lenteur nous dirons qu'avec des épreuves photographiques prises du même point on a pu mesurer parfaitement les mouvements des glaciers. En face de la station choisie on dispose un repère fixe puis, sur le glacier à observer, d'autres repères placés de façon à être sur la ligne qui joint le repère fixe à l'appareil. Des épreuves exécutées d'année en année permettront de constater le déplacement des repères qui sont entraînés par les glaciers.

En dehors des cas spéciaux l'enregistrement photographique sur plaques séparées peut être nécessaire par suite de la nature même du modèle, c'est ainsi que pour les études de nuages par exemple, l'intérêt consistera à avoir leurs formes, leurs dimensions, leur aspect et à en suivre les modifications d'une façon régulière ; étant donnée l'importance de cette question et au point de vue artistique et au point de vue météorologique nous allons nous y arrêter un instant.

805. Photographie des nuages.

Cette étude ne demande aucune modification particulière des appareils ordinaires, seul l'emploi d'un pied à tête mobile (37) peut être recommandé pour obtenir facilement l'inclinaison voulue sans compromettre la stabilité. L'emploi des objectifs grands angulaires est tout indiqué pour embrasser la plus grande partie du ciel. D'une manière générale l'obtention des nuages exige des poses courtes et un développement rationnel de façon à conserver exactement les différentes valeurs. On devra donc se servir de l'obturateur, et l'on appliquera le principe déjà exposé, qui consiste à réduire d'autant plus la pose que le modèle présente moins d'oppositions. A cause de l'actinisme du ciel on pourra diaphragmer sans crainte, cette réduction de l'ouverture favorisant la traduction des faibles nuances. Néanmoins ces procédés, employés généralement lorsqu'il s'agit de reproduire de grosses masses nuageuses plus ou

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

moins foncées se détachant sur le ciel bleu, seront absolument insuffisants pour les cirrus et les cirro-cumulus qui se détachent en formes légères et blanches d'un actinisme presque équivalent à celui du bleu. Or ces formes des nuages sont des plus intéressantes au point de vue météorologique et il est indispensable, par un artifice particulier, d'éteindre dans une certaine mesure les rayons bleus pour permettre aux nuages de se détacher.

La méthode la plus générale consistera à interposer devant l'objectif un écran coloré susceptible d'arrêter partiellement les radiations bleues. On peut employer soit des verres colorés, soit des cuves contenant des liquides également colorés. Ces verres ou ces cuves doivent être à faces parallèles de façon à ne pas modifier la marche des rayons lumineux. Ordinairement on les dispose devant l'objectif. On peut encore les placer derrière : M. Monti a même proposé un petit dispositif très simple à cet effet (fig. 175). Enfin, et certaines personnes pensent que cette position est préférable, l'écran jaune peut être en contact de la plaque : cependant cette dernière combinaison est rarement employée à cause des difficultés d'installation d'une grande cuve dans la chambre noire ou des inégalités des verres colorés que l'on trouve dans le commerce.

L'écran, quel qu'il soit, doit être jaune, la lumière bleue du ciel ne contenant que peu ou point de rayons de cette couleur, les nuages agissant au contraire par la fraction de lumière jaune qu'ils contiennent.

M. Angot, le savant météorologiste, préfère de beaucoup l'emploi de solutions colorées renfermées dans une cuve à faces parallèles fixée sur l'objectif. L'épaisseur du liquide est de 6 à 7 millimètres. Celui-ci est une dissolution de bichromate de potasse additionnée de quelques gouttes d'acide chlorhydrique. Suivant les cas, M. Angot emploie trois solutions de titres différents, à 10 p. 100, à 5 p. 100 et à 2,5 p. 100, qui constituent trois écrans d'intensité différente. Le plus foncé est réservé pour les nuages les plus légers et les moins lumineux, quand le ciel n'est pas d'un bleu pur mais lavé de blanc; l'écran moyen servira dans la plupart des cas et le plus clair ne sera employé que pour prendre les gros nuages arrondis (cumulus) à formes bien nettes, généralement très lumineux et qui se détachent sur un ciel bleu assez foncé.

L'interposition de l'écran coloré donne des résultats déjà appréciables mais ils ne sont pleinement satisfaisants qu'avec l'emploi simultané de préparations plus spécialement faites pour la reproduction des rayons jaunes, c'est-à-dire des plaques orthochromatiques (285).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le temps de pose dépend évidemment de l'objectif employé, de son ouverture, de l'heure de la journée, de l'intensité de l'écran, il variera depuis quelques secondes jusqu'à $\frac{1}{40}$ de seconde ou même moins. A titre d'exemple, voici deux expériences, dues à M. Angot, qui serviront de bases : avec un objectif panoramique de Praszmowski (foyer 0,26, diaphragme $\frac{f}{30}$) une pose d'une demi-seconde a été suffisante avec l'écran jaune le plus foncé. Avec un objectif de Zeiss (série III A, foyer 0,196, diaphragme $\frac{f}{15}$) on a de bons résultats en $\frac{1}{30}$ ou $\frac{1}{40}$ de seconde.

Pour que les documents ainsi recueillis aient une valeur il est nécessaire de noter le jour et l'heure où ils ont été pris, ainsi que la direction qui correspond au centre de la plaque (Nord, Nord-Est, etc.).

En dehors de l'aspect des nuages, de leur forme, il est intéressant de pouvoir apprécier leurs dimensions, leur distance, leur hauteur, leur vitesse. Ces renseignements peuvent parfaitement être obtenus avec l'aide de la photographie (fig. 317).

306. Enregistrement des phénomènes optiques.

Comme nous l'avons déjà dit, la plaque photographique est particulièrement sensible aux radiations violettes et ultra-violettes, ces dernières n'étant pas perceptibles pour notre œil. Si les réactions ordinaires utilisent plus spécialement ces radiations particulièrement riches en radiations chimiques, elles permettent par contre d'en faire l'analyse d'une manière très précise. C'est ainsi que de nombreuses recherches ont été faites sur le spectre ultra-violet, la photographie décelant non seulement les parties invisibles pour notre œil mais montrant des raies que leur faible intensité ne permettait pas d'observer facilement.

Ces recherches tout-à-fait spéciales et d'une haute portée scientifique ne peuvent être faites qu'avec des appareils spéciaux, lentilles et prismes de quartz et de spath fluor, réseaux de Rowland. Elles ont donné des résultats très remarquables sur le spectre ultra-violet (Draper, Mascart, Cornu), sur les spectres de bandes des métalloïdes (Deslandres), sur les spectres des métaux (Norman Lockyer, Liveing et Dewar).

Rutherfurd s'est servi pour la photographie du spectre solaire d'un spectroscope avec prismes au sulfure de carbone et Draper a

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

prouvé par la comparaison des spectres du soleil et de l'oxygène que ce dernier corps existe réellement dans le soleil.

Il convient aussi de citer les travaux de Vogel et du capitaine

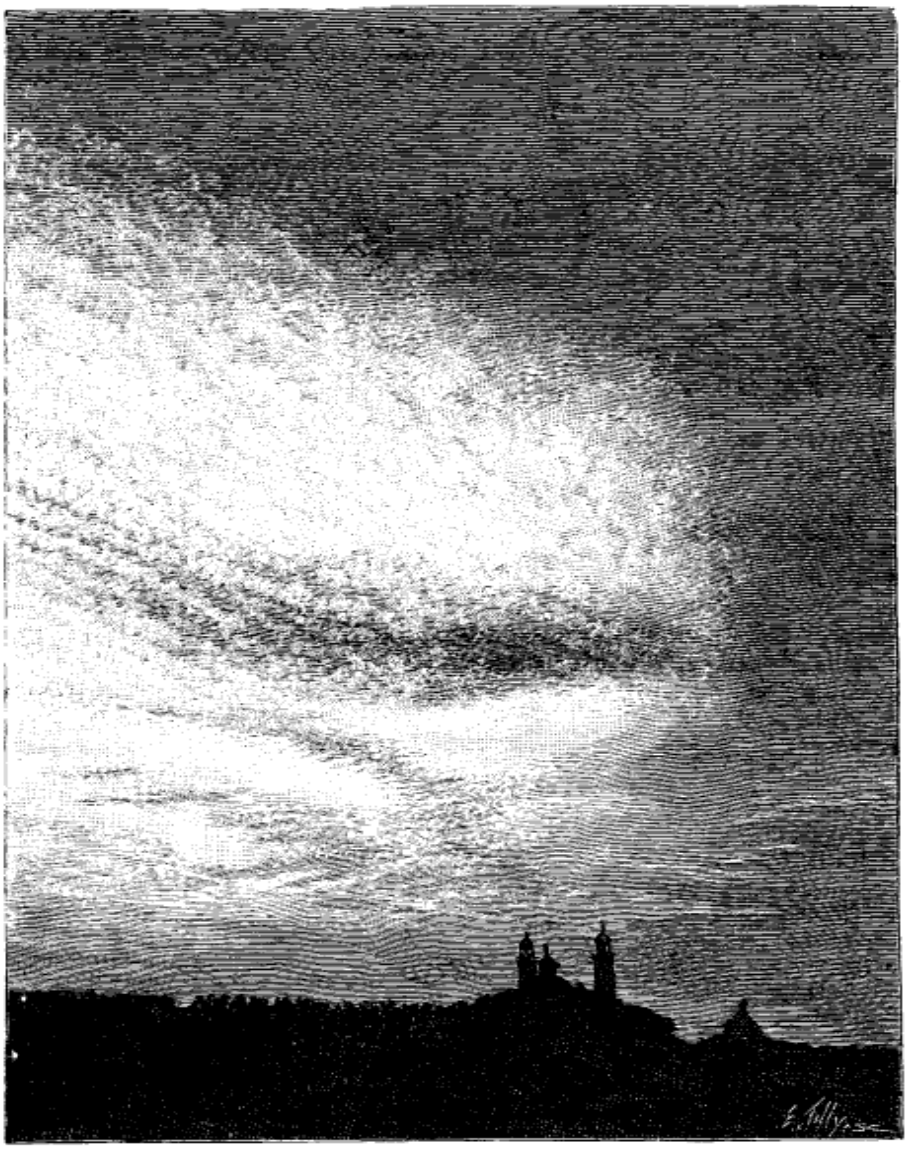


Fig. 317. — Photographie de nuages obtenue par M. Angot.

Abney, ces derniers ayant porté particulièrement sur la partie infrarouge qui, elle aussi, est invisible à l'œil.

Ces études d'un haut intérêt théorique peuvent conduire à des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

résultats pratiques très importants. C'est ainsi que M. Norman Lockyer, en photographiant le spectre produit par des alliages soumis à l'arc voltaïque, a pu en faire l'analyse quantitative d'après le nombre de raies constatées ; des images semblables obtenues avec des alliages de composition connue servaient de terme de comparaison. Hartley a proposé de faire l'analyse qualitative, par l'étude de l'image spectrale photographiée qui peut enregistrer certaines raies métalliques avec grande facilité, et déceler dans une solution des quantités infinitésimales du métal contenu.

ENREGISTREMENT DE L'ACTINISME D'UNE SOURCE LUMINEUSE QUELCONQUE

807. Cette question est d'une extrême importance, pour permettre la détermination du temps de pose d'après l'intensité chimique de la lumière directe ou réfléchie par les objets de la nature. Or, nous devons le dire, les travaux qui ont été exécutés jusqu'à présent et qui sont classiques, reposent sur des réactions chimiques produites par la lumière et qui sont exothermiques (il y a dégagement de chaleur) ; or, ainsi que le fait remarquer très justement M. Berthelot, il faut choisir au contraire pour mesurer le travail accompli par la lumière des réactions qui s'accomplissent avec absorption de chaleur (réactions endothermiques). Il faudra de plus distinguer les effets spéciaux à chaque espèce de radiation lumineuse, ces effets n'étant pas applicables à la mesure totale des effets dus à l'ensemble des radiations.

Or, par la photographie on peut arriver, par l'obtention d'opacités identiques du dépôt de l'image réduite, à conclure à l'égale puissance de deux sources lumineuses au point de vue actinique et avec cet avantage inappréciable que les deux expériences n'ont pas besoin d'être faites simultanément comme dans la photométrie ordinaire. C'est ainsi que M. Janssen a parfaitement pu comparer l'intensité de la lune ou de différentes étoiles au soleil. On voit de suite, sans qu'il soit besoin d'insister davantage, l'intérêt de cette application.

La méthode est délicate dans la pratique, car il faut que toutes les conditions de l'expérience soient rigoureusement les mêmes et d'autre part la comparaison des dépôts d'opacité est minutieuse. Tout n'est pas dit dans cette voie qui est encore nouvelle et qui sera bien perfectionnée. On arrivera d'ailleurs certainement à enregistrer d'une manière continue les variations actiniques de la lumière, comme on enregistre celles du thermomètre ou du baromètre ; on ne

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

peut prévoir l'importance de cette nouvelle application de la photographie qui permettra tout d'abord la vérification des travaux de Bunsen et Roscoë et qui dévoilera peut-être bien des faits intéressants.

CHRONOPHOTOGRAPHIE

308. Cette application, qui a pour but l'analyse du mouvement par la photographie, a une telle importance que nous avons cru devoir la décrire en entier sans en détacher des méthodes qui, par suite de la classification que nous avons adoptée, auraient dû être traitées antérieurement. Ce qui la caractérise c'est la succession d'images prises à des intervalles réguliers : ces images sont obtenues soit sur une plaque fixe soit sur des plaques multiples. Nous suivrons donc cette division sans nous occuper de l'historique de la question qui est suffisamment connu.

309. Chronophotographie sur plaque fixe.

Cette méthode nécessite obligatoirement le déplacement du modèle dans un plan parallèle à celui de l'appareil, il doit être vivement éclairé et se détacher sur un fond absolument noir. Devant un appareil photographique, on fait passer un disque fenêtré qui admet la lumière à intervalles égaux ; si le fond est rigoureusement noir on peut ouvrir impunément la plaque qui ne recevra aucune impression. Si alors le modèle vivement éclairé vient à traverser le champ de l'objectif, à chaque passage du disque fenêtré nous obtiendrons une image, le nombre de celles-ci dépendant uniquement de la vitesse de rotation du disque et du nombre d'ouvertures. La durée d'éclairement de chacune des images dépendra de la vitesse imprimée au disque et du diamètre des ouvertures. Le disque doit être entraîné d'un mouvement aussi régulier que possible par un mouvement d'horlogerie actionné soit par un fort ressort soit par un poids suffisant.

Il est nécessaire d'employer des objectifs aussi lumineux que possible à cause de la brièveté de la durée de pose.

310. L'installation du fond est la partie la plus délicate, si l'on veut obtenir le noir absolu. C'est ce que M. Marey, en appliquant les principes théoriques de Chevreul a réalisé dans la station physiologique du Parc aux Princes. Un hangar très profond de 11 mètres de large sur 4 de hauteur, se trouve placé derrière la piste sur laquelle doivent se faire les expériences. Ce hangar est entièrement garni de velours noir, de façon à donner un champ obscur. En pratique sur ce fond on obtient d'excellents résultats, bien que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la plaque ne puisse rester indéfiniment ouverte, comme cela serait si l'ouverture antérieure du hangar était moins grande. Du reste M. Marey a toujours soin de réduire cette ouverture au moyen de rideaux latéraux pour n'utiliser que la partie du fond nécessaire suivant l'expérience.

Une installation de ce genre étant fort coûteuse, on se contentera d'employer un écran de velours noir abrité des rayons directs du soleil. Les fonds seront évidemment moins purs sur le négatif, mais on obtiendra néanmoins des résultats suffisants quoique inférieurs de beaucoup à ceux donnés par le hangar qui vient d'être décrit. Pour éviter que la plaque ne reste inutilement

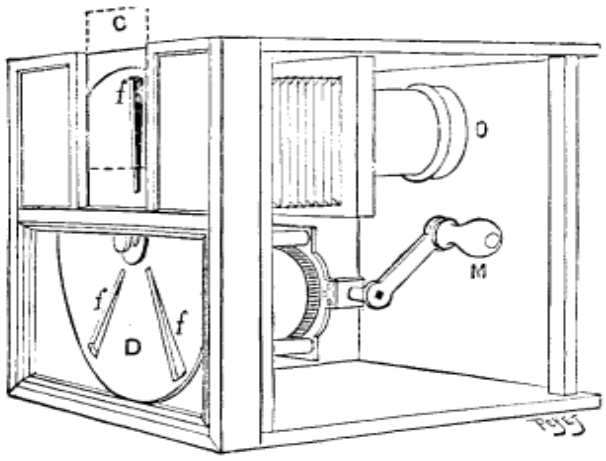


Fig. 318. — 1er appareil chronophotographique de M. Marey. (Rotation d'un disque fenêtré devant la plaque.) — D. Disque-fenêtré. — *fff*. Fentes du disque. — C. Plaque sensible. — O. Objectif. — M. Manivelle commandant le rouage moteur.

exposée à la lumière provenant du fond quel qu'il soit, M. Marey adapte sur l'objectif un obturateur à volet que l'on n'ouvre qu'au moment de l'expérience et que l'on ferme aussitôt après.

811. La piste employée par M. Marey est en pavé de bois peint en noir au goudron de façon à ne pas réfléchir de lumière dans le fond. Elle est légèrement surélevée de façon à ce que les pieds du modèle se découpent bien sur le fond. Elle porte à la partie antérieure une division métrique alternativement blanche et noire.

812. Primitivement M. Marey faisait fonctionner le disque fenêtré devant la plaque (fig. 318). L'appareil tout entier était renfermé dans une cabane montée sur rails de façon à se mettre à la distance la plus convenable suivant les cas. Actuellement dans le dernier modèle qu'il a imaginé, l'obturation se fait dans l'objectif, dans le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

voisinage du centre optique, au moyen de deux disques fenêtrés marchant en sens inverse et donnant les éclairements au moment de la rencontre des ouvertures. Ce dispositif est beaucoup moins volumineux que le précédent modèle. La rotation du disque est obtenue au moyen d'engrenages commandés par une manivelle mue à la main.

813. Pour contrôler la vitesse de rotation obtenue, qui dépend uniquement de celle imprimée à la manivelle de commande, M. Marey place, dans un coin du champ obscur, un appareil destiné à mesurer l'intervalle de temps qui sépare chaque image. Cet appareil se compose d'une aiguille blanche qui tourne d'un mouvement régulier sur un cadran noir portant des divisions blanches. Les divisions ainsi que l'aiguille sont photographiées à chaque éclairement. Il y aura donc autant d'images de celle-ci qu'il y aura eu d'épreuves exécutées et les changements de position de l'aiguille sur le cadran donneront en quelque sorte l'échelle des temps (fig. 319).

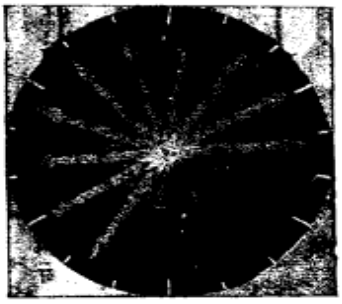


Fig. 319. — Chronographe à aiguille de M. Marey destiné à mesurer l'intervalle de temps entre la prise de chaque photographie.

814. L'éclairage du modèle doit être très vif pour que l'impression sur la plaque soit suffisante; à cet effet, il faut opérer en plein soleil et choisir un sujet blanc ou brillant.

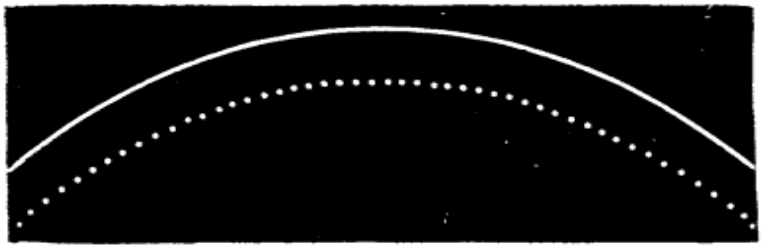


Fig. 320. — Photographie de la trajectoire d'une balle lancée dans l'espace devant le fond noir. — La courbe supérieure donne la trajectoire dans son entier, l'objectif étant resté ouvert pendant tout le passage. — La courbe inférieure est obtenue pendant le fonctionnement du disque fenêtré, les intervalles entre chacun des points correspondant à des durées de temps égales (1).

815. La chronophotographie sur plaque fixe permettra donc de saisir très facilement les trajectoires des corps en mouvement

(1) Il est facile de déduire la loi du mouvement à chaque instant par suite des variations de ces intervalles.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans un plan parallèle à l'axe de l'objectif. Une balle lancée décrira une courbe formée de points plus ou moins rapprochés suivant sa vitesse propre à chaque instant de son parcours (fig. 320). Un corps brillant tombant d'une certaine hauteur permettra de vérifier l'exactitude de la loi de la chute des corps. On pourra étudier également la valeur des accélérations d'un mobile sur un plan incliné.

L'avantage de cette méthode est qu'elle supprime tout organe qui pourrait modifier la marche du corps étudié. Néanmois, elle ne peut s'appliquer avec une entière perfection que si le mobile est un point ou une ligne : s'il comporte des dimensions plus considérables et que la vitesse de translation ne soit pas très considérable, il y aura possibilité de superposition des images les unes aux autres au moins dans certaines parties. C'est ce que M. Marey

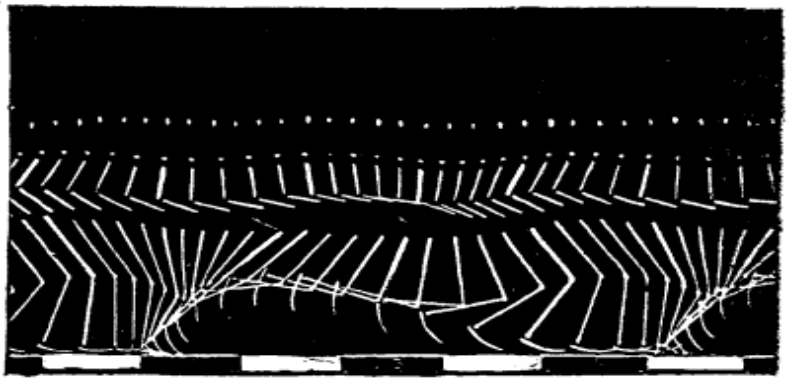


Fig. 321. — Chronophotographie sur plaque fixe. Analyse du mouvement d'un coureur. (Un seul côté du corps est reproduit pour éviter la confusion).

a constaté en appliquant sa belle méthode à l'étude de la locomotion chez l'homme et les animaux. Les mouvements sur place ne pouvaient être reproduits et dans les mouvements de translation les épreuves se superposaient en partie, cette superposition étant d'autant plus prononcée que le nombre des images était plus grand et la vitesse du modèle plus réduite.

Pour vaincre ces difficultés, M. Marey a imaginé divers procédés très ingénieux qu'il convient de signaler. Le premier consiste à habiller le modèle d'un vêtement noir et à fixer sur ce costume une série de points brillants, placés aux principales articulations. Nous rentrons alors exactement dans les conditions essentielles de la méthode, emploi de points ou de lignes brillantes. Le nombre des épreuves peut être alors plus considérable, sans que celles-ci cessent d'être parfaitement lisibles, elles se présentent même sous une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

forme géométrique qui en facilite l'analyse cinématique. On a de plus l'avantage de ne reproduire que la trajectoire des parties que l'on désire étudier, laissant volontairement les autres de côté pour ne pas compliquer les figures obtenues (fig. 321).

316. Une autre méthode consiste à se servir de deux objectifs identiques qui sont démasqués à tour de rôle par le même disque fenêtré. Les images successives seront alternées, c'est-à-dire que suivant l'objectif qui travaille, elles se feront en des portions diffé-

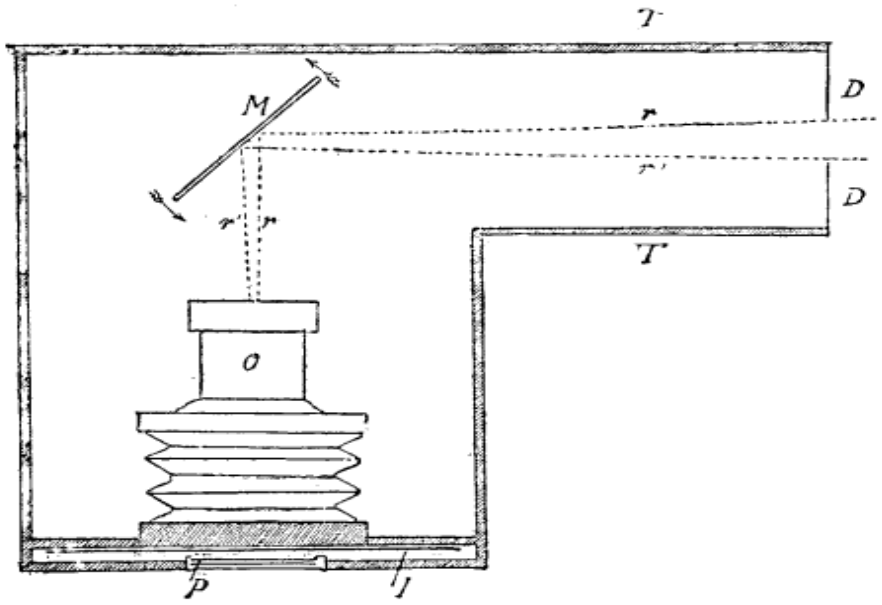


Fig. 322. — Appareil de M. Marey à miroir tournant, pour la dissociation des images sur plaque fixe. — M. Miroir tournant. — O. Objectif. — P. Plaque sensible.

rentes de la plaque. On produit donc artificiellement dans chaque rangée d'images un intervalle qui évite la superposition.

317. La troisième méthode consiste à dissocier les images au moyen d'un miroir plan tournant devant l'objectif (fig. 322) : on peut reproduire ainsi un objet qui se déplace très lentement, les images étant échelonnées sur la plaque, par suite de la rotation convenable du miroir. M. Marey, avec ces appareils, a pu étudier la marche, la course, le saut chez l'homme, le vol des oiseaux, la marche des batraciens, la natation des poissons, etc.

318. Pour cette dernière étude le dispositif employé est à signaler parce qu'il a permis d'autre part à l'auteur de faire d'intéressantes études sur les mouvements des liquides. Une vasque

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de cristal à faces parallèles est montée dans un canal de forme elliptique et remplie d'eau (fig. 323). Le fond de la vasque est également en glace, et est éclairé par un miroir oscillant inférieur qui peut recevoir la lumière du soleil. Derrière la vasque, on place un écran en velour noir de façon à obtenir un fond noir et à masquer le côté opposé du canal. Si alors, on réunit ce dispositif à l'appareil chronophotographique au moyen d'un manchon imperméable à la lumière, tous les objets qui flotteront dans l'eau se détacheront parfaitement, l'eau étant absolument invisible. Une petite ouverture placée à l'extrémité du manchon près de l'objectif

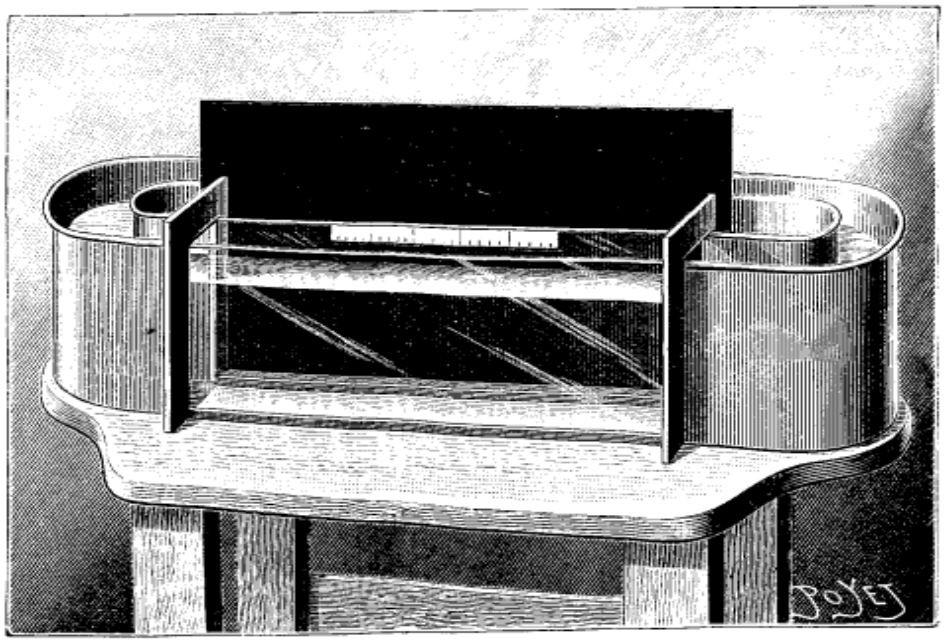


Fig. 323. — Appareil de M. Marey pour la chronophotographie dans l'eau.

permet d'opérer au moment convenable. Ce dispositif est très convenable pour la photographie des poissons.

Pour la reproduction des mouvements des liquides, ce même appareil pourra servir : en effet, le niveau de l'eau est indiqué par une ligne brillante qui est due à la réflexion de la lumière solaire sur le ménisque concave qui se produit par capillarité le long de la paroi à ce niveau. Sur la glace dépolie, on aperçoit cette ligne très brillante qui se modifiera par suite des ondulations produites et présentera des crêtes et des creux absolument analogues aux ventres et aux creux des cordes vibrantes.

Si l'on veut rendre visibles les mouvements qui se passent à l'in-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

térieur du liquide, on obtient ce résultat au moyen de petits corps brillants, en suspension dans l'eau, et que la lumière éclaire vivement. Ces corps sont formés de boulettes de cire et de résine mélangées de façon convenable, de manière à être légèrement plus denses que l'eau. On les argente par le procédé en usage dans les pharmacies. On ajoute alors de l'eau salée pour augmenter la densité du liquide jusqu'à ce que ces perles brillantes se tiennent suspendues en équilibre indifférent.

Une division métrique placée au-dessus de la vasque permet de se rendre compte de la valeur des déplacements effectués. L'étude des courants et des remous a pu être faite avec grande précision ainsi que différentes questions qui intéressent plus particulièrement l'hydrodynamique.

819. Chronophotographie sur plaque mobile.

Le premier appareil de ce genre a été construit par M. Janssen pour l'observation du passage de Vénus, et c'est à notre illustre collègue que l'on doit, avec le revolver astronomique, l'idée première de la chronophotographie sur plaque mobile.

M. Marey bientôt après présentait le fusil photographique qui donnait une série de douze images sur une plaque circulaire se déplaçant brusquement à intervalles égaux et démasquée par un disque fenêtré au moment de chaque arrêt. Cet appareil était une merveille d'ingéniosité, mais le problème qui consiste à animer une plaque d'un mouvement rapide, à l'arrêter brusquement, à la faire repartir ensuite devient irréalisable si l'on veut obtenir de nombreuses images dans un court espace de temps et si l'on désire donner à celles-ci une certaine taille. Ainsi dans le fusil de M. Marey le nombre d'images n'est que de 12, elles se produisent à $\frac{1}{12}$ de seconde d'intervalle et enfin elles n'ont chacune qu'un centimètre carré.

Actuellement on est arrivé à obtenir un nombre supérieur d'images beaucoup plus grandes en un temps beaucoup plus court. Ainsi M. Marey emploie un nouvel appareil, le *chronophotographe*, qui donne sur une bande pelliculaire des images de 9×9. Il se compose d'un disque fenêtré fonctionnant dans le voisinage du centre optique et qui produit des éclairements très courts sur une pellicule animée d'un mouvement très rapide de translation (fig. 324). Pour obtenir la netteté rigoureuse de l'image, il faut d'ailleurs que cette pellicule soit immobilisée au moment du passage de l'ouverture ; ce résultat est obtenu au moyen d'un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mécanisme très ingénieux mais compliqué, et dont la description nous entraînerait trop loin. La pellicule prolongée à ses deux extrémités par une bande de papier noir (82) est enroulée sur une bobine qui peut se placer dans l'appareil en plein jour.

Le chronophotographe est mû par une manivelle qui en commande les divers rouages, c'est dire qu'il faut à chaque expérience

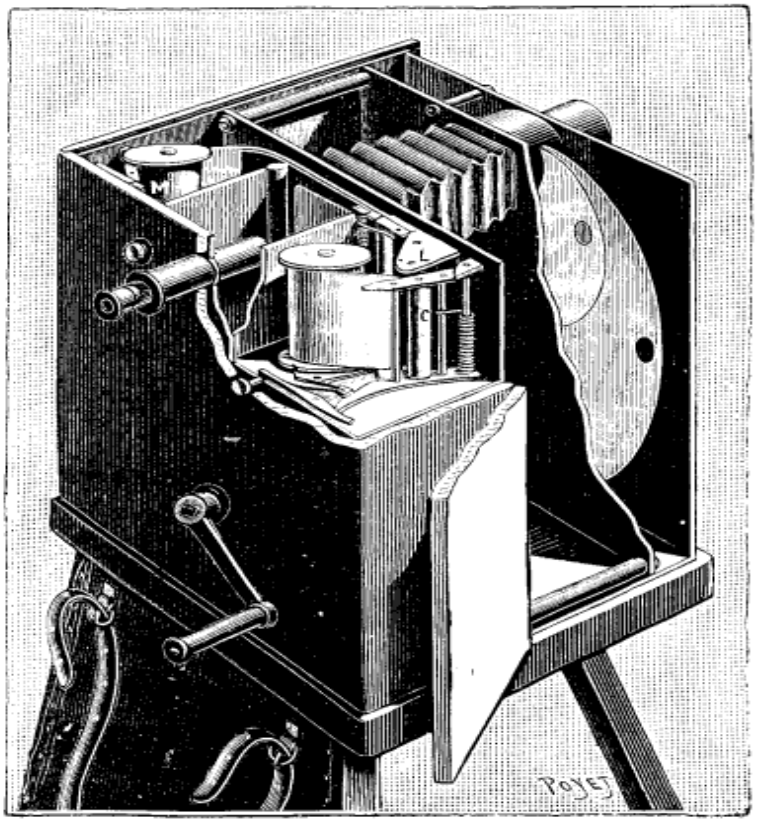


Fig. 324. — Le chronophotographe. Appareil de M. Marey à déplacement saccadé d'une pellicule de grande longueur.

en contrôler la marche au moyen du cadran chronométrique (813).

Il peut donner dix images par seconde de 9×9 ou un plus grand nombre, si on se contente de format inférieur, soit vingt images de largeur deux fois moindre, soit trente images de format trois fois moindre, etc. A cet effet on réduit la fenêtre d'admission qui limite la grandeur des images à la moitié ou au tiers de sa largeur normale, et on augmente le nombre d'éclairements des disques obturateurs dans le même temps. A cet effet les fenêtres de ces

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

disques portent des rideaux qui permettent de les ouvrir ou de les fermer à volonté.

320. L'avantage principal de la chronophotographie sur plaque mobile est de donner des images qui peuvent se détacher sur n'importe quel fond. C'est là une simplification d'installation très appréciable. Elle est un merveilleux instrument de recherches et d'analyse pour le physiologiste et M. Marey, imaginant dans chaque hypothèse des dispositifs variés pour résoudre les difficultés spéciales rencontrées à chaque pas, l'a brillamment montré en l'appli-

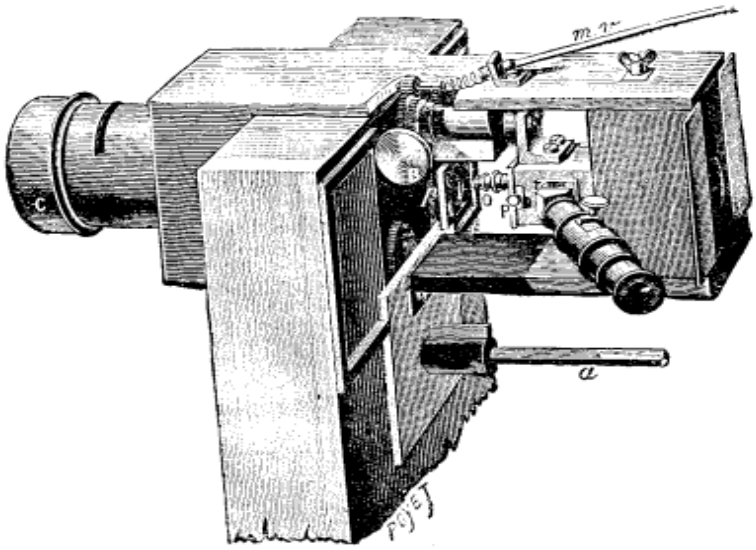


Fig. 325. — Application spéciale du chronophotographe de M. Marey pour l'analyse du mouvement des infiniment petits dans le champ du microscope. (Cet appareil est muni d'un tube latéral d'observation à prisme comme dans les microscopes de M. Nachet.)

quant à l'étude de la locomotion de l'homme et des quadrupèdes, de la natation des poissons, du vol des oiseaux et des insectes.

Mais ce n'est pas tout, la chronophotographie s'applique également aux recherches de physiologie expérimentale ainsi que le prouvent les beaux travaux sur les mouvements du cœur effectués par le même auteur. Elle peut être aussi employée pour les études microscopiques lorsqu'il s'agit de saisir les mouvements des infiniment petits (fig. 325).

L'œuvre de notre éminent collègue fera époque dans l'histoire de la *Photographie scientifique*, et nous regrettons de n'avoir pu nous étendre davantage sur ses belles recherches.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

321. Chronophotographie sur plaques séparées.

Cette méthode a été imaginée par l'américain Muybridge. C'est du reste lui qui, le premier, a entrepris l'analyse du mouvement par la photographie. Son mérite est d'autant plus grand qu'à l'époque où il a fait ses premiers travaux, il n'avait à sa disposition que le procédé au collodion humide dont la sensibilité n'est pas à comparer avec celle du gélatino-bromure.

M. Muybridge disposait une piste le long d'un écran blanc de vastes dimensions, incliné de manière à réfléchir la lumière solaire dans la direction d'une batterie d'appareils photographiques juxtaposés et disposés parallèlement à l'écran et à la piste. Chaque appareil était muni d'un obturateur commandé par un déclenchement électrique. En travers de la piste se trouvaient disposés une série de fils conducteurs de faible résistance qui se trouvaient en communication chacun avec l'électro-aimant de l'obturateur correspondant. La rupture de chaque fil lors du passage du modèle produisait le fonctionnement de l'un des appareils. Des divisions verticales tracées sur l'écran et distantes de 58 cent. permettaient de mesurer le déplacement entre chaque épreuve.

En résumé le modèle, quel qu'il fut, faisait écran et donnait sur la plaque une silhouette noire sur fond blanc. M. Muybridge a étudié ainsi les principales allures du cheval et celles de différents animaux bœufs, cerfs, chiens, etc. Il a reproduit également des coureurs, des sauteurs, des lutteurs, etc.

Les travaux de Muybridge ont fixé certainement bien des points douteux dans la théorie des allures du cheval, néanmoins il faut reconnaître que, dans les premières images publiées qui ne sont que des silhouettes, il est à peu près impossible pour ne pas dire tout à fait, de suivre les mouvements d'un pied, un doute existant toujours pour savoir si c'est le droit ou le gauche que l'on considère. On a reproché à Muybridge d'obtenir des épreuves non chronophotographiques, puisque c'est le modèle qui rompt les fils au fur et à mesure de leur rencontre, cela est indiscutable mais n'a en somme qu'une importance relative, car si l'on appliquait des méthodes rigoureuses d'enregistrement, on constaterait que bien souvent dans la plupart des autres dispositifs la régularité des épreuves n'est que très approchée également. Il ne faut pas d'ailleurs oublier que ces premières expériences datent de 1882 et que Muybridge a depuis perfectionné son installation. Mais en ce qui concerne le cheval, le procédé de Muybridge a une qualité qui n'existe dans aucun autre appareil, c'est que chaque épreuve est faite exactement du même point

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de vue puisque la rupture du fil se produit exactement lorsque le modèle est devant l'appareil correspondant : même avec les appareils à un objectif comme ceux de M. Marey qui théoriquement voient sous le même angle, il n'en est plus rien lorsque le modèle se déplace ce qui est le cas presque général dans le sujet qui nous occupe.

822. Un autre appareil à plaques séparées est celui de M. le général Sebert qui a été construit plus spécialement pour l'analyse du lancement des torpilles auto-mobiles et les études spéciales à l'artillerie. Destiné à étudier des phénomènes particuliers qui sont pré-

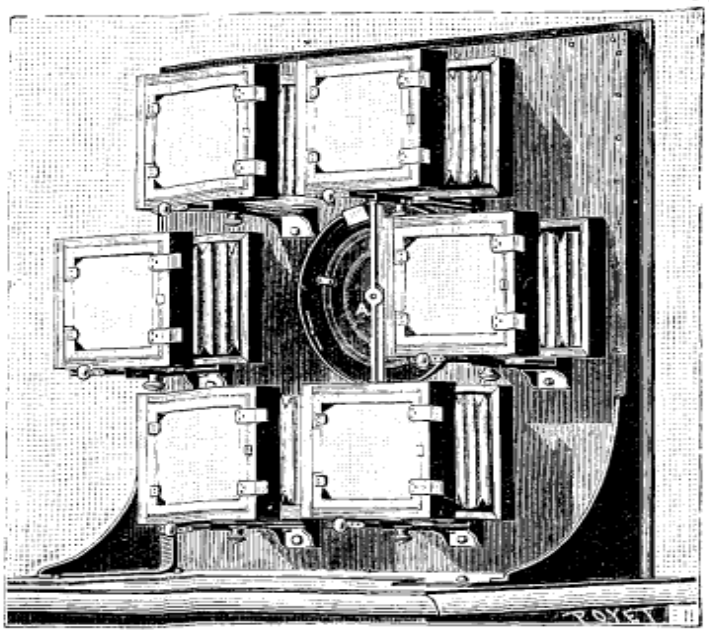


Fig. 326. — Appareil chronophotographique à plaques séparées de M. le général Sebert. — A. Disque moteur produisant le déclenchement des divers obturateurs.

cédés par la mise à feu d'une pièce d'artillerie ou d'un tube lance-torpilles, il est indispensable que la prise des épreuves se fasse d'une façon automatique pour être sûr qu'elles embrasseront complètement toute la période intéressante. A cet effet, six chambres photographiques sont disposées en couronne sur une circonférence et orientées vers le point à reproduire (fig. 326). Ces chambres sont armées d'obturateurs à volets indépendants, deux pour l'ouverture et deux pour la fermeture (volets en secteur ouvrant par le centre optique) (fig. 327). La partie centrale de l'appareil comprend un disque lourd qui est animé d'une vitesse déterminée

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

au moyen d'un système de rouages mus par un fort contrepoids. Ce disque porte deux index mobiles à volonté qui par leur passage rapide provoquent d'une part l'ouverture d'une série de volets, de l'autre la fermeture de l'autre série, et ainsi de suite pour les autres. Étant donnée la vitesse de rotation du plateau central, on règle la durée d'exposition de chaque obturateur par l'écart que l'on met entre les deux index. En attendant le moment de l'expérience, les index montés sur une pièce spéciale sont maintenus écartés de la circonférence, de façon à ne pas rencontrer les divers déclenchements

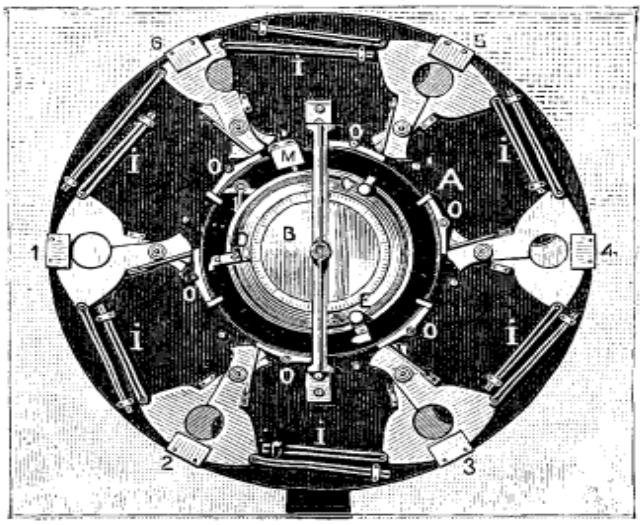


Fig. 327. — Détail des obturateurs à volets indépendants de l'appareil du général Sebert. — A. Platine. — B. Disque moteur. — M. Pièce de mise à feu du tube lance-torpilles. — ED. Pièces à écartement variable permettant de régler la durée de pose des obturateurs. — OOO. Leviers de déclenchement des volets d'ouverture des obturateurs. — Les volets de fermeture et leurs leviers de déclenchement situés de l'autre côté de la platine ne sont pas figurés. — III. Ressorts actionnant les volets.

des volets d'ouverture et de fermeture de chacun des obturateurs. Cette pièce n'est remise en place que lorsqu'un temps fixé d'avance après la mise à feu est passé. Tout est donc prévu ; le contact sur une simple poire pneumatique provoquera le départ de la pièce et les obturateurs fonctionneront après le temps voulu pour que le projectile soit visible à la sortie de l'arme. L'intervalle entre chaque image est réglé par la vitesse de rotation du plateau intérieur. Nous avons montré précédemment les résultats particulièrement intéressants obtenus par le général Sebert (710). Nous n'y reviendrons pas.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

323. Nous nous sommes également occupés de cette question de l'analyse du mouvement dès 1880 et avons présenté deux appareils distincts des précédents. Le premier, quoique opérant sur plaque fixe, doit être rangé dans la catégorie des appareils à plaques séparées. A cause du petit format que nous avions adopté, nous nous servions d'une plaque unique, mais si cet appareil avait été exécuté en dimensions plus grandes, il eut été préférable d'employer des plaques séparées. Neuf objectifs de même foyer sont rangés en cou-

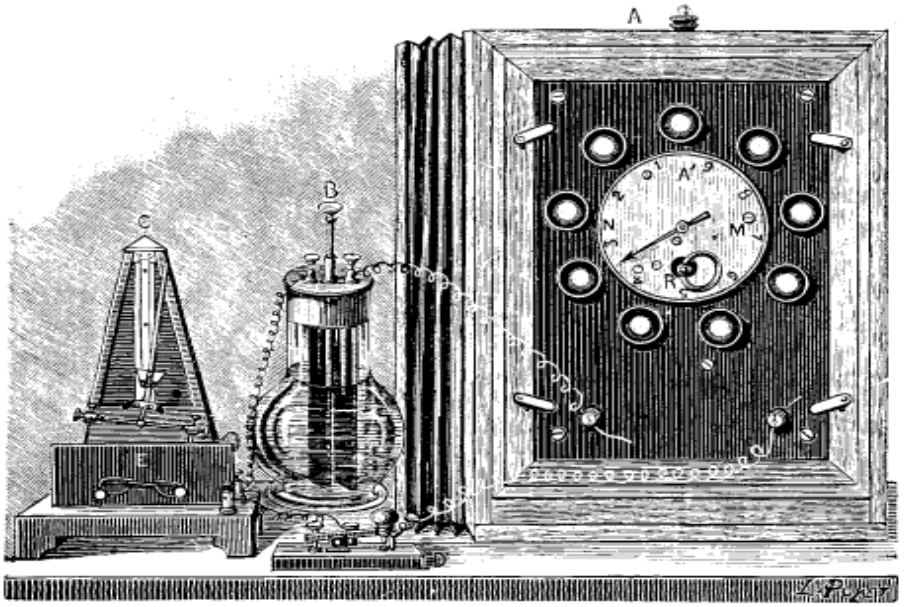


Fig. 328. — Appareil photo-électrique de l'auteur disposé pour obtenir la variabilité des intervalles entre la prise de chaque épreuve et de la durée de pose des obturateurs. — A. Chambre noire à neuf objectifs. — R. Ressort d'horlogerie commandant le disque obturateur. — B. Pile. — C. Métronome électrique. — D. Expéditeur Mors.

ronne sur une platine métallique qui renferme à l'arrière un disque portant une ouverture et mu par un mécanisme d'horlogerie (fig. 328). Cette ouverture, passant successivement derrière chaque objectif, produira une succession de neuf images. Au moyen d'une ancre spéciale actionnée par un électro-aimant, le mouvement de ce disque peut être commandé par l'émission régulière d'un courant convenable ; la durée de pose est réglée par la durée même du contact et, l'intervalle entre chaque épreuve par le temps qui s'écoule entre chaque émission de courant. Ce dispositif est actionné soit par un métronome électrique, soit par un régulateur Foucault convenablement disposé pour donner les contacts voulus. Il a

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'avantage de fonctionner d'une façon absolument régulière et de permettre à la fois les variations de la durée de pose et des intervalles entre chaque épreuve.

Cet appareil a été spécialement construit pour nos études sur la photographie médicale où les problèmes qui se présentent ont des durées fort variables car, étant admis un nombre fixe d'épreuves, il est indispensable de répartir ce nombre d'épreuves d'une façon régulière sur le mouvement tout entier, quel qu'en soit la durée. Il a été présenté à la Société française de photographie en 1882, à une époque où notre maître, M. Marey, n'avait publié que sa méthode sur fond noir, inapplicable dans la plupart des cas, dans les études spéciales qui ont pour but de constater les modifications produites par la maladie sur la forme extérieure, le faciès, les moyens de locomotion, etc. C'est pour cette raison que, dès 1880, nous avions cherché la solution du problème par l'emploi d'images multiples donnant chacune le modelé le plus complet.

Notre appareil photographique produisait des images de 3×3 disposées en couronne sur un 13/18. Ce n'était du reste qu'un modèle et, bien qu'il nous ait permis d'analyser la version du cou dans le torticolis spasmodique, les modifications de l'attitude chez les hystériques pendant la catalepsie, sous l'influence d'un courant électrique d'intensité croissante, les diverses phases du transfert des contractures au moyen de l'aimant, nous avons de suite fait construire un autre appareil destiné à donner des images plus grandes et en plus grand nombre.

324. Cet appareil, construit avec nos propres ressources, a été terminé en 1891, et depuis il nous a permis de recueillir nombre de documents intéressants soit sur les allures du cheval, soit sur les modifications de la forme dans le mouvement (1).

Cet appareil se compose d'une batterie de 12 objectifs de même foyer disposés sur l'avant d'une chambre de format 24×30. Chaque obturateur est muni d'un obturateur Londe et Dessoudeix donnant 5 vitesses différentes et qui peut se déclencher électriquement (fig. 329). Nous obtenons avec ce dispositif 12 images du format 7×7, format très suffisant pour l'étude directe et permettant d'ailleurs facilement des agrandissements et des projections (fig. 329).

Le courant nécessaire pour provoquer le déclenchement de chacun des obturateurs est produit par une petite pile portative et expédié au moyen d'un expéditeur quelconque, métronome électrique, régu-

(1) Le Bon, *L'Équitation actuelle et ses principes*, Paris, Firmin-Didot et Cie, 1895. — P. Richer, *Physiologie artistique*, Paris, Doin, 1895. — P. Richer et A. Londe, *Atlas de physiologie artistique*, Paris, Doin, 1895, sous presse.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lateur de Foucault, expéditeur à vitesses variables de Trouvé. Ce dernier appareil, construit pour les usages médicaux à l'effet de donner des émissions de courant plus ou moins rapprochées dans un temps donné, nous a rendu les plus grands services car il permet d'échelonner la prise des douze images sur une durée de temps quelconque variant de douze secondes à une demi-seconde.

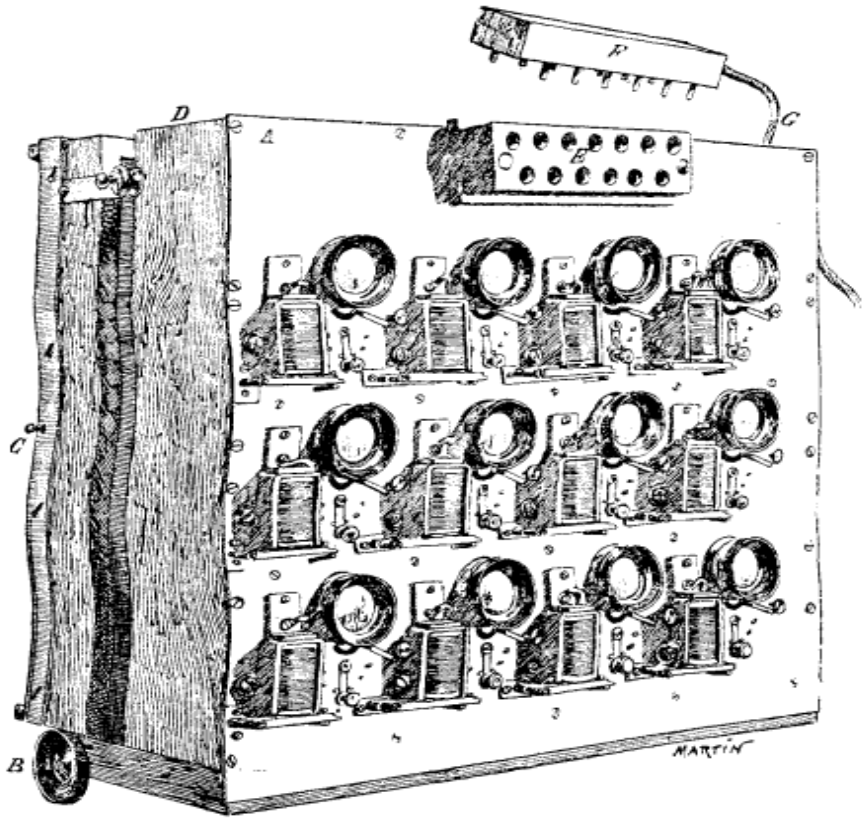


Fig. 329. — Nouvel appareil chronophotographique de l'auteur à douze objectifs. — A. Platine portant les objectifs, les obturateurs et leurs déclenchements électriques. — B. Bouton de mise au point. — C. Logement du châssis. — D. Chambre noire. — E et F. Liaison des courants électriques. — G. Conducteur souple à treize fils.

Dans la pratique, quel que soit l'expéditeur employé, il est nécessaire de lui laisser prendre son régime normal ; il en est de même dans les appareils de M. Marey et du général Sebert qu'il faut mettre en route avant l'expérience. Il est alors nécessaire de couper le circuit en attendant le moment d'opérer, puis d'employer un mécanisme spécial que nous avons nommé le distributeur et qui a pour mission d'envoyer le courant successivement dans les divers

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

électro-aimants et ceci, dans un ordre déterminé d'avance. Il est absolument important en effet, pour éviter toutes erreurs, de connaître d'une façon sûre le début de la série.

Le distributeur, exécuté d'après nos idées par M. Lucien Leroy, un très habile constructeur, se compose d'un mécanisme commandé par un électro-aimant qui peut à chaque contact faire avancer une aiguille extérieure d'un douzième de tour (fig. 330). Cette aiguille, munie d'un balai de friction en platine, rencontre dans sa course douze contacts disposés sur un disque isolant en ivoire. Ces douze contacts sont reliés aux divers électro-aimants, de telle sorte que le passage du balai déterminera successivement le départ des obtu-

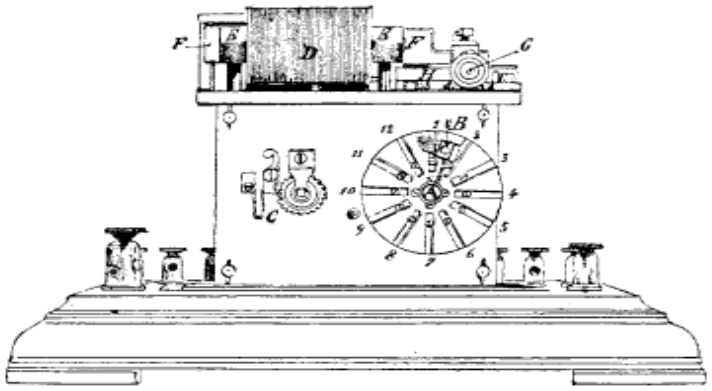


Fig. 330. — Distributeur de M. Lucien Leroy construit sur les indications de l'auteur. — A. Axe commandé par le mécanisme d'horlogerie. — B. Balai distributeur. — 1 à 12. Contacts en platine disposés sur une couronne isolante, destinés à envoyer le courant passant par le balai B, dans chacun des obturateurs. — B. Électro-aimant attirant l'armature F destinée à faire avancer d'un douzième de tour l'axe A. — G. Réglage du ressort antagoniste.

rateurs. L'ordre de déclenchement est fixé par la liaison convenable des fils des contacts avec tel ou tel obturateur. Au moyen d'un commutateur spécial, on peut du reste changer très facilement cet ordre, de façon à ce que sur la plaque les séries puissent se présenter dans le sens même du mouvement, ce qui est plus commode pour la lecture.

Au moment de l'expérience, il suffira d'établir le courant entre l'expéditeur et le distributeur pour obtenir de suite le fonctionnement des 12 obturateurs à la vitesse qui aura été fixée d'avance par le déplacement de la manette qui tend le ressort de chacun d'eux, et avec l'intervalle qui aura été déterminé par le réglage préalable de l'expéditeur (fig. 331).

Nous réalisons par suite les fonctions suivantes :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1° Répartition des douze épreuves sur la durée totale du mouvement observé ;

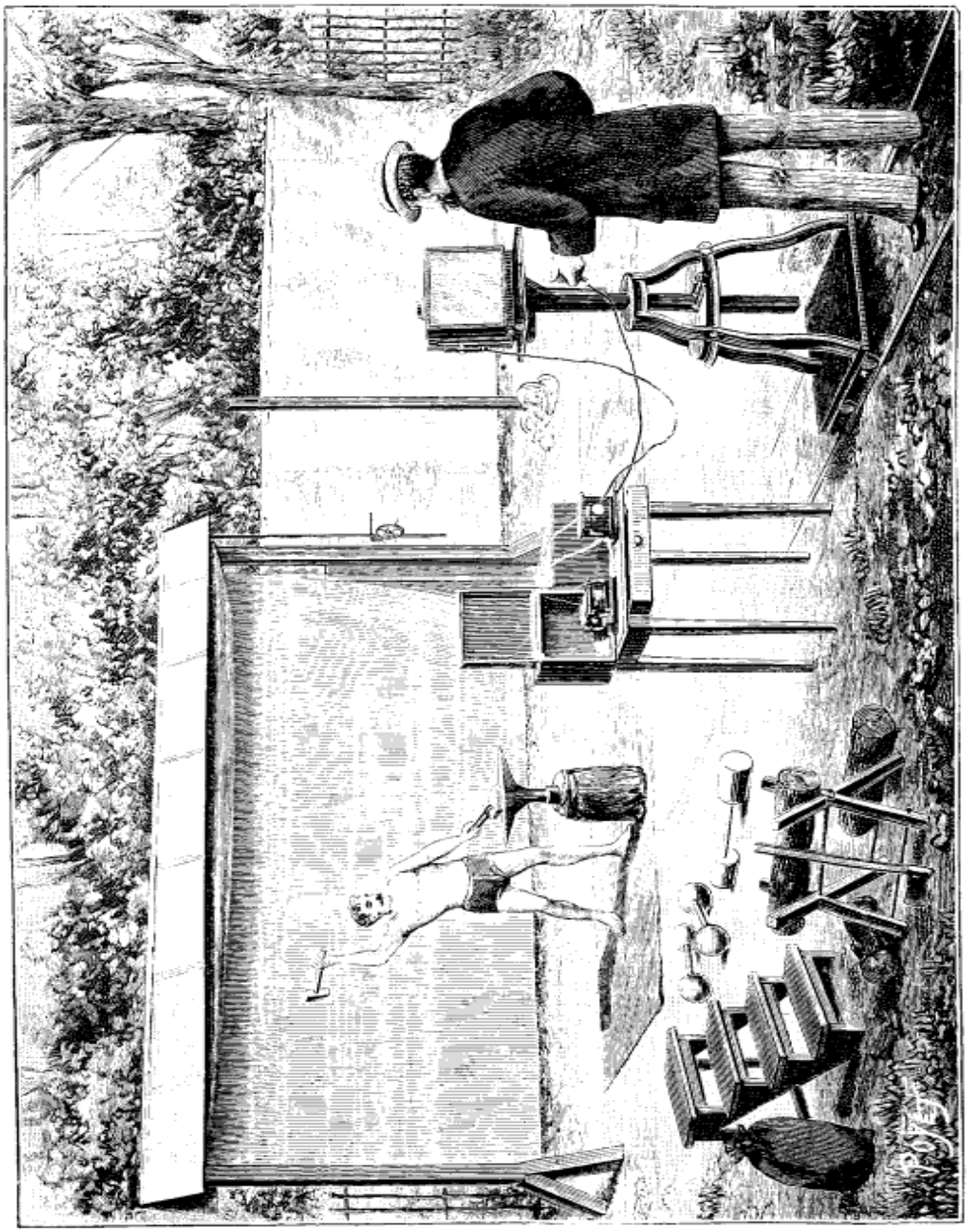


Fig. 331. — Piste en plein air installée à la Salpêtrière pour les études chronophotographiques.

2° Réglage de la vitesse de l'obturateur d'après la vitesse du mouvement ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3° Réglage des intervalles entre chaque épreuve ;

4° Fonctionnement de l'appareil au moyen d'un simple courant électrique.

825. Examinons l'avantage de ces diverses fonctions au point de vue pratique et surtout en ce qui concerne les applications aux études médicales que nous avons eu plus spécialement en vue.

Si, d'une manière générale, l'obtention d'un très grand nombre d'épreuves est indispensable lorsqu'il s'agit de mouvements d'extrême rapidité il n'en est plus de même lorsque ces mouvements sont moins rapides. Sans parler de la question de dépense qui devient excessive, les images faites à des intervalles très rapprochés ne montrent, les unes par rapport aux autres immédiatement voisines, que des différences souvent à peine appréciables : on arrive forcément pour l'étude à éliminer systématiquement une épreuve sur deux ou deux sur trois de façon à arriver à la limite ou les différences deviennent sensibles et permettent la comparaison. Dans ces conditions nous préférons de suite obtenir des épreuves nettement distinctes les unes des autres, car si le mouvement est lent, ce qui arrive fréquement dans les cas pathologiques, les séries auraient une longeur démesurée et souvent même elles n'embrasseraient pas le mouvement dans sa totalité. Avec le système que nous employons ou celui du général Sebert par exemple on peut, par un réglage convenable de l'appareil, être assuré que les diverses images seront convenablement réparties sur la durée du phénomène quel qu'il soit.

En ce qui concerne le réglage de la durée d'exposition il est certain que plus elle est courte, plus les détails et le modelé sont difficiles à obtenir, l'existence même du négatif pouvant se trouver compromise. Lorsqu'il s'agit d'étudier des modifications de la forme, la présence d'un modelé suffisant est indispensable et c'est pour cette raison que nous croyons utile de ne réduire la durée d'exposition que de la quantité nécessaire pour avoir la netteté convenable. Employer systématiquement des durées d'exposition réduites au minimum c'est s'exposer à avoir des résultats médiocres au point de vue du rendu.

Pour éviter cet inconvénient, les auteurs les plus compétents, M. Marey en particulier, ont préconisé l'emploi d'objectifs à grande ouverture afin d'atténuer autant que possible les effets des poses très réduites. Cette disposition est toute indiquée mais, la profondeur de foyer étant très faible, il sera nécessaire que le modèle passe dans un plan rigoureusement déterminé et parallèle à l'appareil. Ce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

résultat sera parfois fort difficile à obtenir avec les animaux ou les malades à qui on ne peut demander, comme à l'homme normal, la sûreté et la précision des mouvements.

Les mouvements qui s'effectuent dans le sens diagonal ou en profondeur seront plus difficiles à obtenir. Au contraire si l'on ne réduit la durée d'exposition que de la quantité nécessaire, on pourra, suivant les cas, employer des objectifs moins ouverts et par suite d'une plus grande profondeur de foyer.

Pour la détermination des intervalles entre chaque épreuve successive, les indications sont données par le sujet lui-même et en photographie médicale il peut être utile d'obtenir les douze épreuves quelquefois en moins d'une seconde et fréquemment dans un nombre quelconque de secondes ou même de minutes. Le dispositif que nous avons adopté nous permet de contrôler à blanc si la vitesse de l'expéditeur est bien réglée d'après celle du sujet à reproduire. La pile que nous employons est double c'est-à-dire qu'une partie des éléments actionne le distributeur, lequel envoie dans les électro-aimants le courant produit par le reste des éléments. Il s'en suit qu'en coupant le circuit de retour entre le distributeur et l'appareil, celui-ci ne pourra fonctionner. Par contre le distributeur marchera comme d'habitude lorsque l'on établira le courant au début de l'expérience ; aussitôt le mouvement achevé, on coupera à nouveau le courant et il sera facile de voir d'après la position de l'aiguille, qui doit être revenue au zéro en cas de concordance absolue, si la vitesse de l'expéditeur est trop grande ou trop petite.

Si elle a dépassé ou non le zéro on retarde ou on accélère la vitesse de l'expéditeur. Il suffit alors de rétablir le courant entre le distributeur et l'appareil pour être prêt à fonctionner.

826. Un avantage du commandement électrique c'est de pouvoir, dans certains cas spéciaux, provoquer le départ de l'appareil par la rupture d'un fil placé sur le chemin que doit parcourir le sujet observé, la vitesse des obturateurs et l'intervalle entre les images étant réglés par avance. Le dispositif à employer est très simple. Deux piquets sont placés de part et d'autre de la piste à un des bords du champ embrassé par l'objectif. L'un porte deux lames métalliques isolées auxquelles viennent aboutir les 2 fils commandant la marche du distributeur. Ces deux lames tendent naturellement à se rapprocher et à venir en contact mais l'une d'elle est maintenue éloignée par le fil tendu en travers la piste et attaché à l'autre piquet.

Le courant ne peut donc passer, mais il n'en sera plus de même

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

aussitôt la rupture car immédiatement le distributeur fonctionnera entraînant la prise de la série photographique.

Ce dispositif est très précieux pour la photographie des animaux qui seront saisis automatiquement dès qu'ils seront dans le champ de l'appareil : il pourra être employé également dans toutes les hypothèses où un corps en mouvement dans un plan déterminé pourra être utilisé pour rompre le fil commandant l'interrupteur. Nous comptons prochainement employer ce dispositif pour photographier le tir au fusil sur des pièces de gibier, le fil placé en travers de la gueule du canon étant coupé par la charge de plomb (1).

En résumé cet appareil construit spécialement pour les études de physiologie ou de pathologie possède intentionnellement une grande souplesse de fonctionnement qui lui permet de résoudre les divers problèmes que nous rencontrons journellement : c'est du reste ce qui explique la complication apparente des divers organes qui le composent. Néanmoins il est portatif et nous avons pu obtenir de nombreuses séries en plein air, sur les allures de divers animaux et principalement du cheval, sur la formation de la vague, etc.

La vitesse la plus rapide de fonctionnement que nous ayons obtenu avec l'expéditeur de Trouvé correspond à seize épreuves par seconde. Au moyen d'un expéditeur à grande vitesse que nous faisons construire actuellement nous pourrons encore l'augmenter bien davantage. Il est à remarquer en effet qu'avec l'emploi de l'électricité combiné avec le système des appareils séparés, on peut obtenir le minimum d'intervalle entre chaque épreuve, chacun des obturateurs étant toujours prêt à agir, et ceci est vrai quelque soit le format des plaques employées : au contraire avec les appareils à déplacement de la préparation sensible, l'augmentation du nombre d'épreuves dans un temps donné ne peut être obtenu qu'en diminuant leur format. Si elles ont 9×9 il paraît difficile d'en avoir plus de 10 à la seconde, c'est ce qui ressort des résultats publiés par M. Marey. Dans l'appareil tout récent d'Edison qui donne de 40 à 50 images par seconde, celles-ci n'ont que 2 cent. de hauteur. Il paraît donc prouvé que pour obtenir un grand nombre d'épreuves d'un certain format, on est limité dans les appareils à déplacement de la préparation sensible, tandis qu'on ne l'est pas dans ceux à plaques séparées.

(1) Dans ce cas particulier un courant électrique particulier, passant par le fil fixé sur le fusil, maintiendra l'armature d'un électro-aimant au contact. Lors de la rupture du fil cette armature sera rappelée en arrière par un ressort antagoniste. C'est ce mouvement qui sera utilisé pour établir le courant de la pile principale au distributeur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La seule critique que l'on puisse faire à cette catégorie d'appareils c'est que par suite de la position des divers objectifs l'image n'est pas vue exactement sous le même angle. Cette critique est assurément fondée mais elle est loin d'avoir en pratique l'importance que l'on pourrait croire, sinon lorsque l'on opère à très courte distance ce qui est rarement le cas. Du reste lorsqu'il s'agit d'objets en mouvement, les appareils à un seul objectif eux-mêmes ne voient pas l'objet sous le même angle, puisqu'il se présente constamment dans

Fig. 332. — Équilibriste sur le trapèze. Série chronophotographique obtenue avec l'appareil de l'auteur. Lire les épreuves de droite à gauche en commençant par la rangée supérieure. Durée totale 1"5.

des positions différentes lors de son passage. Nous ne croyons pas que cette observation enlève quoique ce soit à l'importance des travaux de MM. Marey, Anschutz, Demeny, Edison et nous sommes convaincu qu'elle ne peut nuire davantage aux résultats obtenus avec les appareils à plaques séparées par le général Sebert ou nous-même.

A titre d'exemple nous donnons le fac-similé de deux séries obtenues avec notre appareil : la première (fig. 332) représente une équilibriste sur le trapèze s'agenouillant pendant une oscillation de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

celui-ci, la durée totale du mouvement est d'environ 1 seconde et demie : la deuxième (fig. 333) est une série discontinue dans laquelle nous nous sommes attachés à reproduire les attitudes principales d'une autre équilibriste effectuant un exercice dont la durée totale dépassait 1 minute.

327. En Allemagne, il convient de citer les travaux de M. Anschutz de Lissa qui sont très remarquables et ont porté sur

Fig. 333. — Equilibriste sur le fil de fer. Série discontinue obtenue avec l'appareil de l'auteur. Lire de droite à gauche en commençant par la série supérieure. Durée totale 1 minute.

les allures du cheval et des animaux principalement. Nous ne pouvons cependant donner aucun renseignement sur le mode opératoire employé, l'auteur n'ayant publié, à notre connaissance, aucune description du dispositif employé par lui. Nous croyons savoir toutefois qu'il emploie des appareils séparés munis d'obturateurs de plaques commandés électriquement.

Nous garderons la même réserve au sujet du dispositif qui sert au savant américain Edison pour obtenir ces longues séries d'images

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui sont employées dans son kinétoscope : nous n'avons trouvé nulle part la description du kinétographe : tout ce que nous savons c'est qu'il donne de 40 à 50 images par seconde, chacune de celles-ci ayant 2 × 2. Cet appareil est vraisemblablement basé sur le prin-

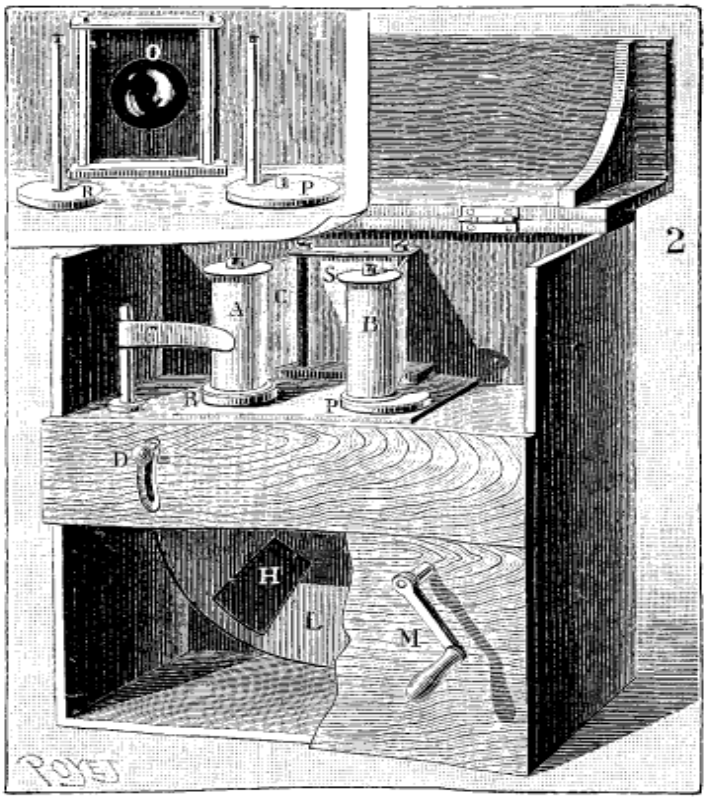


Fig. 334. — Appareil chronophotographique portatif de M. Demeny. Appareil à déplacement saccadé d'une pellicule de grande longueur. — R. Bobine renfermant la pellicule avant l'exposition. — P. Bobine réceptrice excentrée (Voir le détail en 1). — S. Plan focal. — ACB. Pellicule. — E. Ressort de pression. — L. Disque fenêtré. — H. Fenêtre du disque. — M. Manivelle d'entraînement du disque. — D. Déclenchement de la pellicule au moment de l'expérience.

cipe de l'appareil de M. Marey (bande pelliculaire se déroulant par saccades au foyer de l'objectif).

M. Demeny a également proposé un appareil qui paraît donner d'excellents résultats et qui a été plus spécialement combiné pour être absolument portatif. Il est représenté (fig. 334). La pellicule enroulée sur une bobine passe au foyer de l'objectif et est emmagasinée sur une deuxième bobine. Un disque fenêtré mu par une manivelle démasque l'objectif à chaque passage. Le déplacement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de la pellicule est obtenu d'une manière très simple et très ingénieuse au moyen du montage excentrique de son axe sur le disque P. Il est bien entendu que le mouvement de la bobine est solidaire de celui du disque de façon à obtenir le synchronisme parfait entre ces deux fonctions. M. Demeny utilise les vides de l'appareil pour loger des bobines chargées de pellicules garnies aux deux extrémités de prolongements de papier noir exactement comme dans le cyclographe de M. Damoizeau.

828. Synthèse du mouvement.

Il y a longtemps déjà que les physiciens ont imaginé divers appareils destinés à donner l'illusion du mouvement au moyen de séries d'images dessinées. Tout le monde connaît le phénakistoscope de Plateau, le zootrope. Ces appareils qui ne servent que de jouets sont cependant susceptibles de permettre la synthèse du mouvement en substituant, aux images faites à la main, les séries chronophotographiques. MM. Muybridge, Marey, Demeny, Anschutz, Edison se sont particulièrement occupés de cette question et il paraît intéressant de donner rapidement les divers dispositifs employés, les uns destinés à l'examen direct, les autres à la projection.

829. Procédé Muybridge. — Les silhouettes de chevaux sont reproduites en cercle sur un disque de verre qui tourne rapidement au foyer de la lanterne de projection. Un disque percé de fenêtres produit les éclairements aux moments convenables. Les résultats curieux ne permettent cependant aucune étude sérieuse, les figures n'étant que de simples silhouettes calquées d'après les photographies. De plus, ce mode de procéder a l'inconvénient de donner des images raccourcies dans le sens transversal.

830. Procédé Anschutz. — L'appareil d'Anschutz est destiné à l'examen direct. Les diverses épreuves de la série sont tirées sur verre et montées sur un grand disque tournant. Un fort tube de Geissler, placé en face de l'ouverture par laquelle l'examen se fait, éclaire chaque image pendant un instant très court, au moment précis où elle se trouve devant l'œil de l'observateur. Ces éclairements sont obtenus au moyen de contacts automatiques disposés sur la roue elle-même. Si la vitesse de celle-ci est convenable on obtient d'excellents résultats.

831. Procédé Demeny. — M. Demeny, l'ancien préparateur de M. Marey, avait exposé en 1892 à l'Exposition internationale de Photographie, un appareil de son invention, le *photophone*, qui offre la même disposition que celui d'Anschutz en ce qui concerne la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

disposition des épreuves qui sont placées en cercle sur un grand disque de verre mais qui en diffère notablement par le dispositif éclairant et le procédé pour obtenir les admissions de lumière. La source de lumière employée est en effet la lumière électrique ou oxhydrique qui éclaire les différentes images au fur et à mesure de leur passage. Un disque fenêtré analogue à celui employé dans le chronophotographe de M. Marey tourne avec une vitesse considérable et son mouvement est combiné avec celui du disque portant les

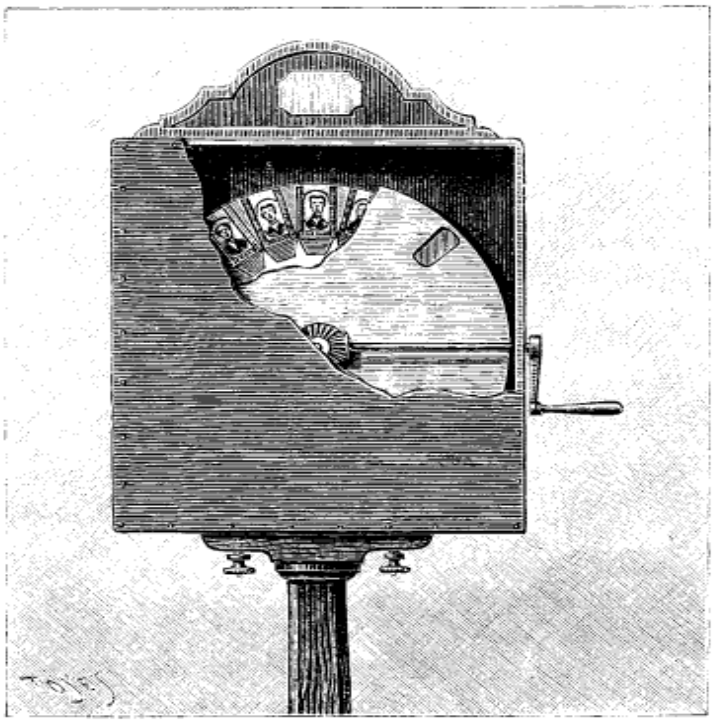


Fig. 335. — Photophone de M. Demeny pour la synthèse du mouvement.

images de telle façon que la rencontre se fait dans la direction de l'œil de l'observateur. La brièveté des éclairages est si courte que les images semblent immobiles (fig. 335).

M. Demeny a étudié avec cet appareil le mouvement des lèvres. La synthèse est si bien réalisée que des sourds-muets amenés devant cet appareil ont parfaitement compris les paroles qui avaient été prononcées par le modèle photographié.

En plaçant un objectif en face de la partie éclairée du photophone, de manière que le disque porte-image soit au foyer, on peut obtenir ces mêmes images en projection.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

832. Procédés de M. Marey. — M. Marey s'est servi tout d'abord du zootrope ordinaire dans lequel les séries photographiques étaient substituées aux images dessinées : il a ensuite construit un appareil dans lequel des images en relief, exécutées d'après les attitudes recueillies sous trois directions, montraient l'oiseau dans son vol. Il a pensé ensuite à se servir de son chronophotographe qui est un appareil réversible. Il suffit, en effet, théoriquement, d'éclairer fortement la pellicule positive tirée d'après le négatif original et de la faire repasser dans l'appareil. On obtiendra sur l'écran des images qui se substitueront rapidement les unes aux autres et donneront l'illusion du mouvement. La pellicule étant arrêtée automatiquement au moment de chaque éclairement, on peut espérer une grande netteté. En pratique, les durées d'éclairement sont beaucoup trop courtes et la quantité de lumière qui passe est trop faible pour donner des images suffisamment éclairées. M. Marey a obvié à cet inconvénient en augmentant la durée d'éclairement qui au lieu d'être $\frac{1}{1000}$ de seconde comme dans le chronophotographe n'est plus que de $\frac{1}{20}$ à $\frac{1}{30}$ de seconde et en modifiant la came qui doit immobiliser la pellicule pendant ce laps de temps.

Une autre modification consiste à fermer en quelque sorte la bande pelliculaire sur elle-même de façon à reproduire la même série un temps quelconque. Ce procédé facilite de beaucoup l'étude.

833. Procédés de Edison. — Le kinétoscope dont il a été tant parlé ces temps derniers ne diffère en principe aucunement des appareils de notre collègue M. Marey, néanmoins il est juste de dire que M. Edison est arrivé le premier à obtenir des séries qui contiennent un nombre prodigieux d'épreuves, ce qui lui a permis de reproduire des scènes d'une certaine durée. Ce n'est du reste qu'une question d'appareil et d'argent, car de telles expériences sont fort coûteuses.

M. Edison, comme nous l'avons dit, obtient dans son kinétographe de 40 à 50 épreuves par seconde, et la longueur des pellicules est telle que la série reproduite peut durer près d'une minute.

Certaines séries que tout le monde a pu voir contiennent plus de 1500 épreuves. Celles-ci sont naturellement de petites dimensions mais d'une extrême finesse. Elles sont tirées sur une pellicule en celluloïd sans fin (principe indiqué par M. Marey) (1) dans un

(1) *Le Mouvement*, E.-J. Marey, p. 310. Masson, Paris.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

appareil spécial qui la fait défiler en face d'une ouverture devant la-

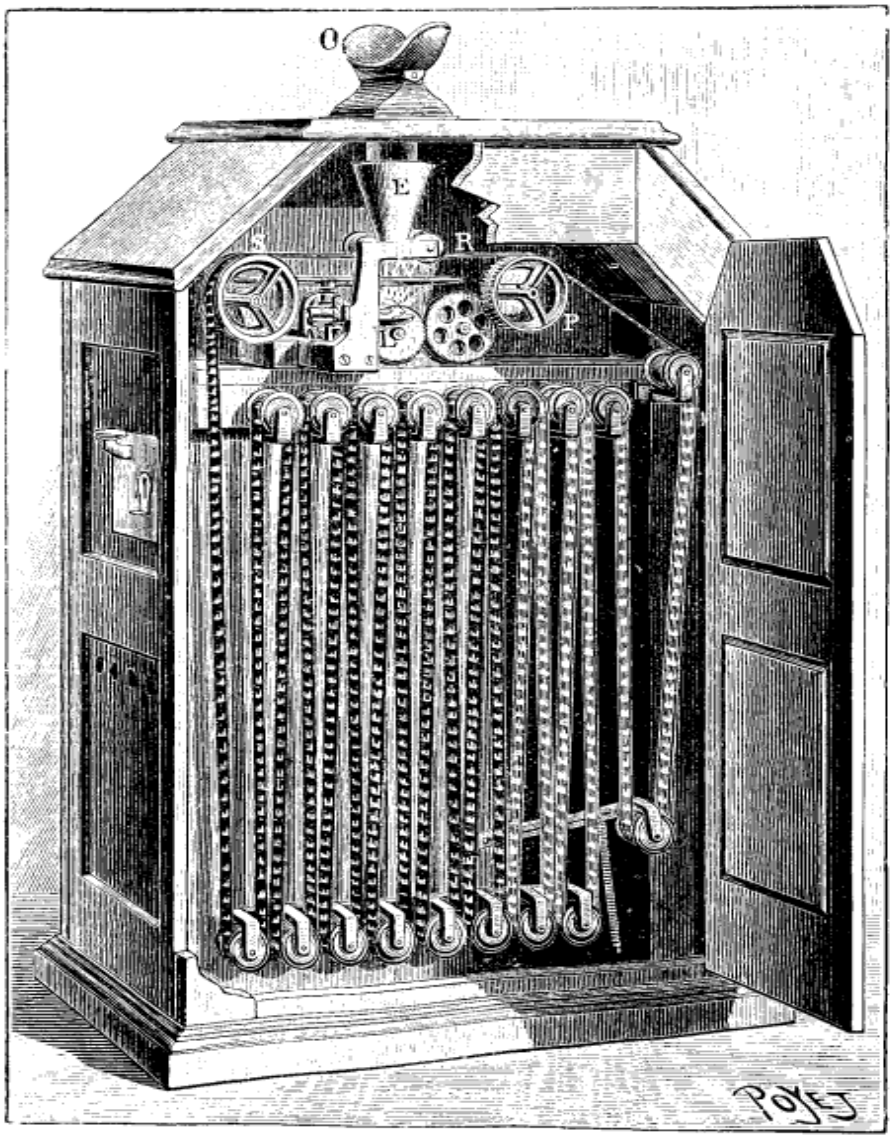


Fig. 336. — Le kinétoscope de M. Edison pour la synthèse du mouvement. — RS. Pellicule sans fin portant la succession des images photographiques. — P. Mouvement commandé par un courant électrique, destiné à faire défiler la bande pelliculaire devant l'observateur qui adapte les yeux à la bonnette O. — L. Source lumineuse éclairant les images par transparence. — V. Disque fenêtré démasquant les images à tour de rôle.

quelle se place l'observateur (fig. 336). En dessous de la pellicule est une lampe électrique qui l'éclaire par transparence et au-dessus se

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment un disque fenêtré qui démasque chaque image pendant un temps très court, au moment de son passage devant l'observateur. Ce principe avait déjà été appliqué et par Muybridge et par Demeny. Ces réserves faites, l'appareil d'Edison est certainement très remarquable et l'illusion du mouvement est absolue. L'image est parfaitement fixe et absolument fondue. Ce résultat est dû au grand nombre d'images prises. Il paraît certain en effet que pour la synthèse du mouvement les résultats seront d'autant plus parfaits que le nombre d'épreuves sera plus considérable dans l'unité de temps. Si elles ne sont pas en quantité suffisante, on sent des saccades et le mouvement est brusque et discontinu.

Au point de vue spécial de la synthèse du mouvement la solution d'Edison nous paraît excellente. En ce qui concerne l'analyse du mouvement, le format des épreuves est évidemment trop petit, et ce nombre considérable d'images, qui ne diffèrent les unes des autres que d'une manière insensible, sera plutôt une gêne qu'un avantage.

834. A un autre point de vue, il convient d'examiner sans parti pris la valeur de ces divers appareils au point de vue des connaissances nouvelles que la science peut en retirer. Laissant à part le côté de curiosité qui permettra de reproduire des scènes diverses, il est certain que la vue de ces séries nous mettra exactement dans la même situation que devant le modèle lui-même. Nous percevrons l'ensemble des mouvements mais la plupart nous échapperont comme dans la nature elle-même. Or, et c'est ce qui fait l'avantage de la chronophotographie, elle permet d'immobiliser en quelque sorte le sujet, de l'étudier dans ses attitudes diverses et de surprendre les secrets et les lois des mouvements qui l'animent. Effectuons la synthèse au moyen d'un appareil quelconque, le résultat peut être très curieux mais il n'a plus le même intérêt pour le savant. Prenons des exemples. L'œil ne peut percevoir exactement les différentes positions du cheval de course qui passe avec rapidité devant nous. Une série bien réussie nous donnera des documents que l'on peut étudier à loisir. Si alors le mouvement est bien reconstitué par l'appareil de synthèse, nous ne verrons rien de plus que précédemment. D'autres exemples seront encore plus frappants : on peut arriver à saisir par la photographie le projectile qui sort d'un canon alors qu'il est invisible pour l'œil. La série chronophotographique donnera d'utiles indications sur les mouvements de l'air qui accompagne sa marche. Au phénakistoscope qu'est-ce que nous verrons, absolument rien, exactement comme à l'examen à l'œil.

Si donc, à notre avis, le savant a beaucoup à apprendre par l'ana-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lyse chronophotographique en ce qui concerne les mouvements rapides, la synthèse ne lui servira en quelque sorte que de procédé de vérification.

Cependant il convient de dire que, par des artifices convenables, on peut utiliser, dans une certaine mesure, les appareils de synthèse pour obtenir quelques résultats intéressants. En ralentissant la marche de l'appareil de synthèse, on arrive à rendre visibles à l'œil les mouvements qui échappent normalement à l'œil. Ainsi une série de galop du cheval, prise à raison de soixante images par seconde par exemple, passant dans le phénakistoscope à raison de dix dans le même temps, le mouvement sera ralenti : au lieu d'une seconde il en durera six. Dans ces conditions, l'œil pourra suivre le mouvement alors que cela lui eût été impossible à la vitesse normale de soixante passages par seconde. De même pour le vol des oiseaux, les 12 épreuves d'un battement d'ailes qui dure un cinquième de seconde seront disposées pour passer en une seconde et le mouvement pourra alors être étudié facilement à cause de son ralentissement.

Inversement, certains mouvements échappent à l'œil à cause de leur lenteur extrême, tels par exemple l'accroissement des animaux et des plantes. En prenant des séries de photographies à des intervalles convenables mais éloignés, on pourra les faire repasser sous les yeux rapidement et reproduire en un instant le phénomène dans son ensemble.

En résumé la méthode générale de la stroboscopie utilisant les séries chronophotographiques permettra la synthèse du mouvement de la façon la plus complète, soit pour des scènes variées durant un temps quelconque (le principe est trouvé et la chronophotographie continue n'est qu'une affaire de matériel et d'argent), soit pour des mouvements qui se répètent indéfiniment. Dans ce dernier cas, qui est le plus intéressant au point de vue scientifique, la série d'épreuves embrassant la période totale se reproduira d'une façon continue dans l'appareil de synthèse. C'est ce qui se produit lorsque l'on obtient des séries contenant la décomposition d'un temps de galop, de trot, de pas chez le cheval, d'un battement d'ailes chez l'oiseau, d'un pas chez l'homme, etc.

835. Jusqu'à présent, comme nous l'avons dit, les procédés indiqués pour projeter les épreuves en mouvement n'ont pas donné des résultats absolument satisfaisants, soit parce que la fixité de chaque image pendant la durée d'éclairement n'était pas obtenue, soit parce que le temps d'admission de la lumière était trop court.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On a alors proposé de projeter des images fixes disposées devant une série d'objectifs en couronne braqués sur un même point de l'écran, puis de démasquer ces objectifs successivement. On peut employer ou des sources de lumière distinctes ou faire tourner une source unique de façon à ce qu'elle éclaire successivement les diverses épreuves. Ce dernier dispositif nous paraît en particulier bien délicat ; néanmoins nous pensons que par ce principe général, on pourrait obtenir des résultats très satisfaisants. La complication du dispositif est évidemment indiscutable *à priori*, mais cependant il faut l'accepter si elle doit donner des résultats impossibles à obtenir autrement.

Cette question nous a occupé et nous avons pensé à utiliser notre dernier appareil pour la synthèse du mouvement. Il est en effet réversible et si à la place du verre dépoli, nous mettons une série positive et que nous l'éclairions convenablement, nous obtiendrons sur l'écran des images qu'il suffira de démasquer les unes après les autres pour obtenir la synthèse. Nous plaçons devant les objectifs douze petits volets commandés par l'électricité, la durée d'ouverture de ces volets étant réglée au préalable pour obtenir une impression suffisante sur la rétine. Ces volets sont actionnés par le distributeur avec cette particularité que par le réglage convenable de l'expéditeur on projettera les diverses images avec les mêmes intervalles qui les ont séparées lors de l'exécution du négatif. Nous allons essayer prochainement ce dispositif qui, malgré sa complication, doit donner croyons-nous, des résultats complets, parce que les images sont fixes, qu'elles peuvent être éclairées pendant un temps convenable et que l'intervalle qui les sépare est le même exactement que celui qui a été réalisé lors de l'analyse photographique. Inutile d'ajouter que ce dispositif permettra également soit le ralentissement du mouvement soit son accélération, ce qui a son utilité dans certains cas.

En terminant nous ferons remarquer que la plupart des appareils proposés pour l'analyse du mouvement peuvent être employés pour la synthèse, mais à une condition essentielle, c'est que l'on puisse faire varier le temps d'admission de la lumière dans la seconde fonction. En effet la durée de pose qui doit être aussi courte que possible pendant la période d'analyse pour saisir tous les mouvements avec la netteté la plus complète, serait insuffisante dans la période de synthèse pour donner une image suffisamment lumineuse, chaque période d'admission étant beaucoup trop courte.

Dans l'appareil de synthèse et principalement lorsqu'il s'agira de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

projections, il sera indispensable d'augmenter la durée des périodes d'admission de la lumière.

En dernier lieu, la vitesse de fonctionnement de l'appareil devra être rigoureusement la même lors de la prise de la série chronophotographique et lors de la reconstitution du mouvement.

836. De la valeur des photographies successives au point de vue artistique.

Lorsque l'on a obtenu les premières photographies instantanées, l'attention des artistes a tout de suite été attirée par la bizarrerie de certains mouvements qui existent incontestablement puisque la plaque sensible les enregistre ; certains d'entre eux, se basant sur ce que la photographie est en quelque sorte synonyme de vérité, n'ont pas craint de reproduire ces attitudes qui, à coup sûr, sont choquantes car l'œil ne saurait les percevoir. D'autres s'appuyant sur la particularité de ces épreuves ont prétendu que la photographie, en immobilisant en quelque sorte le sujet observé dans une attitude quelconque, était impuissante à fournir des documents susceptibles d'être utilisés par l'art.

Ces deux opinions extrêmes nous semblent également critiquables. L'art consiste d'une manière générale à reproduire la nature telle que nous la percevons, et c'est peut-être dépasser les limites permises que de se baser uniquement sur des documents obtenus par des procédés spéciaux d'analyse. Dire d'autre part que la photographie est incapable de reproduire le mouvement vrai, tel que l'artiste le voit, est une assertion non moins contestable.

Si l'on se contente, comme on l'a fait généralement jusqu'à présent, de prendre des épreuves isolées, il est certain que l'on peut en amasser des quantités avant de trouver des attitudes susceptibles de guider l'artiste, il est en effet à peu près impossible de saisir un objet en mouvement dans une position déterminée. Mais si l'on fait usage de la chronophotographie, les longues séries d'images successives obtenues, décomposant le mouvement d'une façon régulière, permettront à l'artiste d'obtenir des documents d'une valeur inestimable.

Il est en effet reconnu maintenant que les attitudes reproduites dans des œuvres d'art, d'ailleurs parfaitement remarquables, sont absolument conventionnelles. Il est impossible à un modèle qui pose de prendre une attitude correspondant à une période quelconque d'un mouvement, et nous ne craignons pas de dire que pour celui qui est soucieux de la vérité, il devient nécessaire actuelle-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

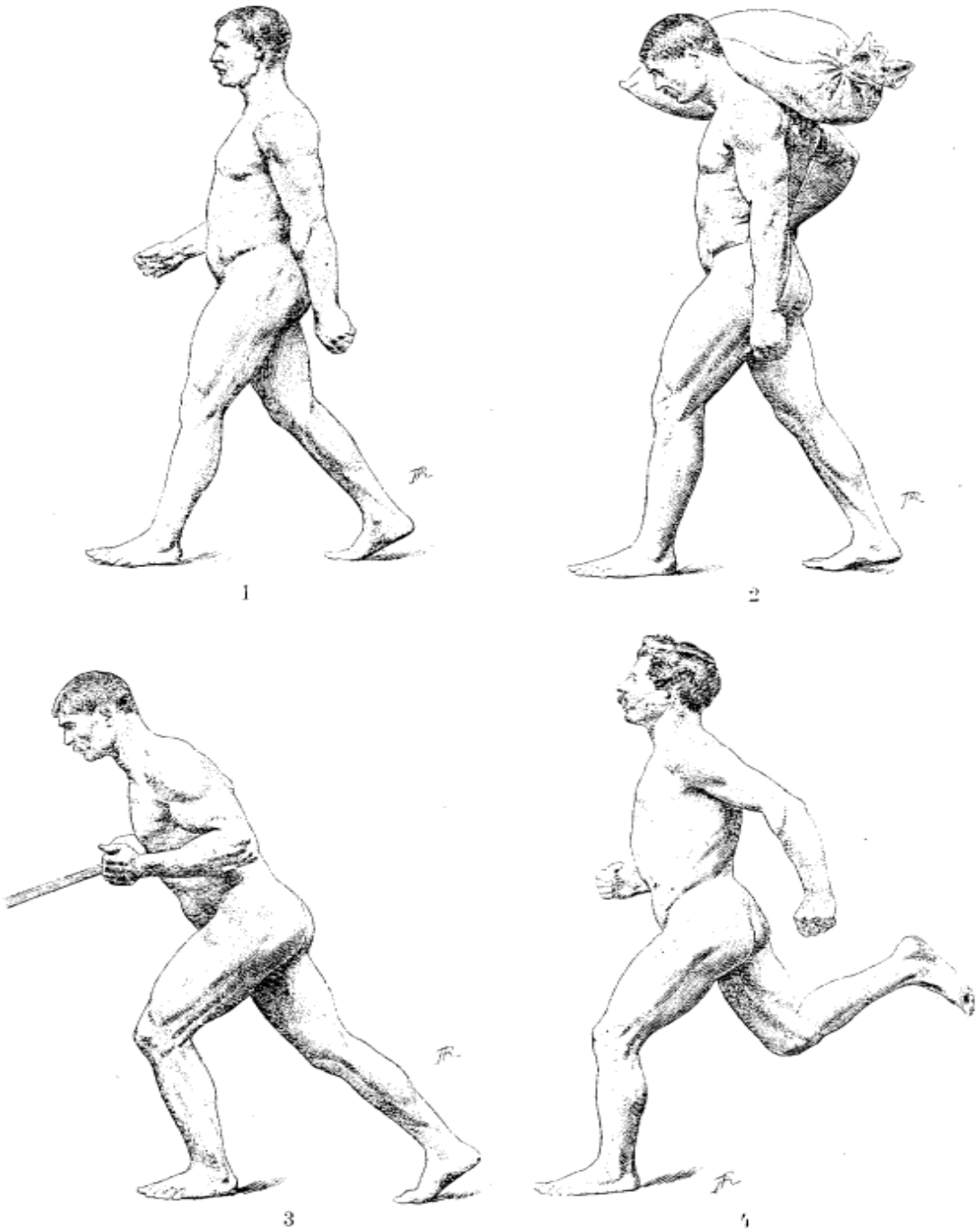


Fig. 337. — Étude des modifications de la forme dans le mouvement. — 1. Marche normale. — 2. Marche avec fardeau. — 3. Marche en poussant. — 4. Course. — Dessins de M. le Dr Paul Richer, d'après des épreuves photographiques extraites des séries chronophotographiques de l'auteur. (Planches empruntées à la *Physiologie Artistique* du Dr P. Richer. Doin, éditeur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment de demander à la chronophotographie les documents qu'il ne saurait obtenir autrement.

C'est une question qui a été étudiée, tout particulièrement, par notre collègue M. le Dr Paul Richer, qui montre dans sa *Physiologie Artistique* le parti que la science bien entendue peut rendre à l'art. Nous croyons, à ce sujet, intéressant de mettre sous les yeux du lecteur quelques épreuves concernant l'homme en mouvement. Elles ont été exécutées par M. Richer avec le talent qu'on lui connaît, d'après nos photographies dont elles sont la copie littérale. Elles nous semblent prouver d'une manière surabondante que la photographie peut enregistrer des attitudes dignes d'inspirer et de guider l'artiste (fig. 337). Il suffira de rapprocher ces épreuves représentant le mouvement vrai des œuvres donnant un mouvement conventionnel, pour se demander si la photographie tant décriée par les artistes au début, ne sera pas, si elle ne l'est déjà, leur plus précieux auxiliaire qui les ramènera dans le chemin de la vérité. Ce que M. Richer explique si clairement à propos de l'homme en mouvement est encore plus vrai lorsqu'il s'agit des animaux, lesquels sont en général reproduits dans des attitudes encore plus conventionnelles. C'est ainsi que les chevaux au galop sont toujours représentés les quatre pattes allongées : pendant le saut les deux membres antérieurs ou postérieurs sont figurés dans des positions symétriques. Or ces attitudes n'existent en aucune façon, et si l'on peut reprocher à certains artistes qui se sont basés sur quelques épreuves photographiques isolées, de reproduire des mouvements que notre œil ne saurait percevoir à cause de leur brièveté, nous pensons qu'il sont encore moins autorisés à représenter ceux qui n'ont jamais existé que dans leur imagination.

De ce côté la photographie est destinée indubitablement à rendre les plus grands services au point de vue artistique, et il ne nous paraît pas nécessaire d'insister davantage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XIX

LES LUMIÈRES ARTIFICIELLES

837. Dans les opérations courantes de la photographie, nous nous servons soit de la lumière du soleil soit de la lumière diffuse, l'astre étant caché par des couches de nuages plus ou moins épaisses. L'actinisme de la lumière sera donc éminemment variable suivant la latitude, la saison, l'heure de la journée, l'état de l'atmosphère. Nous avons du reste étudié cette question spécialement à propos de la détermination du temps de pose (208). Par suite, il faut reconnaître que les opérations photographiques s'exécutent dans des conditions fort différentes, et c'est à ce titre que nous sommes obligés d'augmenter la durée de pose au fur et à mesure que la lumière diminue. Néanmoins, on arrive fatalement à des limites qu'on ne saurait franchir : à un moment donné l'actinisme est nul et l'augmentation de la pose, si prolongée qu'elle soit, ne saurait suppléer à son absence : d'autre part le modèle animé, si complaisant qu'on le suppose, ne peut garder l'immobilité pendant le temps nécessaire : enfin, même avec la lumière la plus éclatante les durées de pose, dans les conditions pourtant les plus favorables, sont énormément allongées si la surface d'admission de la lumière est de dimensions restreintes, c'est le cas général des photographies d'intérieur. Il résulte de ceci que, d'une manière absolue, l'emploi de la photographie est limité d'une façon assez étroite, qu'elle l'est encore davantage s'il s'agit de reproduire des modèles animés, et qu'enfin la reproduction des intérieurs n'est résolue que partiellement et avec des difficultés toutes spéciales. D'autre part, et cela est évident *à priori*, la photographie est impuissante lorsque l'actinisme est nul ou que les intérieurs ne reçoivent pas la lumière du jour.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La question des lumières artificielles destinées à suppléer à la lumière du jour, en cas d'insuffisance, ou à la remplacer en cas d'absence, aura donc un intérêt capital au point de vue de la photographie en général en augmentant son champ d'action et d'investigation.

838. Dès les débuts de la photographie, lorsque les limites de travail étaient encore beaucoup plus étroites, à cause du peu de sensibilité des préparations, on a proposé d'employer l'arc voltaique, des lampes à gaz intensives, diverses compositions pyrotechniques, la lampe Drummond. On a indiqué également la combustion du soufre, du phosphore ou du sulfure de carbone dans l'oxygène ou le bioxyde d'azote qui produit une lumière parfaitement actinique. Mais ce qu'on peut reprocher à ces divers éclairages, c'est de n'être nullement pratiques en dehors du laboratoire, de nécessiter des installations spéciales et coûteuses, surtout en ce qui concerne la lumière électrique et, enfin, d'être d'un emploi dangereux ; c'est ainsi que les réactions chimiques dont nous venons de parler produisent des dégagements de vapeurs délétères.

839. Ce n'est qu'à partir de 1860, après que Bunsen et Roscoë eurent signalé la lumière éclatante produite par la combustion du magnésium en fil, que nous entrons dans la voie pratique. Il est dès lors possible d'opérer n'importe où en emportant un rouleau de fil de magnésium et, au besoin, un petit dispositif très simple destiné à en assurer la combustion régulière.

Depuis on a eu l'idée d'employer le magnésium en poudre seul ou mélangé à des substances oxydantes et de le projeter dans une flamme très chaude. On obtient un éclair d'une rapidité très grande et d'un pouvoir actinique considérable, c'est l'éclair magnésique.

Les résultats obtenus par l'emploi du magnésium en poudre, par l'une ou l'autre méthode, sont si importants que nous avons cru nécessaire de consacrer à leur étude un chapitre entier de cet ouvrage.

Nous laisserons volontairement de côté l'examen des nombreuses compositions pyrotechniques qui ont été indiquées avant l'emploi du magnésium et lui sont de beaucoup inférieures; il en sera de même des méthodes chimiques basées sur la combustion du soufre, du phosphore et du sulfure de carbone soit dans l'oxygène soit dans le bioxyde d'azote. Nous renvoyons les personnes qui s'intéresseraient à ces questions à l'ouvrage de M. H. Fourtier (1).

(1) *Les lumières artificielles en photographie*, par H. Fourtier. Paris, Gauthier-Villars et fils.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cet ouvrage est du reste le plus complet qui ait été publié sur la question.

Nous ne nous occuperons que de la lumière électrique et du magnésium soit en fil soit en poudre.

840. Lumière électrique. — Celle-ci, produite soit par des piles soit par des machines dynamos, permet d'obtenir deux modes distincts d'éclairages, la lumière par arc et la lumière par incandescence. Aujourd'hui que la lumière électrique est très répandue, elle peut retrouver un certain intérêt, tandis qu'auparavant, il fallait faire des installations spéciales et coûteuses qui n'étaient justifiées que pour certaines applications industrielles.

La photographie n'a guère à tirer parti que de la lumière par arc dont l'intensité est considérable. Néanmoins elle a l'inconvénient de donner des images dures et sèches, ceci tient à la petitesse du point lumineux ; employée directement, elle ne saurait donner que des épreuves heurtées, aussi a-t-on cherché à la diffuser au moyen de réflecteurs convenables. Dans ces conditions, elle a pu être appliquée d'une manière régulière, pour l'exécution des portraits, chez certains photographes professionnels. Les résultats sont absolument comparables à ceux obtenus à la lumière du jour, les temps de pose étant de 3 à 4 secondes pour le format carte album.

M. Liébert place le foyer électrique au centre d'une demi-sphère dont la surface interne d'un blanc absolu est tournée vers le modèle. Un écran masque le foyer au modèle qui n'est éclairé que par les rayons réfléchis, d'où une grande douceur dans les résultats.

M. Walery opère différemment. La pièce où se fait la pose est largement éclairée par des lampes à incandescence. On peut ainsi effectuer très facilement la mise au point. Au moment de la pose, on allume deux fortes lampes à arc placées derrière le modèle ; des écrans convenablement placés dirigent la lumière de façon à éclairer celui-ci par réflexion.

Dans certains pays très brumeux tels que l'Angleterre, ces dispositifs peuvent être employés avec avantage ; rien ne dit même qu'au point de vue de la sûreté des résultats, qui provient de l'égalité de l'éclairage et de son maniement dont on est maître absolu, l'atelier de l'avenir ne sera pas toujours éclairé par la lumière artificielle soit électrique soit magnésique. La suppression de l'atelier vitré, situé en général dans les parties élevées des maisons, en sera la conséquence fatale. Enfin la possibilité d'opérer

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à toute heure est un avantage loin d'être à dédaigner de l'opérateur qui est condamné à l'inaction par le mauvais temps, et du client qui choisira le moment qui lui paraîtra convenable d'après ses occupations.

Au point de vue industriel, en ce qui concerne l'exécution des planches destinées aux tirages photomécaniques l'éclairage par arc est employé d'une façon régulière car il permet d'opérer dans la mauvaise saison et avec une régularité de travail et une précision dans la détermination de la durée d'exposition qui étaient inconnues auparavant.

841. Magnésium en fil. — D'après les travaux de Pickering la lumière émise par la combustion du magnésium est celle qui se

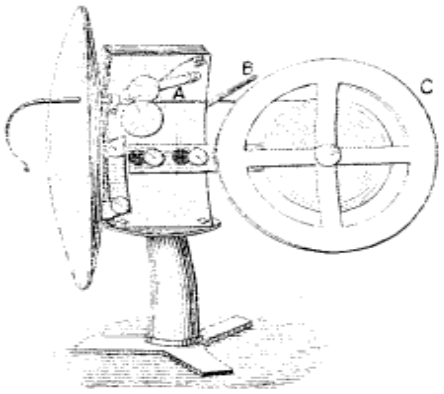


Fig. 338. — Lampe à fil de magnésium.

rapproche le plus de celle du soleil au point de vue spectral. D'après Bunsen et Roscoë un fil de $\frac{3}{10}$ de millimètre donnerait une lumière équivalente à 74 bougies : dans l'oxygène le pouvoir éclairant peut atteindre 110 bougies.

On trouve couramment dans le commerce le magnésium à l'état de fil ou de ruban. Ce dernier a 2 millimètres de large et $\frac{1}{10}$ de millimètre d'épaisseur. Il suffit de chauffer suffisamment l'extrémité du fil ou du ruban jusqu'à ce que le métal ait la température voulue pour se combiner à l'oxygène de l'air en produisant une lumière éblouissante. La combustion se continue progressivement et d'une manière régulière à moins de courants d'air ou de chocs qui produisent l'extinction. On observe en même temps la production des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fumées épaisses et blanches de magnésie : nous étudierons plus loin les moyens propres pour se débarrasser de ces fumées. Dans ce dispositif qui est le plus simple et qui consiste à allumer un morceau de fil de magnésium de longueur déterminée, le point lumineux se déplace constamment et l'on évite ainsi des ombres trop dures. Il n'en sera pas de même si, par un artifice quelconque, on maintient l'immobilité du point lumineux. Dans ce cas nous serons exactement dans le cas du foyer électrique et l'étroitesse de la source lumineuse produira des épreuves dures et heurtées. La fixité du point lumineux est obtenue au moyen d'un dispositif mécanique qui fait progresser le fil d'une façon régulière (fig. 338). Des dispositifs portant le nom de lampes au magnésium permettent de brûler suivant les modèles un ou deux fils, ceux-ci sont enroulés sur des bobines et s'engagent entre deux roues de pression actionnées par un mouvement d'horlogerie, ils viennent aboutir par deux tubes recourbés au centre d'une platine formant réflecteur. On allume et aussitôt on déclenche le mouvement. Dans la pratique il est recommandé de déplacer ces lampes pendant la pose de façon à atténuer les ombres.

L'importance de ces dispositifs est maintenant bien diminuée par suite des avantages que l'on trouve à employer le magnésium en poudre.

342. Emploi du magnésium en poudre seul. — Le principe des lampes brûlant du magnésium pur est très simple, il suffit d'insuffler le métal en poudre très fine dans une flamme suffisamment chaude pour en provoquer la combustion.

On trouve le magnésium en poudre dans le commerce ; il doit se présenter sous forme de poudre grise à teinte métallique, coulant facilement et ne présentant pas de différences de grains sensible. Cette poudre doit être fine mais non pas impalpable, car dans ce dernier état le magnésium s'altère rapidement par oxydation à l'air. La poudre doit être absolument sèche et il faut la garder à l'abri de l'humidité sinon elle s'oxyderait et prendrait un aspect blanchâtre. Souvent le magnésium est falsifié par incorporation de différentes substances et principalement de zinc, dans ce dernier cas il a un aspect légèrement verdâtre.

343. Nous ne saurions décrire les innombrables modèles de lampes qui ont été proposés depuis quelques années pour brûler le magnésium en poudre ; qu'il nous suffise de dire qu'il est nécessaire d'employer une flamme aussi chaude que possible pour assurer l'inflammation de la poudre et de ne faire la projection du magnésium dans cette flamme qu'avec une pression modérée, car une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

grande partie du produit la traverserait sans être utilisée. Les défauts les plus fréquents dans ce genre de lampes proviennent ordinairement des pertes dues à l'échauffement insuffisant du magnésium ou à son passage trop rapide à travers la flamme. Les parties qui échapperont à la combustion mais auront néanmoins été portées à une température très élevée pourront occasionner des accidents, brûlures, incendies. Aussi, d'une manière générale, on ne doit manier ces appareils qu'avec grande précaution et nous ne saurions recommander en aucune manière des dispositifs très ingénieux d'ailleurs mais qui, tenus obligatoirement à la main par l'opérateur, sont une source perpétuelle de dangers.

Fig. 339. — Lampe à magnésium pur. (Modèle de MM. Fribourg et Hesse.)

Parmi les lampes les mieux comprises nous citerons l'Hélios construite par MM. Fribourg et Hesse (fig. 339). Sur un pied solide est monté un tube métallique terminé par un entonnoir dans lequel on place la charge de magnésium. A l'extrémité inférieure de ce tube s'adapte un tuyau de caoutchouc muni d'une poire qui a pour but de donner une pression d'air suffisante pour chasser le magnésium dans la flamme : celle-ci est produite par la combustion de l'alcool ; à cet effet une couronne métallique, garnie d'amiante que l'on trempe dans ce liquide, entoure le réservoir de magnésium, on obtient ainsi une flamme circulaire qui produit sûrement la combustion du métal. A l'intérieur du tube se trouvent des grilles métalliques qui ont pour effet d'empêcher le retour de flamme lorsque l'on cesse la pression sur la poire. Ce modèle est un des meilleurs et des plus simples que nous ayons trouvés. On peut citer également les modèles de MM. Boyer (fig. 340), Bourdier, Clément

Fig. 340. — Lampe à magnésium pur. (Modèle de M. Boyer.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et Gilmer, etc., tous basés sur le même principe. Toutes ces lampes forment la catégorie des lampes à charge unique qui ne peuvent donner qu'un seul éclair, d'autres permettent d'obtenir une série d'éclairs successifs sans les recharger ou même une flamme continue.

344. Elles ne diffèrent des précédentes que par la présence

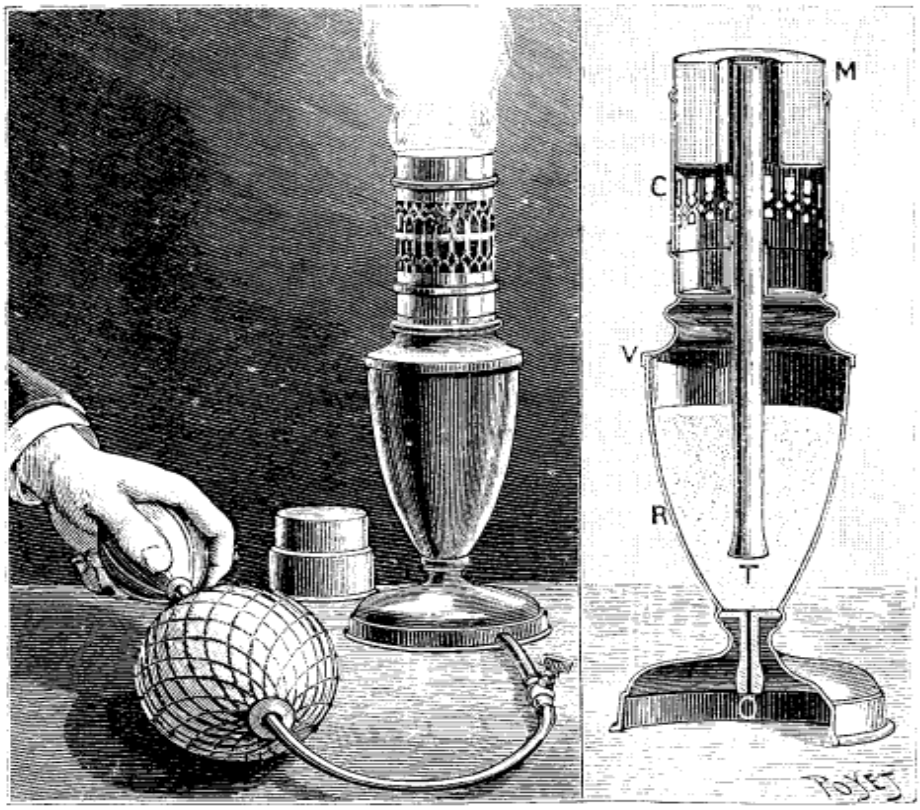


Fig. 341. — Lampe à magnésium pur pour éclairs successifs ou éclairage continu. (Modèle de M. Nadar.) — R. Réservoir de la lampe rempli de magnésium. — O. Arrivée de l'air. — T. Tube dans lequel le magnésium est entraîné. — M. Mèche imbibée d'alcool. — C. Ajustage du porte-mèche. — V. Ajustage du réservoir.

d'un réservoir contenant une certaine quantité de magnésium, ce qui permet de faire successivement plusieurs éclairs ou au contraire d'obtenir une lumière continue si l'on fait agir un courant d'air continu. Dans ce dernier cas on fait usage d'un ballon compresseur analogue à celui qui sert pour le thermo-cautère et qui permet d'avoir une arrivée d'air constante. Les lampes Nadar (fig. 341), Poulenc, Clément et Gilmer sont construites dans cet ordre d'idées.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

C'est surtout dans ces appareils qu'il sera nécessaire d'obtenir une flamme suffisamment chaude pour éviter les pertes et assurer la combustion complète du magnésium. Aussi emploie-t-on des brûleurs à grande surface avec de l'alcool ou du pétrole ou encore le bec Bunsen, la flamme du chalumeau à souder.

L'emploi des lampes à magnésium pur peut rendre de nombreux services dans le laboratoire mais au dehors ces appareils qui ont un certain volume, nécessitent une provision d'alcool ou d'autre liquide inflammable, sont moins pratiques que les photo-poudres dont nous allons parler. Il ne faut pas oublier en dernier lieu de prendre les plus grandes précautions à cause des liquides inflammables employés et des parcelles du métal incandescent qui peuvent être projetées à terre et provoquer des accidents.

845. Emploi du magnésium combiné avec des substances oxydantes. — Cette dernière méthode a pour but, par l'addition de substances convenables, de fournir instantanément au magnésium toute la quantité d'oxygène qui est nécessaire pour sa combustion complète. Les compositions ainsi obtenues portent le nom de photo-poudres et elles se comportent exactement comme des mélanges pyrotechniques. Elles ont l'avantage de s'enflammer avec la plus grande facilité et de ne pas nécessiter leur projection dans une flamme. Le matériel se trouvera donc de beaucoup simplifié. D'autre part si les proportions sont convenables, il n'y aura jamais de pertes par suite de non combustion : on utilisera donc mieux les produits employés et les dangers de brûlures et d'incendie, fréquents avec les lampes à magnésium pur, ne sauraient exister.

846. On a donné de nombreuses formules de photo-poudres. Nous allons en examiner les principales en faisant les observations nécessaires sur les avantages ou les défauts qu'elles peuvent présenter.

En 1887, MM. Gœdicke et Miethe qui ont été des premiers à s'occuper de cette question donnent la formule suivante :

Chlorate de potasse	6 parties.
Magnésium en poudre	3 —
Sulfure d'antimoine	1 —

La durée de combustion trouvée par les auteurs varie entre $\frac{1}{50}$ et $\frac{1}{30}$ de seconde.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ils indiquent également les deux préparations suivantes :

I. Chlorate de potasse	12	parties.
Magnésium en poudre	6	—
Ferrocyanure de potassium	1	—
II. Chlorate de potasse	12	—
Magnésium en poudre	6	—
Phosphore amorphe	0,5	

La présence du chlorate de potasse rend ces préparations détonnantes, il faut donc les manier avec la plus grande prudence. D'autre part, les produits de combustion sont dangereux à respirer à cause de la présence d'un cyanure (I) et des vapeurs d'acide phosphorique (II).

Les formules données par M. J.-P. Taylor sont également très dangereuses car elles constituent de véritables explosifs :

	I.	II.
Chlorate de potasse	10 parties.	4 parties.
Sulfure d'antimoine	4 —	2 —
Soufre	2 —	1 —
Magnésium en poudre	2 —	1 —

On a cherché à obtenir des compositions moins sensibles au choc et nous allons en citer différentes :

Le Dr Lord indique la formule suivante :

Permanganate de potasse	10	parties.
Bichromate de potasse	10	—
Magnésium en poudre	8	—

L'éclair obtenu est très rapide, très actinique mais les fumées contenant des chromates volatilisés sont dangereuses à respirer.

Un autre mélange ne détonnant pas sous le choc est le suivant :

Magnésium en poudre	3 parties.
Fleur de soufre	1 partie.

Ce mélange est difficilement inflammable et les vapeurs sulfureuses fort désagréables à respirer.

En dernier lieu nous donnons la formule d'Eder :

Magnésium en poudre	4	parties.
Chlorate de potasse	3	—
Perchlorate de potasse	3	—

Ce photo-poudre, par suite de la présence du perchlorate, serait moins dangereux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

847. En résumé, nous constaterons de l'examen de ces différentes formules qu'elles présentent toutes des inconvénients ou même des dangers sérieux provenant de leur composition et des produits de combustion qu'elles dégagent.

Nous devrons donc, d'une manière générale, dissuader le lecteur de faire ces préparations lui-même, l'engager à avoir les plus grands soins pour les manier et enfin à prendre les mesures nécessaires pour éviter les inconvénients provenant de la nature des produits de combustion. Il trouvera, du reste, dans le commerce, d'excellents photo-poudres, entre autres celui préparé par M. Brichaut et celui que livrent MM. Delaperrière et Dida les habiles artificiers. C'est de ce dernier dont nous nous servons exclusivement et, d'après nos expériences, c'est un des meilleurs qui existent. Nous ignorons sa composition, mais ce que nous savons c'est qu'il se conserve bien, ne paraît pas très sensible au choc, s'enflamme très facilement et donne un éclair très actinique et de courte durée. C'est ce produit que nous recommandons tout spécialement par suite des excellents résultats qu'il nous a donnés dans la pratique.

Le photo-poudre quel qu'il soit devra être toujours gardé à l'abri de l'humidité dans une boîte en bois ou en carton ou dans un flacon bouché au liège. Il faut proscrire d'une façon absolue les bouchons de verre rodés ou les boîtes métalliques, le frottement avec certains photo-poudres pouvant amener une explosion. En ce qui concerne les fumées il faut ventiler immédiatement la pièce ou employer des dispositifs spéciaux dont nous parlerons plus loin.

848. Procédés d'inflammation des photo-poudres.

Ces procédés peuvent varier à l'infini et nous allons décrire les principaux tout en prévenant au préalable qu'il ne faut jamais enflammer directement le photo-poudre. — D'autre part, il est nécessaire que l'inflammation se fasse au moment voulu par l'opérateur et sans hésitation.

M. Confyn a établi un petit levier à bascule commandé par une poire pneumatique. Ce levier reçoit un morceau de charbon de Berzelius qui a la propriété de rester incandescent assez longtemps. Il suffit de le laisser tomber au moment voulu sur le tas de photo-poudre placé au-dessous.

On peut employer également l'électricité pour faire rougir une spirale de platine traversant la charge de photo-poudre, dispositif qui est employé du reste dans les allumoirs électriques. Mais le fil de platine étant mis rapidement hors d'usage par la déflagration du mélange, il est préférable de se servir de petites spirales très

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

minces de fil de fer qui rougissent et fondent en assurant bien mieux l'allumage. Néanmoins ce dispositif est compliqué et n'est pratique que dans le laboratoire. Cependant, s'il est nécessaire de faire partir simultanément plusieurs charges, l'électricité permettra facilement de résoudre ce problème assez compliqué.

On peut se servir également d'amorces électriques (système Ebner) analogues à celles employées pour provoquer les explosions de mines. Un exploseur Bréguet permettra de les faire partir au moment voulu. Ce système est également tout indiqué pour provoquer l'allumage simultané de différentes charges.

Un procédé très simple indiqué par M. Fourtier, M. Baltin, puis M. Mairet consiste à utiliser les amorces fabriquées pour les jouets d'enfants. L'amorce est placée au milieu de la charge et un percuteur à ressort commandé à distance par une poire pneumatique permet d'opérer au moment voulu.

Un dernier système que nous avons indiqué consiste à enflammer la charge en employant un fil de coton-poudre que l'on allume à distance au moyen d'un corps en ignition ou d'une flamme quelconque.

Pour obtenir sûrement la combustion de certains photo-poudres difficiles à enflammer, on les dispose sur un petit nid de coton-poudre. L'élévation considérable de température produite assure le succès de l'opération.

349. Nous arrivons enfin à un dernier procédé dont l'idée première a été donnée par notre excellent collègue M. Bourdais et que nous avons perfectionné nous-même. En dehors du mode d'inflammation, il est d'autres considérations qu'on ne saurait négliger dans la pratique, c'est ainsi que la position de la charge est capitale pour donner des effets satisfaisants. C'est à ce point de vue particulier que les procédés dont nous allons parler ont des avantages pratiques indéniables qui nous ont fait leur donner la préférence.

M. Bourdais enfermait la charge de photo-poudre dans un petit cornet de papier suspendu à la hauteur voulue par un fil qui, traversant la charge, servait également pour l'allumage. Un fil de coton ordinaire et un morceau de papier quelconque suffisaient.

L'idée était excellente mais, dans la pratique, la durée de combustion du fil était trop lente et le cornet faisant écran enlevait une grande partie de la lumière. Nous avons alors eu l'idée d'employer d'une part un fil de coton-poudre et de l'autre une enveloppe en papier très inflammable se volatilisant au moment de la combustion et n'occasionnant par suite aucune perte de lumière.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

349 *bis*. **Procédé A. Londe**. — Le papier que nous avons proposé est le papier nitrifié dit papier Bengale qui a la propriété de brûler très rapidement sans laisser de résidu solide appréciable. Il a de plus l'avantage de produire une élévation très grande de température, ce qui favorise l'inflammation du photo-poudre.

Nous prenons un petit rectangle de papier Bengale, nous plaçons

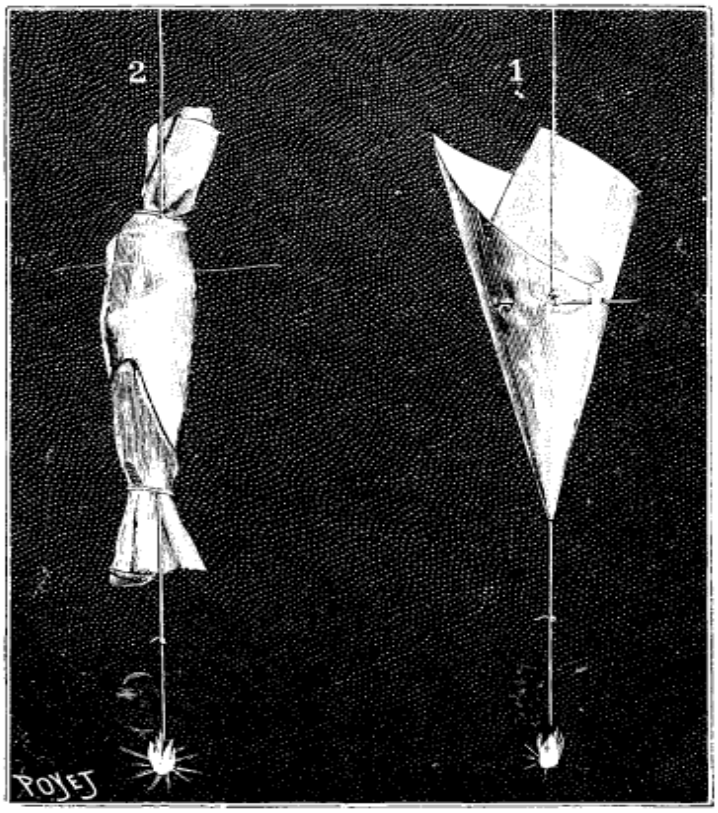


Fig. 342. — Cartouche photogénique.
1. Modèle de M. Bourdais. — 2. Modèle de l'auteur.

dedans la quantité voulue de photo-poudre et fermons le tout en repliant le papier de façon que la charge soit au milieu. En serrant les deux extrémités avec un fil de coton-poudre nous obtenons une sorte de cartouche pouvant se transporter facilement et qu'il est aisé de suspendre à la hauteur voulue de façon à avoir l'éclairage convenable (fig. 342).

Pour enflammer cette cartouche il suffira d'approcher de son extrémité inférieure une flamme quelconque ou un corps en ignition. Il faut bien entendu faire cette opération avec précaution, la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chaleur développée étant très considérable et la lumière éblouissante. Nous nous servons à cet effet d'un rat de cave monté au bout d'une baguette et nous laissons en dessous de la cartouche une petite longueur de fil formant mèche.

Aussitôt l'inflammation faite, on ouvre l'objectif au moyen d'un obturateur pneumatique et la lumière jaillit. Quelques expériences fixeront tout de suite l'opérateur sur la quantité de fil qu'il doit laisser pendre, l'intervalle qui sépare l'inflammation de la mèche de celle de la cartouche dépendant de la longueur de ce fil. D'une manière générale, ce dispositif est très rapide et il permet d'opérer en quelque sorte au moment voulu.

Si, pour une raison ou une autre, on veut retarder l'inflammation de la cartouche un temps quelconque, il suffit de remplacer le fil de fulmi-coton par un fil de coton ordinaire qui brûle beaucoup plus lentement. La longueur de ce fil sera calculée d'après sa durée de combustion par seconde et d'après l'intervalle de temps que l'on désire entre l'inflammation et la production de l'éclair. Ce dispositif que nous appellons lent, permet à l'opérateur de se photographier lui-même ou d'aller prendre place à l'endroit voulu du sujet qu'il veut reproduire.

La pratique nous a montré l'excellence de ce système dans lequel nous n'employons que des matières très inflammables brûlant rapidement et sans résidus.

350. Observation importante. — Jamais les photo-poudres ne doivent être employés dans les lampes à réservoir de magnésium. Le feu se communiquerait infailliblement et provoquerait une explosion.

Par contre on peut se servir des photo-poudres dans les lampes à charge unique, à condition, après chaque expérience, de démonter le tube de caoutchouc de la poire pneumatique et de s'assurer qu'aucune parcelle du mélange ne s'y est glissée. Si l'on ne prenait cette précaution, le tube précédant le réservoir de sortie et l'appareil pneumatique pourraient, après quelques éclairs, renfermer une certaine quantité de photo-poudre susceptible de faire explosion. La lampe Hélios nous sert couramment avec les photo-poudres et, grâce à ces précautions, nous n'avons jamais eu d'accidents. L'avantage du photo-poudre sur le magnésium dans une lampe à charge unique est que sa combustion est toujours assurée d'une manière complète à cause de sa grande inflammabilité. Il n'y a donc jamais de pertes par non combustion comme avec le magnésium pur, ni de projections de particules incandescentes. Enfin avec la même quantité de photo-poudre on est toujours assuré d'avoir la même quan-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tité de lumière, tandis qu'avec le magnésium pur pour les causes que nous avons signalées il n'en est pas toujours ainsi.

851. Quantité de photo-poudre à employer.

Cette quantité doit varier d'après la surface à éclairer, le format de la plaque, le foyer de l'objectif employé, son ouverture et enfin le pouvoir photogénique des objets à reproduire. En général pour les portraits, groupes, intérieurs de moyenne dimension 1 à 5 gr. sont suffisants ; dans les intérieurs de plus grandes dimensions on peut aller jusqu'à 10 gr. et même davantage. Il est à remarquer cependant que par suite de la production abondante de magnésie qui est le résultat de la combustion, la quantité de lumière n'est pas proportionnelle à la quantité de matière employée. D'après les expériences que nous avons faites à l'Hippodrome de Paris, la charge de 10 gr. est un maximum qu'on ne devrait jamais dépasser et, en cas d'insuffisance, il sera plus avantageux, au point de vue du rendement, de faire partir plusieurs cartouches qu'une seule, la quantité de photo-poudre étant la même dans les deux cas et chacune des cartouches ne contenant que 4 à 5 gr. Ces résultats pratiques ont été pleinement confirmés par M. Fourtier qui a du reste bien voulu analyser toutes nos expériences dans son Traité sur les lumières artificielles.

852. Vitesse de combustion du magnésium en poudre et des photo-poudres.

Pour la reproduction des sujets inanimés, la durée de combustion du mélange éclairant n'a aucune importance : il n'en est plus de même s'il s'agit de photographier des êtres animés. En effet, la lumière soudaine de l'éclair magnésique provoque d'une façon générale des mouvements instinctifs qui consistent principalement dans l'occlusion des yeux et la contraction du visage : chez certaines personnes nerveuses on constate même quelquefois des accidents plus sérieux qui peuvent se traduire par des crises de nerfs ou des phénomènes de catalepsie.

Laissant de côté ces effets particuliers dont nous allons reparler il n'en est pas moins certain qu'à l'apparition de l'éclair le modèle bougera plus ou moins ; par suite, si l'éclair a quelque durée, l'épreuve sera floue : il en sera différemment si la durée de combustion est telle que la plaque soit impressionnée avant que le modèle ait eu le temps de réagir.

A ce point de vue particulier la supériorité des photo-poudres sur le magnésium pur nous paraît indiscutable. Nous avons du reste fait à ce sujet à la Salpêtrière une série d'expériences qui ne

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

peuvent être passées sous silence. On sait que les hystériques tombent en catalepsie d'une façon soudaine sous l'influence de vibrations sonores ou lumineuses inattendues. Un coup de fusil, le tonnerre, les éclairs, une pièce d'artifice suffisent pour faire passer ces malades de l'état de veille à celui de catalepsie. La lumière de l'éclair magnésique est éminemment propre pour produire ce phénomène. Si donc on veut photographier, à la lumière artificielle, une hystérique dans l'état de veille, il sera indispensable que la durée de l'éclair soit assez courte pour que la photographie ait pu être prise avant que le modèle n'ait pu réagir.

Voici le détail de nos expériences :

I. L'éclair est produit avec la lampe Hélios brûlant du magnésium pur. Le modèle est saisi pendant le passage de l'état de veille à celui de catalepsie. Les bras, le haut du corps et la figure sont complètement flous (la malade en question rejetait brusquement le corps en arrière et élevait ses bras en avant dans l'attitude de la peur).

II. Une cartouche en papier bengale contenant du photo-poudre est enflammée par le dispositif rapide. L'épreuve est absolument nette et la malade est photographiée dans son état normal, avant d'avoir eu le temps de réagir.

Le résultat de ces deux expériences, capital au point de vue des applications à la médecine, ne l'est pas moins lorsqu'il s'agit des portraits à la lumière artificielle. Il faut donc, d'une manière générale, donner la préférence aux photo-poudres à cause de la rapidité de combustion : on constatera du reste dans la pratique que les meilleurs résultats seront obtenus avec des modèles non prévenus ; toute personne qui a perçu l'éclair magnésique, dont l'intensité lumineuse est impossible à supporter, se méfie et sa figure traduira incontestablement une certaine appréhension. La durée de combustion des photo-poudres varie d'après leur composition et d'après la quantité de matière employée. Cette durée varie de $\frac{1}{5}$ de seconde jusqu'à $\frac{1}{40}$ environ. Elle augmente avec la quantité.

On voit donc que, d'une manière générale, sous le rapport de la somme de lumière produite et de la rapidité de combustion, il y a intérêt à opérer sur de petites quantités et par suite à multiplier le nombre des charges au lieu d'en employer une seule.

853. En ce qui concerne le pouvoir éclairant, il varie suivant que l'on emploie du magnésium pur ou mélangé à diverses substances. Il faudra bien entendu tenir compte non de la quantité de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

substance employée mais bien du poids exact de magnésium entrant dans chaque formule. C'est ainsi que la quantité de lumière obtenue dans une lampe avec 1 gramme de magnésium en poudre est supérieure à celle produite avec le même poids de magnésium combiné à d'autres substances dans un photo-poudre. Cette infériorité des photo-poudres au point de vue du rendement s'explique par suite des réactions secondaires qui ont lieu au moment de la combustion. Elle n'a du reste qu'une importance accessoire en pratique, la perte occasionnée par le fonctionnement imparfait des lampes amenant généralement la non combustion d'une certaine partie de la charge, tandis qu'avec un photo-poudre bien composé il n'y en a jamais. Il est du reste très facile d'augmenter légèrement la charge.

En résumé, malgré une légère infériorité théorique des photo-poudres au point de vue du rendement, leur plus grande rapidité de combustion, leur inflammation certaine et enfin la commodité de leur mode d'emploi constituent, à notre avis, des avantages indiscutables.

854. Emploi de l'aluminium.

On a cherché à préparer des photo-poudres avec d'autres métaux que le magnésium et proposé à cet effet le zinc et principalement l'aluminium.

Voici diverses formules données par M. Villon :

	I	II	III
Aluminium en poudre	26,7	22,8	25,0
Chlorate de potasse	66,7	56,7	62,5
Nitrate de potasse	»	11,5	»
Sulfure d'antimoine	»	9,0	»
Sucre	6,6	»	5,0
Ferrocyanure de potassium	»	»	7,5

D'après les essais que nous avons faits, la vitesse de combustion du photo-poudre à l'aluminium est bien inférieure à celle obtenue avec les photo-poudres au magnésium ; l'allumage se fait mal, l'élévation de température n'étant pas suffisante pour enflammer le métal, de nombreux grains incandescents s'échappent de tous côtés et le résultat est beaucoup moins bon qu'avec des bons photo-poudres au magnésium. Nous ne croyons donc pas actuellement que ces préparations aient lieu d'être employées.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

853. Inconvénients des produits de la combustion.

Toutes les lumières artificielles, basées sur la combustion du magnésium soit en ruban soit en poudre, soit mélangé à diverses substances oxydantes, sont accompagnées de la production de fumées provenant de la combinaison du magnésium avec l'oxygène. Elles sont constituées par de la magnésie à l'état très divisé soit seule soit accompagnée dans les photo-poudres de divers autres produits. Ces fumées, dont quelques-unes sont dangereuses à respirer, ont en outre l'inconvénient d'envahir la pièce dans laquelle on opère et d'empêcher du moins pendant un certain temps toute autre opération. Il faudra donc procéder de suite à une ventilation énergique en ouvrant toutes les ouvertures et en établissant un fort courant d'air. Dans les locaux qu'on ne peut aérer, il faudra éviter d'une manière absolue l'emploi des photo-poudres susceptibles de produire des vapeurs délétères : on devra donner la préférence au magnésium en poudre ou au photo-poudre Delaperrière et Dida. Les fumées produites sont évidemment quelque peu désagréables à respirer mais sans inconvénients aucuns.

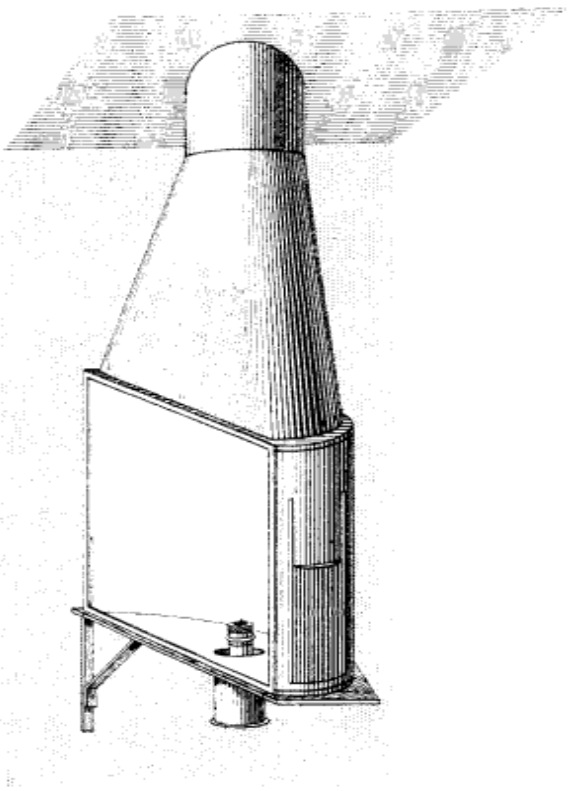


Fig. 343. — Dispositif de l'auteur installé à poste fixe pour l'élimination des produits de combustion.

Il faudra éviter d'autre part de brûler des quantités trop fortes. Dans le laboratoire il est facile de s'organiser d'une façon spéciale pour empêcher ces fumées de se répandre partout : le travail pourra alors se faire d'une manière continue.

Le procédé général consistera à enfermer la lampe ou à faire partir le photo-poudre dans une boîte de grandes dimensions garnie à la partie antérieure d'une glace, la partie postérieure faisant réflecteur. L'arrivée de l'air et la sortie des produits de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

combustion devront pouvoir se faire par des tuyaux de large diamètre.

Nous avons installé à la Salpêtrière un dispositif de ce genre et les résultats obtenus en employant soit la lampe Nadar soit la cartouche de photo-poudre ont été des plus satisfaisants (fig. 343).

Une boîte en fer blanc en forme de demi-cylindre est fixée au moyen d'une tablette à la hauteur convenable. La partie antérieure mesurant 70×70 est garnie d'une glace. Au centre, dans la partie inférieure, est une ouverture de 10 centimètres permettant d'introduire une lampe Nadar et servant à l'arrivée de l'air. La partie supérieure vient en cône s'engager dans un large tuyau de 10 centimètres de diamètre qui sort extérieurement et permet le dégagement de tous les produits de combustion.

Pour une installation portative, on se sert d'une boîte analogue surmontée d'un sac en étoffe de dimensions suffisantes pour contenir la totalité des gaz dégagés, on va ensuite le vider à l'extérieur. Le principal inconvénient de ce système est qu'il faut nettoyer la glace à chaque expérience mais actuellement c'est le seul pratique au point de vue de la facilité du transport. Les appareils décrits par Sardnal, Bourchani et Mairet, Brichaut sont basés sur ce principe.

836. Observation très importante. — Les brûlures occasionnées par le magnésium en combustion sont graves et l'on ne saurait prendre trop de précautions pour les éviter. Il ne faut jamais mettre le feu directement aux mélanges éclairants et on doit préférer les systèmes qui permettent de produire l'inflammation à distance.

PRATIQUE DES LUMIÈRES ARTIFICIELLES

837. Nous ne nous occuperons que de l'emploi du magnésium en poudre et des photo-poudres.

Ce qu'il faut éviter avant tout, c'est la dureté des images qui est inévitable toutes les fois que les dimensions du foyer lumineux sont trop réduites. D'une manière générale, les photo-poudres donneront des images plus modelées. Il y aura toujours intérêt à opérer dans des pièces aux parois claires et de moyennes dimensions ; grâce à la lumière réfléchie de tous côtés, on obtiendra des résultats bien supérieurs.

Le foyer lumineux devra toujours être placé en arrière de l'appareil et légèrement à droite ou à gauche, de façon à ne pas avoir un éclairage trop uniforme. Il faut éviter d'une façon absolue que la lumière directe de l'éclair puisse pénétrer dans l'objectif, ce qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

occasionnerait des voiles. Il est bon également d'envelopper la chambre noire par mesure de précaution.

La mise au point s'effectuera en plaçant des bougies allumées aux parties extrêmes du sujet que l'on veut reproduire ainsi qu'aux divers plans que l'on désire obtenir avec le maximum de netteté.

Comme objectifs on emploiera des aplanétiques avec des ouvertures variant de $\frac{f}{8}$ à $\frac{f}{15}$, suivant la profondeur du foyer que l'on veut avoir. Les épreuves seront d'autant plus douces et modelées que le diaphragme employé sera plus grand.

858. Portraits et groupes. — La difficulté principale consistera

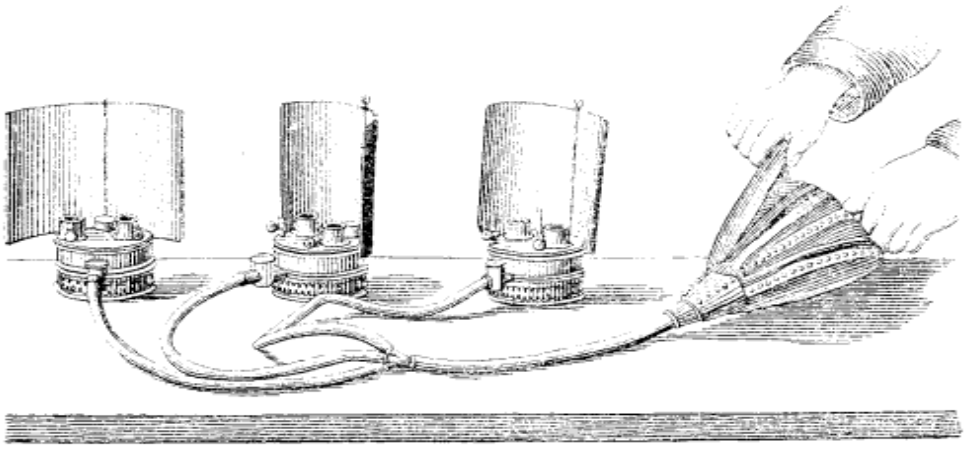


Fig. 344. — Dispositif pour commander simultanément le départ de plusieurs lampes au magnésium.

à éviter les images trop plates et trop dures, par suite de l'emploi d'une source de lumière unique. On adoptera donc les dispositifs donnant une large flamme et, au moyen d'un réflecteur convenablement placé, on éclairera le côté de l'ombre. Nous avons obtenu, avec la cartouche photogénique (849 *bis*) d'excellents résultats, et nous sommes persuadé que ce dispositif sera suffisant dans la pratique.

Pour éviter la dureté produite par l'emploi du magnésium en poudre, divers auteurs ont proposé de faire fonctionner simultanément plusieurs lampes ou d'allumer plusieurs foyers. Les dispositifs à employer sont plus compliqués; cependant, dans un atelier, rien ne sera plus facile que de s'organiser à cet effet. M. Boyer, qui s'est fait une spécialité de la reproduction des scènes de théâtre, se sert de plusieurs lampes qui sont actionnées simultanément par un soufflet de fortes dimensions (fig. 344). M. Klary, dans le but parti-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

culier de faire des portraits de grandes dimensions, emploie un dispositif qui est un exemple frappant de la subdivision de la charge. Des séries de flammes de gaz sont disposées sur plusieurs rangées superposées. Au-dessus de chacune des flammes se trouve une petite coupelle basculante renfermant la quantité voulue de photo-poudre. Toutes ces coupelles sont commandées simultanément par un même déclenchement, de telle façon que toutes les charges sont projetées simultanément dans les flammes. Avec 36 becs de gaz répartis par 6 sur 6 rangées, on obtient une surface d'éclairage qui a 3 mètres carrés. M. Klary, au moyen de ce dispositif, a obtenu des épreuves en 40×50 du plus bel effet.

Il faudra, dans l'exécution des portraits ou des groupes, bien se méfier des ombres portées qui seront d'un effet désastreux. Le modèle devra être placé assez loin du fond et la source de lumière disposée assez haut pour ne pas produire d'ombres trop allongées.

859. Il n'est pas indispensable d'opérer dans une obscurité absolue et l'on peut très bien réussir dans une pièce quelconque ou même dans l'atelier, tous rideaux fermés. La mise au point se fera ainsi plus facilement et, d'autre part, la faible quantité de lumière naturelle ne pourra qu'adoucir les effets de l'éclair magnésique.

On peut d'ailleurs, par la combinaison de l'éclairage naturel et de l'éclairage artificiel, obtenir des effets très curieux et très artistiques. M. le capitaine Puyo, un de nos amateurs les plus habiles qui s'est particulièrement occupé de cette question, donne le mode opératoire suivant qui indiquera la marche générale à suivre. On désire obtenir un effet d'éclairage du soir, par exemple une jeune femme lisant à la clarté d'une lampe. La scène est disposée dans l'atelier avec un éclairage doux qui ne vienne que par le bas, en évitant tous reflets. Le bec d'une lampe à pétrole est remplacé par une lampe à magnésium pur qui est dissimulée par un grand abat-jour non combustible et fermé à la partie supérieure pour qu'aucun rayon ne puisse s'échapper de ce côté. On pose quelques instants à la lumière du jour et l'on produit l'éclair magnésique.

Le lecteur saura sûrement tirer parti de ces indications pour produire des compositions variées et artistiques par suite des contrastes de lumière et d'ombre que ce procédé permet d'obtenir.

Dans ces études, la lumière artificielle peut présenter certains avantages, donner quelques effets originaux, mais elle n'a pas l'importance qui résulte des applications que nous allons décrire.

860. Reproduction d'objets non éclairés par la lumière naturelle.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

C'est ici que l'utilité des lumières artificielles est indiscutable, la reproduction des intérieurs sombres, des grottes, des cavernes étant impossible sans leur secours. La lumière électrique peut être employée comme l'a fait Nadar, un des premiers, pour les catacombes de Paris, mais l'usage du magnésium est infiniment supérieur au point de vue pratique.

La mise au point s'effectuera comme nous l'avons dit précédemment et on aura soin d'enlever les bougies ou lanternes qui auront servi pour cette opération. Étant donné que l'on est dans l'obscurité, l'objectif pourra rester découvert sans inconvénients et l'on emploiera tel dispositif que l'on voudra ; le procédé lent d'inflammation permettra à l'opérateur d'aller se placer à telle place qu'il le désirera dans la vue à reproduire. La quantité de mélange éclairant sera proportionnée aux dimensions de l'endroit à reproduire et à la nature photogénique des parois. S'il n'y a pas de personnages, on pourra avec avantage faire plusieurs éclairs successifs et à très court intervalle, de façon à ne pas être gêné par la fumée.

M. J. Valiot, l'explorateur bien connu, a exécuté de la sorte d'excellents clichés dans les causses du Tarn. En opérant sur un 13×18 et avec un objectif aplanétique diaphragmé au $\frac{1}{12}$, il a obtenu d'excellents résultats avec 2 ou 4 grammes de magnésium, suivant les cas.

Nous même, dans les caves de MM. Moët et Chandon à Épernay, avons obtenu les résultats suivants :

Cinq grammes de photo-poudre Delaperrière et Dida ont suffit pour impressionner une plaque 21×27. Objectif Dallmeyer (rapide rectilinéaire) foyer $0^{m}.36$, diaphragme $\frac{f}{12}$. La galerie reproduite avait 40 mètres de profondeur. Un groupe fait dans le même endroit (les personnages ayant 15 cent. de hauteur et le diaphragme étant $\frac{f}{12}$ a demandé 4 grammes.

Nous signalons ces expériences pour donner des indications qui pourront guider le lecteur.

361. Reproduction d'intérieurs éclairés d'une manière insuffisante.

C'est le cas général de tous les intérieurs pendant le jour et de toutes les pièces de nos habitations ou des salles de spectacle le soir. Nous devons étudier ces deux hypothèses séparément.

362. Intérieurs éclairés par la lumière naturelle.

Ceux-ci peuvent généralement être reproduits par la photogra-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

phie avec une augmentation de la pose suffisante. Au lieu de compter par secondes, il faut compter par minutes, par heures et même par jours (un ancien conservateur du musée de Saint-Germain a dû poser pendant trois jours consécutifs pour reproduire des objets situés dans une cave). Cette augmentation de la durée de pose, combinée avec celle nécessitée par l'emploi des objectifs grands angulaires est une gêne sérieuse à cause de la durée des opérations. De ce côté, l'emploi d'une lampe continue ou d'un éclair magnésique constitue un progrès indiscutable et il nous paraît inutile d'insister.

863. Mais ce que nous voulons faire remarquer, c'est que l'emploi de la lumière artificielle permet d'éviter le halo qui dépare les photographies d'intérieur, lorsque des ouvertures donnant sur l'extérieur sont comprises dans le champ de l'objectif. Nous avons signalé ce fait à la Société Française de photographie le même jour que notre excellent collègue, M. Paul Nadar qui, de son côté, avait fait la même observation.

Lorsque l'intérieur comporte des ouvertures susceptibles de donner le halo, on doit faire une double exposition, c'est-à-dire poser le temps convenable pour avoir l'image des ouvertures sans halo puis produire l'éclair magnésique qui donnera tous les détails de l'intérieur.

En pratique, comme la première exposition doit être très courte, il faudra ouvrir l'objectif, faire partir l'éclair et refermer. Nous employons deux procédés pour arriver à ce résultat.

1er **procédé.** — Nous nous servons d'une lampe à charge unique contenant la quantité de photo-poudre nécessaire (lampe Hélios), puis d'un obturateur dans lequel on obtient la pose par deux coups de poire (type Londe et Dessoudeix). Toutes choses étant prêtes d'ailleurs nous tenons les poires de l'obturateur et de la lampe dans chacune de nos mains.

Nous opérons alors les trois mouvements suivants :

1°	Pression sur la poire	de l'obturateur.	Ouverture de l'objectif.
2°	—	de la lampe....	Production de l'éclair magnésique.
3°	—	de l'obturateur.	Fermeture de l'objectif.

Entre le premier et le second mouvement, nous laissons s'écouler le temps nécessaire pour obtenir l'image convenable des ouvertures éclairées, temps qui dépend de l'intensité de la lumière extérieure, de la coloration du vitrage ou des rideaux. Entre le second et le troisième, nous allons aussi vite que possible.

2e **procédé.** — Si l'on veut employer la cartouche photogénique, nous avons proposé un procédé particulier qui indique à quel moment

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

précis il faut ouvrir l'objectif : il consiste à mettre en dessous de la charge principale de photo-poudre, une toute petite charge séparée par une longueur de fil calculée d'après la durée de pose que l'on reconnait nécessaire pour obtenir les ouvertures ; le fil employé doit être le fil de fulmi-coton. Il suffira d'ouvrir l'objectif au moyen de la poire pneumatique, lorsque le premier éclair avertisseur aura lieu et de le refermer après le départ de l'éclair principal.

Ce mode opératoire nous a donné d'excellents résultats à l'asile Sainte-Anne où l'administration nous avait demandé de faire des clichés d'intérieurs avec personnages. Nous avons même publié (1) des épreuves comparatives montrant la suppression de tout halo.

Voici le détail de ces expériences.

Atelier de cordonniers, Asile Sainte-Anne (8 mètres de profondeur, double châssis vitré sur la toiture).

1re EXPÉRIENCE.

FORMAT.	OBJECTIF.	FOYER.	DIAPHRAGME.	POSE.
18 × 24	Berthiot.	0,32	$\frac{f}{15}$	40 secondes.

La pose est suffisante mais sans excès. Halo considérable. Les formes des châssis vitrés ont disparu, le halo déborde et mange les parois latérales de l'ouverture.

2e EXPÉRIENCE.

Les conditions d'exécution étant rigoureusement les mêmes, il a été effectué une exposition préalable de $\frac{1}{4}$ de seconde environ et un éclair obtenu par la combustion de 2gr,5 de photo-poudre Delaperrière et Dida.

Le halo n'existe pas et l'image est aussi détaillée et modelée que la première.

L'emploi de la lumière artificielle est donc d'un secours inappréciable pour la reproduction des intérieurs et la suppression du halo. Elle permet aussi, en suivant le même mode opératoire, de

(1) *Photo-Journal*, Juin 1891.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

reproduire à la fois l'intérieur d'une pièce quelconque et le paysage que l'on aperçoit par les ouvertures. Nous avons déjà obtenu plusieurs clichés de ce genre et les résultats assurément présentent de l'originalité. La seule difficulté est de poser assez peu pour le paysage. Il suffira, pour résoudre le problème, d'opérer aux heures de la journée auxquelles l'actinisme de la lumière est plus faible.

864. Intérieurs éclairés par la lumière artificielle.

Nous avons étudié jusqu'à présent la reproduction des intérieurs non éclairés ou insuffisamment éclairés, il nous reste à voir ce que la photographie peut donner le soir dans les endroits éclairés d'une manière quelconque. Une grande partie de notre existence qui échappait autrefois à la photographie pourra désormais lui appartenir. Bien des personnes ne sont libres que le soir et ne peuvent par suite se livrer à l'étude de notre art. La photographie nocturne, si on peut la dénommer ainsi, ouvrira donc un nouveau domaine à exploiter qui comprendra les scènes de famille, les fêtes privées ou publiques, les théâtres, etc. Ce qui caractérisera ces études c'est qu'elles auront pour but de conserver le souvenir non pas seulement d'un cadre mais des personnages qui l'animent. Elles permettront de composer des scènes de genre dans le milieu habituel qui nous est familier ou nous donneront des documents précis qu'on ne saurait obtenir autrement.

La première condition de succès sera la rapidité d'exécution et, il faut bien le dire, les diverses sources lumineuses employées habituellement dans nos habitations ne sauraient donner de résultats satisfaisants : la lumière électrique même nécessite une durée d'exposition bien supérieure à celle que donnent les bons photo-poudres. La reproduction des intérieurs animés n'est donc devenue possible que depuis l'emploi du magnésium en poudre et encore faut-il que les modèles soient non pas immobiles mais tranquilles. On peut opérer sans les prévenir, mais la durée de combustion n'est pas encore suffisante pour les saisir pendant le mouvement. En un mot avec l'éclair magnésique nous pouvons faire du petit instantané et non pas du grand instantané. Du côté de la rapidité de combustion il y a encore de nouveaux progrès à faire : quoi qu'il en soit, les résultats acquis sont déjà suffisants pour ouvrir de nouveaux horizons aux travailleurs.

Les éclairages habituels dont nous venons de parler ne seront pas utiles pour l'obtention de l'image : par contre si l'on a souci de la vérité on ne devra pas les supprimer. Représenter une scène le soir sans que l'on perçoive les lumières qui éclairent l'ensemble est une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

anomalie. Par contre ces lumières qui feront leur image directe sur la plaque s'entoureront vite d'une auréole due au halo, c'est-à-dire qu'elles se comporteront exactement comme les ouvertures éclairées par la lumière extérieure dans les intérieurs. Il faudra donc employer le même mode opératoire, poser quelques instants pour avoir l'image des diverses lumières qui sont dans le champ de l'appareil et faire partir de suite l'éclair magnésique.

865. Photographie au théâtre. — Avant l'emploi du magnésium, la photographie au théâtre ne pouvait être appliquée que pour la reproduction des décors, car malgré l'éclat de la lumière, les résultats étaient loin d'être satisfaisants à cause de la durée d'exposition qui était nécessaire. Or le problème ne sera résolu complètement que lorsque l'on pourra opérer au cours d'une représentation et saisir les acteurs au moment le plus convenable sans les prévenir, ni les faire poser. Un de nos confrères dont nous n'avons pas à juger la conduite, a écrit qu'il était arrivé à faire des épreuves instantanées au théâtre du Châtelet. Cette affirmation est absolument erronée ainsi que nous l'avons constaté nous-même en exécutant le même cliché en même temps que lui. Depuis nous avons fait tant à l'Opéra qu'à l'Hippodrome de Paris plus de 200 clichés qui nous ont confirmé dans la conviction qu'à l'heure actuelle avec les moyens que nous possédons, la photographie instantanée au théâtre n'est pas possible. Nous estimons en effet qu'il faudrait pouvoir poser au plus $\frac{1}{10}$ de seconde pour les scènes de repos et descendre au $\frac{1}{50}$ ou au $\frac{1}{100}$ de seconde pour les scènes de mouvement et les ballets. Dans tous les essais que nous avons faits nous n'avons jamais obtenu de résultats en dessous de $\frac{1}{4}$ de seconde environ. On pourra peut-être nous dire que nous n'avions pas, à l'époque de ces essais, les objectifs anastigmatiques dont on dit tant de bien à cause de leur rapidité : cette critique est sans aucune valeur, car nous avons opéré avec un objectif de Voigtlander de 10 de foyer, travaillant à $\frac{F}{3}$ et nous nous contentions d'images de 8×8; la rapidité de l'objectif que nous avons employé dépassait donc de beaucoup celle des anastigmats.

L'insuffisance de l'éclairage des théâtres étant reconnue on a pensé à utiliser l'éclair magnésique. MM. Nadar et Boyer ont obtenu des reproductions très remarquables des pièces en vogue, en employant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

simultanément plusieurs lampes à jet continu et en posant quelques instants (ceci est du reste très facile avec les acteurs qui, en général, sont d'excellents modèles). Ces résultats sont fort intéressants, mais ils ne donnent que les situations principales de la pièce bien réglées et composées et ne permettent nullement de saisir l'acteur au moment pathétique, dans tout le feu de son action. De ce côté il y a encore des progrès à faire.

Dans nos expériences personnelles au théâtre nous avons pu, dans une salle de dimensions moyennes, obtenir un excellent cliché avec 10 grammes de photo-poudre : grâce à la surface considérable de la flamme, les ombres portées étaient très adoucies et peu visibles.

Mais outre la durée de combustion encore trop lente des photo-poudres pour saisir toutes les scènes d'une pièce de théâtre, ce qui en rend l'emploi impossible, sauf pendant les répétitions, c'est la fumée qui, avec les charges nécessaires, forme un véritable nuage et devient un obstacle absolu.

CONDUITE GÉNÉRALE DU DÉVELOPPEMENT DANS LE CAS DES NÉGATIFS OBTENUS A LA LUMIÈRE ARTIFICIELLE

366. Deux choses sont à craindre, l'insuffisance de l'impression, d'une part, et des contrastes trop prononcés, de l'autre. Nous nous trouvons dans une hypothèse tout à fait semblable à celle de grands instantanés. Nous appliquerons donc les mêmes règles c'est-à-dire qu'il faudra faire usage de bains énergiques et pousser d'abord aux détails puis à l'intensité.

Avec l'acide pyrogallique nous emploierons un bain composé de sulfite de soude et de carbonate de soude (solutions concentrées) sans addition d'eau, ni de bromure. Au bout de 2 à 3 minutes de séjour, nous ajouterons une bonne quantité d'acide pyrogallique. Le négatif obtenu de cette manière est beaucoup plus doux et modelé que si on avait commencé par le réducteur puis l'alcali.

Le bain mixte au métol et à l'hydroquinone (356) employé neuf, nous a donné également d'excellents résultats.

Certains auteurs ont préconisé dans ce cas particulier, comme dans celui des instantanés du reste, des révélateurs agissant avec une extrême lenteur, nous ne croyons aucunement que ce mode opératoire puisse donner des résultats préférables.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XX

PHOTOGRAPHIE DES COULEURS

367. C'est par l'étude de la question de la photographie des couleurs que nous terminerons cet ouvrage. Les documents que nous obtenons par la merveilleuse découverte de Daguerre et de Niepce sont monochromes, que sera-ce lorsqu'à l'exactitude du rendu, à la finesse des détails nous pourrons ajouter le charme des couleurs. Ce jour-là évidemment nous assisterons à une révolution d'ordre scientifique dont on ne peut calculer la portée.

Des résultats très importants ont été obtenus mais ils n'ont pu sortir encore du laboratoire pour entrer dans le domaine de la pratique. A notre avis le problème n'est pas encore résolu mais il est bien près de l'être.

Sans entrer dans des considérations de pure théorie sur la couleur, que pouvons-nous désirer, un procédé qui nous permette pratiquement de reproduire les objets avec leurs couleurs naturelles, sans perdre autant que possible aucune des qualités essentielles de la photographie dont les principales sont la rapidité d'exécution et la multiplication du document.

Le problème ainsi posé est fort complexe et c'est pour cette raison qu'aucun des procédés publiés jusqu'à présent ne le résoud complètement.

368. Les premières expériences remontent loin ; Seebeck (1810), Herschel (1840) font des recherches sur les colorations que prend le chlorure d'argent sous l'influence des rayons colorés. Plus tard Becquerel qui s'est particulièrement occupé de l'étude du spectre au point de vue des actions photochimiques arrive à obtenir une reproduction complète du spectre par le procédé suivant :

Une plaque d'argent ou de plaqué convenablement chauffée pour être débarrassée de toutes matières étrangères est plongée dans une solution contenant 1 parties d'acide chlorhydrique et 8 par-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ties d'eau et mise en communication avec le pôle positif d'une pile. Un fil de platine ou de cuivre est promené devant la plaque et constitue l'autre électrode. On obtient, par l'électrolyse de l'acide chlorhydrique, du chlore qui se combine avec l'argent en formant du sous-chlorure. On apprécie l'épaisseur du dépôt par la teinte obtenue ou mieux encore en intercalant un voltamètre dans le circuit. Du volume d'hydrogène dégagé on déduit le volume du chlore déposé sur la plaque : il faut déposer ainsi $6^{cc}5$ à 7^{cc} par décimètre carré de surface.

La plaque est séchée à la lampe, essuyée légèrement avec du coton pour enlever le léger voile blanchâtre qui la recouvre puis polie avec un polissoir de velours. Sa teinte est alors marron ou bois foncé. A cet état les couleurs du spectre projetées sur la plaque donnent des colorations analogues, sauf dans le rouge extrême et l'infra-rouge qui deviennent violet très foncé.

Si on recuit la lame vers 100° elle devient rose et ses propriétés sont modifiées. Les teintes colorées viennent en clair sauf le jaune et le vert qui sont moins bien rendus, par contre les blancs sont traduits par des blancs. Pour obtenir des plaques donnant à la fois les blancs, les verts et les jaunes il faut recuire à basse température (30° ou 35°) et ceci pendant un temps qui peut dépasser plusieurs jours et même plusieurs semaines. On obtient encore de bons résultats en soumettant la plaque à l'action des rayons rouges extrêmes, sous un verre rubis et un verre bleu cobalt superposés.

Ces plaques ainsi préparées, exposées au spectre solaire ou devant un sujet quelconque à la chambre, donnent avec une exposition assez longue du reste (2 ou 3 heures au soleil pour les sujets d'après nature) des colorations analogues à celles de l'original.

Dans l'obscurité ces images se gardent indéfiniment ainsi qu'en témoignent les plaques conservées précieusement au Conservatoire National des Arts et Métiers. Malheureusement jusqu'à présent tous les essais faits pour les fixer ont totalement échoué.

869. Niepce de Saint-Victor reprit les expériences de Becquerel et reconnut que la production de telle ou telle couleur était surtout liée au degré de chloruration de la plaque, le jaune correspondant au minimum du chlore, le rouge et l'orangé au maximum. On peut se servir avec avantage d'un bain chlorurant contenant une certaine quantité de sulfate de cuivre.

L'argent ne doit pas contenir plus de 10 p. 100 de cuivre.

Niepce fit de nombreux essais pour fixer l'image et il était arrivé, paraît-il, à lui donner une stabilité plus grande en la recouvrant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'un vernis composé d'une solution saturée de chlorure de plomb mélangé avec de la dextrine.

870. Poitevin fit aussi des recherches analogues à celles de Becquerel mais sur papier. Celui-ci recouvert de chlorure d'argent était exposé à la lumière jusqu'à ce qu'il ait pris une teinte violet foncé (sous-chlorure d'argent violet). On le recouvre alors au pinceau des solutions suivantes bien mélangées :

A. Eau	100 cc.
Bichromate de potasse	5 gr.
B. Solution saturée de sulfate de cuivre	100 cc.
C. Eau	100 cc.
Chlorure de potassium	5 gr.

On fait sécher et l'on conserve à l'abri de la lumière. Ce papier se garde quelques jours seulement. Il paraît plus sensible lorsqu'il est humide que dans l'état de siccité complet.

On expose sous un écran coloré et après une insolation suffisante on constate la présence des couleurs identiques à celles de l'original. Les épreuves sont alors lavées avec de l'eau contenant un peu d'acide chromique puis passées successivement dans une solution de bichlorure de mercure et une autre de nitrate de plomb. On termine par un bon lavage. Ces épreuves se conservent médiocrement et il est préférable de les garder à l'abri de la lumière.

871. M. de Saint-Florent a poursuivi ces études et donné des formules qu'il est intéressant de connaître :

Un papier de grain très fin est plongé dans la solution suivante :

\	Azotate d'argent	20 gr.
\	Eau distillée	20 cc.
/	Alcool	100 cc.
	Acide azotique	10 cc.

Après séchage on passe dans le bain suivant :

Acide chlorhydrique	50 cc.
Alcool	50 cc.
Nitrate d'urane	1 gr.

On ajoute à l'acide chlorhydrique 1 à 2 grammes de blanc de zinc (oxyde de zinc).

Le papier est alors exposé au soleil jusqu'à ce qu'il ait pris une teinte violet-bleu ; on fait sécher, on recommence l'immersion dans les deux bains puis on l'expose à la lumière jusqu'à ce que l'on ait obtenu une teinte violet-bleu suffisamment intense. Par ce procédé un peu long d'ailleurs mais nécessaire, M. de Saint-Flo-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rent obtient des épreuves très vigoureuses. A ce point et avant que le papier ne soit sec, on passe dans le bain suivant :

Eau	100 cc.
Nitrate acide de mercure	4 à 5 gouttes.

On expose sous un écran coloré pendant un temps relativement court 20 à 40 secondes à la lumière du soleil, et on obtient une épreuve fond blanc avec toutes les couleurs du modèle.

Les couleurs sont plus vives et l'exposition encore plus courte si on ajoute au bain précédent :

Solution saturée de bichromate de potasse ou d'ammoniaque	2 parties.
Acide sulfurique	2 —
Chlorate de potasse	1 partie.

On termine par un bon lavage et pour fixer on passe dans

Alcool	100 cc.
Ammoniaque	5 cc.

On lave de nouveau, puis on passe dans un bain saturé d'un chlorure alcalin et après un nouveau lavage on conserve à la lumière diffuse. La stabilité de l'épreuve est encore peu assurée.

Un enduit protecteur de gélatine ou de l'albumine paraît favoriser la conservation. M. Vallot qui a fait dans cet ordre d'idées des essais intéressants a proposé dans le même but un vernis contenant du sulfate de quinine.

M. de Saint-Florent a publié d'autres expériences qu'il convient de signaler. On prend un papier au chlorure d'argent incorporé dans un véhicule tel que le collodion, l'albumine, la gélatine ; les papiers à la celloïdine ont donné d'excellents résultats. Le papier est exposé à la lumière diffuse jusqu'à ce qu'il présente des traces de métallisation. On l'applique alors tout simplement dans un châssis positif derrière un verre colorié. Après plusieurs heures d'exposition en plein soleil, on obtient une image positive qui présente sur fond sombre à peu près toutes les couleurs du modèle.

Le même auteur indique aussi l'expérience suivante. Une feuille de papier au gélatinochlorure (préparée avec excès d'argent) est exposée pendant plusieurs heures derrière un verre colorié ; on obtient une image négative présentant quelques traces de couleurs. Mais cette image se renverse et devient positive si, au sortir du châssis, on l'expose à la lumière solaire. Les couleurs peu apparentes deviennent plus vives, d'autres qui étaient en quelque sorte à l'état latent se montrent après un temps plus ou moins long. Les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

verts et surtout les jaunes viennent difficilement. Les épreuves qui ne sont pas fixées ont une certaine stabilité. Avec les papiers au collodiochlorure, la rapidité est plus grande et les verts et les jaunes viennent mieux, si avant d'exposer au soleil on applique sur l'épreuve un vernis très léger à la térébenthine. M. de Saint-Florent a également fait des essais en se servant de plaques métalliques bien polies recouvertes d'une couche très mince de gélatine bichromatée. Ce mode opératoire est tout à fait conforme à celui qui est indiqué par M. Lippmann et il a du reste, entre les mains de ce savant, donné des résultats absolument concluants.

872. Méthode de M. Lippmann.

Notre illustre collègue est arrivé à la suite de déductions théoriques à une solution toute différente du problème, solution qui est basée sur le principe des interférences. Laissant de côté l'explication théorique que l'on trouvera en détails dans l'ouvrage de M. Berget (1), nous croyons devoir insister sur le mode opératoire afin de permettre au lecteur de répéter ces belles expériences.

Il est nécessaire d'employer une couche sensible à la lumière continue, sans grain et d'une transparence absolue. Cette couche doit être appliquée directement sur une surface réfléchissante qui permettra de faire interférer l'onde directe et l'onde réfléchie.

Il est absolument impossible d'employer les couches du commerce dans lesquelles on recherche la rapidité et qui, par suite, ont un grain beaucoup trop prononcé. On utilisera les procédés de l'albumine ou du collodion sec, qui donnent des couches très fines et sans grain.

873. MM. Lumière fils qui ont appliqué avec grand succès la méthode de M. Lippmann sont arrivés à préparer des couches de gélatine bromurée possédant les qualités requises et présentant l'avantage de permettre une notable réduction de la pose.

Voici le mode opératoire ; on prépare les solutions suivantes :

A. Eau distillée	400 cc.
Gélatine	20 gr.
B. Eau distillée	25 cc.
Bromure de potassium	2gr,3
C. Eau distillée	25 cc.
Nitrate d'argent	3 gr.

On ajoute la moitié de la solution A à la solution C, puis l'autre moitié à la solution B. On effectue ensuite le mélange des deux

(1) A. Berget, *Photographie des couleurs par la méthode interférentielle de M. Lippmann*. Paris, Gauthier-Villars et fils.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

solutions obtenues en ayant soin de verser la solution contenant le nitrate d'argent dans celle contenant le bromure de potassium. On ajoute alors, suivant la dominante colorée du modèle, divers sensibilisateurs tels que la cyanine, l'érythrosine, le violet de méthyle, etc. Après, on filtre l'émulsion et on coule sur plaques. La température ne doit pas excéder 40° et, pour obtenir une couche suffisamment mince, on sert dans la tournette (161). On laisse la couche faire prise, on passe dans l'alcool rapidement puis on lave pour éliminer les sels solubles. Cette opération se fait en peu de temps à cause de la faible épaisseur de la couche.

Les plaques ainsi préparées sont mises à sécher. Au moment de l'emploi on les passe pendant deux minutes dans le bain suivant :

Eau distillée.....	200 cc.
Nitrate d'argent...	1 gr.
Acide acétique.....	1 gr.

Cette opération augmente, paraît-il, la sensibilité de la couche et rend les couleurs plus brillantes, par contre, les plaques se conservent moins bien. Après un nouveau séchage on expose au châssis à mercure, comme nous allons l'expliquer.

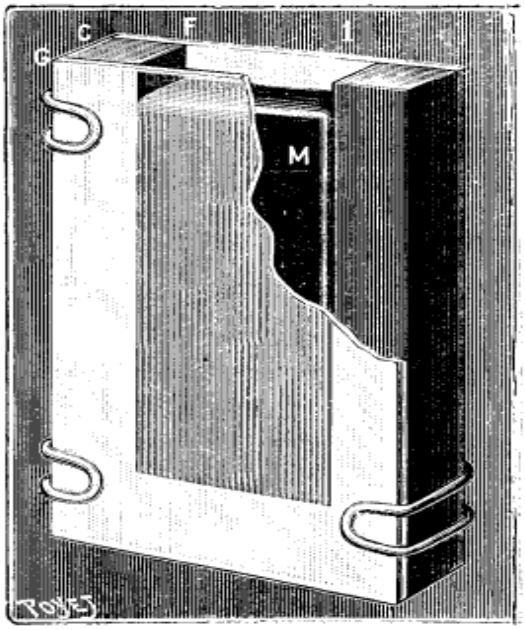


Fig. 345. — Dispositif employé par M. Lippmann pour la photographie des couleurs. — C. Cuve en ébonite. — G. Plaque sensible. — F. Paroi de verre. — M. Mercure.

874. Pour obtenir une surface réfléchissante on emploie un dispositif tout spécial : on prend une petite cuve en ébonite dont les parois antérieure et postérieure seront formées par deux plaques de verres, l'une d'elles étant la plaque sensible placée la couche en dedans. Des pinces de pression maintiennent l'ensemble et le vide intérieur est rempli de mercure (fig. 345). Celui-ci étant en contact immédiat avec la couche sensible, forme miroir et remplira les conditions indiquées par la théorie, il faut en effet que la surface réfléchissante soit en contact optique avec la couche sensible. Ce dispositif très simple peut être perfectionné et actuellement divers fabricants construisent spécialement des cuves

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour l'application de cette méthode (1). L'épaisseur de la couche de mercure n'a pas besoin d'être considérable, quelques millimètres seulement. Cette cuve sera placée dans un châssis convenable s'adaptant sur la chambre noire. Il sera seulement nécessaire de faire faire un nouveau cadre pour le verre dépoli afin d'être assuré de la coïncidence du plan focal et de la couche sensible. On peut encore effectuer la mise au point, sur un verre dépoli placé sur la cuve même placée dans son châssis. On rentre ensuite dans le laboratoire, on place la plaque sensible et on remplit de mercure.

875. M. Lippmann s'est occupé tout d'abord de photographier l'image spectrale à l'aide du dispositif suivant. Les rayons du soleil, dirigés par un héliostat, ou d'un foyer électrique sont concentrés sur une fente étroite. Ils sont repris par une seconde lentille qui produit un faisceau parallèle. Celui-ci traverse un spectroscope à vision directe qui le décompose et produit le spectre. On reçoit ce dernier sur l'objectif d'une chambre noire ordinaire dans laquelle est la cuve à mercure placée au foyer.

Le temps de pose est fort long et il dépend de la nature des couleurs à reproduire. Par suite, pour obtenir un spectre complet il est nécessaire, par l'interposition d'écrans colorés, d'éteindre les couleurs les plus actiniques pour laisser agir les moins actiniques.

M. Lippmann place d'abord devant l'objectif une cuve à faces parallèles renfermant une solution d'hélianthine rouge, qui absorbe les radiations vertes, bleues et violettes, seules les rouges et les jaunes agissent : lorsque l'exposition est à peu près suffisante pour ces radiations peu actiniques, une cuve contenant du bichromate de potasse est substituée à la précédente, seules les radiations bleues sont arrêtées et l'impression se fait du vert au rouge. Pour le bleu et le violet une exposition de quelques instants sans aucun écran est suffisante.

En principe tous les développements peuvent être employés mais la pratique à montré l'avantage de certains d'entre eux suivant la nature de la préparation.

Si la couche est composée d'albumine on se servira du révélateur à l'acide gallique (1 p. 1000) (163). Il agit lentement et il peut être utile d'activer l'opération au moyen de quelques gouttes d'acéto-nitrate d'argent. On peut employer également le développement alcalin (167).

Avec le collodion humide on se servira du développement au sulfate de fer (156) ou à l'acide pyrogallique (158).

(1) Nous citerons en particulier les châssis de MM. Contamine-Richard et de M. Mackenstein.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MM. Lumière se servent de préférence, avec les plaques préparées par leur méthode, du révélateur suivant.

Solution	I.	Eau	100 cc.
		Acide pyrogallique	1 gr.
—	II.	Eau	100 cc.
		Bromure de potassium	10 gr.
—	III.	Ammoniaque caustique	D = 0,960 à 18°

On prend pour l'usage :

Solution	I	10 cc.
—	II	15 cc.
—	III	5 cc.
Eau		70 cc.

Le titre de l'ammoniaque paraît avoir une importance non négligeable, les variations assez faibles dans les proportions ci-dessus, modifiant facilement l'éclat des colorations obtenues.

Le fixage s'effectue soit à l'hyposulfite de soude soit au cyanure de potassium. Le renforçage est même possible à condition d'éviter l'empâtement de l'image : il est bon d'indiquer que cette opération modifie quelquefois les couleurs ou même peut les faire disparaître complètement.

Aucune couleur n'est visible tant que la plaque est humide et on les voit apparaître peu à peu au fur et à mesure du séchage. Lorsque celui-ci est complet toutes les couleurs sont visibles par réflexion, la plaque étant placée sur un fond noir : elles sont extrêmement brillantes et complètement inaltérables. Cette inaltérabilité est due à la modification purement physique que la lumière a imprimée à la couche. En effet, par suite du principe des interférences, la lumière a produit dans la couche une série de lames minces d'argent réduit qui sont précisément à la distance voulue (une demi-longueur d'onde de couleur correspondante) pour réfléchir la couleur correspondante lorsqu'elles seront éclairées convenablement.

Le nombre de ces lames minces qui constituent une véritable stratification est considérable. Dans une couche supposée épaisse de $\frac{1}{10}$ de millimètre, on trouvera :

Dans le rouge	330	lames minces.
— jaune	400	—
— violet	500	—

L'écartement de ces diverses lames minces n'est plus respecté lorsque la couche sensible se gonfle sous l'action des liquides révélateurs ou autres, et le phénomène ne se produit plus, l'écartement entre les diverses lames devenant supérieur à la demi-longueur d'onde

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de la couleur correspondante. Pendant le séchage, ces divers plans se rapprochant pour reprendre leur place naturelle, les couleurs apparaissent mais subissent des changements jusqu'au moment où la couche est absolument sèche ; ce phénomène est surtout sensible pour les régions où le nombre des lamelles minces est le plus considérable, ainsi avant d'arriver à l'écartement minimum qui correspond aux rayons violets, la couche sera colorée d'abord en rouge puis en jaune, en vert, en bleu.

Nous devons remarquer entre parenthèses cette extrême précision de la couche photographique qui revient toujours à son état premier, on peut en effet la mouiller et la faire sécher à plusieurs reprises, finalement les divers plans reprendront exactement leur place.

Dans le but de diminuer les durées d'exposition fort longues dans cette méthode et obtenir simultanément les diverses colorations, il sera tout indiqué d'orthochromatiser les plaques. C'est ainsi qu'ont opéré MM. Lumière fils, qui sont arrivés à obtenir de magnifiques épreuves d'après nature avec une exposition de deux minutes seulement.

Plus récemment M. Lippmann a obtenu le même phénomène sur des plaques ne renfermant pas de sels d'argent et constituées par des couches de gélatine ou l'albumine bichromatées exposées dans les mêmes conditions. Il suffit de passer les plaques à l'eau pour éliminer le bichromate et les couleurs apparaissent, mais elles disparaissent au fur et à mesure que la plaque sèche, elles ne sont visibles que sur la plaque mouillée. Par contre, on les voit sous toutes les incidences, et par transparence on aperçoit nettement les couleurs complémentaires.

876. Quelle conclusion devons-nous tirer de la belle découverte de M. Lippmann. La genèse de ce procédé est certainement une des plus magnifiques applications de la physique mathématique, elle est une éclatante démonstration de la théorie des interférences ; mais au point de vue pratique, dans l'état actuel, elle ne nous paraît pas devoir rendre de services au praticien. Sans parler de la question de l'outillage, de la préparation fort délicate des plaques convenables, de la durée d'exposition qui ne sont d'ailleurs que des obstacles secondaires, les principaux défauts des résultats obtenus tiennent à ce que l'image est positive et ne peut être vue que sous une incidence donnée. Elle est de plus renversée.

Nous sommes en ce qui concerne la photographie des couleurs à une période tout à fait semblable à celle du daguerréotype, qui donnait des images inversées, positives et visibles seulement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sous une incidence déterminée. Et fait particulier à signaler la couche était obtenue également sur une surface miroitante : on a du reste signalé quelques exemples de coloration obtenue sur des daguerréotypes. Si la découverte de Daguerre et de Niepce, qu'il ne faut pas oublier en la circonstance, a eu une portée considérable, on doit reconnaître sans parti pris qu'elle ne fut qu'une solution incomplète de la photographie laquelle n'a pris son développement qu'après la découverte du négatif. Ceci n'enlève d'ailleurs rien à la gloire de Daguerre. Il en est de même en ce qui concerne la découverte de M. Lippmann, qui entrera dans la voie pratique, le jour où un négatif présentant les couleurs complémentaires de l'original permettra la multiplication de l'image colorée, celle-ci étant de plus visible sous toutes les incidences. Le procédé général qui consiste à faire autant d'épreuves à la chambre que l'on désire d'exemplaires d'un sujet quelconque n'est réellement pas admissible et nous ne croyons pas que jamais l'avenir soit de ce côté. La gloire de M. Lippmann ne saurait souffrir de cette constatation et de même que Daguerre, Niepce, Talbot, Poitevin, il est déjà inscrit parmi les inventeurs de la photographie.

377. Procédés indirects de photographie des couleurs. Pour être complet, il nous reste à parler de divers procédés qui ont pour but d'obtenir des images colorées d'après les méthodes ordinaires de tirages en couleurs, mais en utilisant la photographie pour faire la sélection des couleurs indépendamment de toute interprétation.

378. MM. Cros et Ducos de Hauron ont publié simultanément, en 1868, deux méthodes absolument semblables pour obtenir indirectement la reproduction des couleurs. Ces auteurs admettent que toutes les couleurs peuvent se ramener à trois fondamentales, le rouge, le jaune et le bleu qui, par leurs mélanges et leurs combinaisons, produisent l'infime variété de tons qui existent dans la nature. Le principe étant admis, il suffira de prendre d'après le modèle trois négatifs, l'un contenant toutes les radiations rouges, isolées ou mélangées, le second les radiations jaunes et le troisième les radiations bleues. Théoriquement on arrivera à ce résultat par l'interposition d'écrans de couleurs complémentaires ou par un éclairage monochromatique convenable. Ainsi l'écran vert ou la lumière verte arrêtant le rouge, on aura le négatif du rouge; l'écran violet ou la lumière violette arrêteront le jaune et l'écran orangé ou la lumière orangée, le bleu. On aura donc trois négatifs semblables au point de vue du dessin mais dissemblables en ce qui concerne les différentes parties diversement colorées.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En tirant de ces négatifs trois positifs au charbon, l'un rouge d'après le négatif du rouge, le second jaune, d'après le négatif du jaune et le dernier bleu, d'après le négatif du bleu, on obtiendra par la superposition rigoureuse de ces trois pellicules la reconstitution théorique exacte des diverses colorations fondamentales et de leurs mélanges. On pourra effectuer cette synthèse au moyen de tirages sur pierre lithographique (1) ou par la photocollographie.

879. Projections en couleurs. — M. Cros indiquait également le moyen de reconstituer l'image en projection avec toutes ses

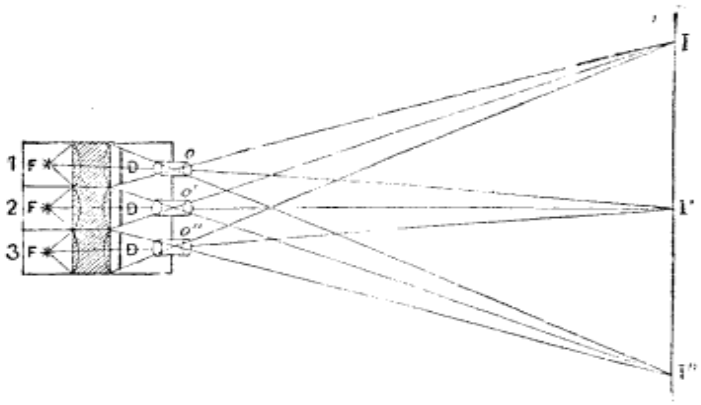


Fig. 346. — Dispositif employé pour la synthèse des couleurs par projection. — FFF. Foyers lumineux. — DDD. Positifs tirés d'après les 3 négatifs correspondant au rouge, au jaune et au bleu. — *oo'o''*. Objectifs. — II'I''. Image superposée reproduisant les diverses colorations des trois monochromes.

couleurs. Le principe en est du reste simple, il suffit de projeter sur l'écran, de manière à ce qu'elles se superposent, trois positives sur verre tirées d'après les trois négatifs exécutés comme précédemment. Si alors on éclaire chaque image au moyen d'un verre coloré convenablement interposé sur le trajet du faisceau lumineux correspondant, on aura sur l'écran une véritable synthèse des couleurs (fig. 346).

(1) M. Vidal a indiqué un procédé de ce genre connu sous le nom de photochromie et qui a donné des résultats très remarquables en ce qui concerne principalement la reproduction des objets présentant des reflets, porcelaines, objets en métaux précieux, émaux, gemmes, armures, etc. M. Vidal ne se sert de la photographie que pour obtenir sur pierre lithographique des calques rigoureusement superposables sur lesquels les réserves pour chaque couleur sont faites à la main. Le tirage est fait par les procédés ordinaires de la chromolithographie, mais ce qui en constitue l'originalité, c'est la superposition sur l'épreuve coloriée d'une légère épreuve transparente au charbon qui vient donner un modelé et une douceur qu'on ne saurait obtenir directement. M. Vidal a employé également la superposition de positifs sur charbon comme l'avait indiqué Ducos de Hauron, mais le repérage est beaucoup plus délicat.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Yves en Amérique, M. Vidal en France ont appliqué cette méthode qui donne des résultats très intéressants à condition que la sélection des divers écrans soit bien faite.

Tout récemment, MM. Lumière fils, reprenant les procédés de Cros et de Ducos de Hauron, ont obtenu des projections colorées remarquables. La superposition rigoureuse des trois monochromes est réalisée par tirages successifs sur une même lame de verre préparée convenablement, d'après le procédé d'imbibition déjà décrit (463); les auteurs se servent dans cette application particulière de colle forte bichromatée et ils procèdent à trois préparations successives suivies de trois insolations sous les négatifs correspondants. Après chaque opération on passe dans un bain de teinture de couleur appropriée d'après le caractère de chacun des négatifs.

Les épreuves obtenues par la méthode de M. Lippmann peuvent également être projetées. Il suffit de les éclairer vivement et de placer, sur le trajet du faisceau réfléchi par leur surface, un objectif suffisamment lumineux pour obtenir sur l'écran l'image agrandie. La seule difficulté que l'on rencontre dans cette expérience provient de la nécessité de trouver l'angle d'incidence le plus favorable. Aussi peut-il être commode de monter l'image à projeter sur un cadre pivotant; de cette manière le réglage se fera beaucoup plus commodément.

Alors que les épreuves Lippmann examinées directement ont un aspect métallique très prononcé, l'image agrandie sur l'écran a, au contraire, une douceur et une finesse très remarquables. Elle peut être vue facilement par une nombreuse assemblée.

Ainsi que le lecteur a pu s'en convaincre, de grands progrès viennent d'être réalisés dans la photographie des couleurs. Peut-être ne sommes-nous pas loin du moment où elle va entrer décidément dans la voie pratique, ouvrant ainsi de nouveaux horizons aux adeptes d'un art et d'une science qui n'a pas encore dit le dernier mot. Est-ce dans la méthode directe ou les méthodes indirectes que se trouvera la solution, l'avenir le décidera?

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE DES FIGURES

Fig.

1. Schéma de la chambre noire.
2. Chambre de reproduction à 3 corps.
3. Planchette d'objectif.
4. Planchette d'objectif à double décentrement.
5. Logement de planchette à ressort.
6. Outil pour ouvrir les planchettes d'objectifs.
7. Adaptateur pour le montage des objectifs.
8. Loupe pour la mise au point.
9. Cadre du verre dépoli Chambre d'atelier.
10. Graduation du verre dépoli.
11. Bascule.
12. Châssis à rideau (chambre d'atelier).
13. Intermédiaires.
14. Schéma de la chambre à portrait.
15. Chariot multiplicateur.
16. Pied-table pour chambre de reproduction.
17. Pied d'atelier pour chambre à portrait.
18. Chambre carrée à verre dépoli pivotant.
19. Détail du cône tournant.
20. Chambre à soufflet tournant.
21. Double bascule de M. Mackenstein.
22. Détail de la base d'une chambre portative.
23. Comparaison du tirage de la chambre suivant le sens adopté.
24. Chambre noire portative fermée.
25. Chambre noire avec arcs-boutants latéraux.
26. Chambre noire à déplacement du corps d'avant et du corps d'arrière.
27. Châssis double à rideau portatif.

Fig.

28. Châssis simple à volet portatif.
29. Châssis double à volet portatif.
30. Fixation de la plaque dans le châssis.
31. Châssis double à ouverture inférieure.
32. Châssis anglais s'ouvrant par le milieu.
33. Indicateur de pose.
34. Pied de campagne à 3 branches.
35. Pied anglais.
36. Pied canne.
37. Dispositif pour maintenir le pied sur un sol uni.
38. Le même replié.
39. Tête de pied à calotte sphérique.
40. Pied de M. Berteil.
41. Pied de M. Gilles.
42. Graduation de la base de la chambre.
43. Objectif à monture hélicoïdale.
44. Schéma d'un appareil à vision simultanée à prisme.
45. Schéma d'un appareil à vision simultanée à deux objectifs.
46. Viseur à cadre de M. Davanne.
47. Viseur à double effet de M. Dessoudeix.
48. Graduation du viseur.
49. Viseur à double effet de M. Balbreck.
50. Viseur lenticulaire.
51. Verre dépoli pivotant du viseur.
52. Chambre (genre anglais) ouverte.
53. Chambre (genre anglais) fermée.
54. Chambre (genre anglais) permettant les déplacements des corps d'avant et d'arrière.
55. Chambre noire à corps d'arrière épais.
56. Le Kodak.
57. Châssis à rouleaux du Kodak.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fig.
58. Photo-jumelle de M. Carpentier.
59. Simili-jumelle de M. Zion.
60. Jumelle de M. Mackenstein à magasin amovible.
61. Express détective de M. Nadar.
62. Chambre à miroir de M. Tourtin.
63. Chambre à prisme Londe et Dessoudeix.
64. Mode d'emploi d'une chambre à vision simultanée.
65. Épreuve prise à courte distance avec une chambre à vision simultanée.
66. Chambre à vision simultanée à 2 objectifs.
67. Arrière d'une chambre à vision simultanée.
68. Kinégraphe de M. Français fermé.
69. — — ouvert.
70. Magasin Enjalbert.
71. Magasin Hanau-Richard.
72. Mécanisme du magasin Fol.
73. Magasin Buisson.
74. Appareil « le Cinquante plaques ».
75. Détail du « Cinquante plaques ».
76. Détail de l'appareil Perron.
77. Châssis à rouleaux.
78. Numéroteur automatique pour châssis à rouleaux.
79. Dispositif pour le chargement en plein jour des châssis à rouleaux.
80. Châssis à rouleaux simplifié Blair.
81. En-cas photographique de M. Vidal.
82. Emploi d'une chambre ordinaire à la main.
83. Appareil à joues pliantes.
84. Appareil à joues pliantes et foyer réglable.
85. Principaux genres de voiles obtenus avec des châssis défectueux.
86. Dispositif pour éviter l'emploi du voile noir.
87. Niveau d'eau sphérique.
88. Tourniquet photographique.
89. Objectif avec diaphragmes vannes.
90. — avec diaphragmes tournants.
91. Objectif avec diaphragme iris (intérieur).
92. Objectif avec diaphragme iris (extérieur).
93. Focimètre.
94. Appareil de M. d'Assche pour la photographie sans objectif.

Fig.
95. Divers emplacements de l'obturateur.
96. Propulseur pneumatique de M. Monti.
97. Obturateur Guerry à simple volet.
98. — — à double volet.
99. — à pompe de M. Laverne.
100. Guillotine.
101. Obturateur latéral fonctionnant derrière l'objectif.
102. Obturateur latéral fonctionnant au centre optique.
103. Obturateur central à double volet.
104. — « le Saturne » de MM. Bazin et Leroy.
105. Pendule de M. Colson pour mesurer la vitesse des obturateurs.
106. Appareil A. Londe pour la mesure de la vitesse des obturateurs.
107. Enregistrements divers de vitesses d'obturateurs.
108. Appareil A. Londe pour l'étude des variations de la vitesse des obturateurs suivant l'actinisme de la lumière.
109. Graphique indiquant les variations de la vitesse des obturateurs suivant l'intensité de la lumière.
110. Influence du diamètre de l'objectif sur la durée d'exposition avec l'obturateur à guillotine.
111. Influence du diaphragme sur la durée d'exposition.
111 *bis*. Influence du diaphragme sur la durée d'exposition.
112. Graphique indiquant les variations de la durée d'exposition dans les obturateurs centraux suivant le diamètre du diaphragme.
113. Graphique indiquant les variations de la durée d'exposition dans les obturateurs latéraux.
114. Diaphragme en secteur.
115. Appareil du général Sebert pour déterminer les caractéristiques des obturateurs.
116. Schéma des tracés obtenus avec les principaux types d'obturateurs.
117. Tracé obtenu avec l'obturateur « le Saturne ».
118. Obturateur de plaque de M. de Ponton d'Amécourt.
119. Obturateur de plaque de M. Thornton-Pickard.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fig.
120. Obturateur de plaque de M. Moëssard.
120 *bis*. Obturateur à persienne de M. L. Mairesse.
121. Presse à nettoyer les plaques.
122. Schéma indiquant le point de la plaque où il faut verser le collodion.
123. Extension du collodion sur la plaque.
124. Introduction de la plaque dans le bain d'argent.
125. Cuvette à recouvrement.
126. Cadre à développer.
127. Extension de l'albumine.
128. Pieds à vis calantes.
129. Schéma d'un séchoir pour plaques.
130. Sensitomètre de M. Warnecke.
131. Échelle de teintes du Congrès.
132. Lampe-étalon à l'acétate d'amyle.
133. Châssis pour l'application de la méthode du Congrès.
134. Écran opaque, à ouvertures et numéros.
135. Fac-similé des résultats obtenus avec l'appareil de M. Fauvel.
136. Comparaison d'échelles de teintes.
137. Appareil A. Londe pour la comparaison simultanée de plusieurs plaques.
138. Blaireau.
139. Appareil pour essuyer les plaques.
140. Sac de touriste.
141. Chambre de M. Dehors.
142. Mise en station de la chambre.
143. Chercheur focimétrique de M. Davanne.
144. Iconomètre de M. Rossignol.
145. Loupe basculante de M. Darlot.
146 et 147. Coupe et plan de l'atelier vitré.
148. Disposition des petits rideaux de la toiture.
149. Disposition des grands rideaux de la toiture.
150. Disposition des rideaux latéraux verticaux.
151. Disposition des rideaux latéraux horizontaux.
152. Disposition des fils de suspension des rideaux.
153. Fond d'atelier à roulettes.
153 *bis*. Mode de suspension des fonds. Accrochage.
154. Mode de suspension des fonds. Roulement sur fil.
Fig.
155. Mode de suspension des fonds. Enroulement sur tambour.
156. Chevalet de reproduction.
157. Châssis pour photographier les feuilles d'un livre.
158. Dispositif pour la reproduction des tableaux.
159. Chambre noire verticale.
160. Atelier à orientation variable.
161. Atelier de portrait.
162. Fond Adam Salomon.
163. Fond rotatif.
164. Écran réflecteur à cadres.
165. Écran conique Bouillaud.
166. Écran de tête Klary.
167. Divers modèles d'appuie-tête.
168. Dégradateur cône.
169. Dégradateur sur chambre.
170. Atelier en plein air.
171. Atelier démontable.
172. Action comparée du spectre sur l'œil et sur la plaque.
173. Action du spectre sur diverses couches sensibles.
174. Spectres d'absorption des principales substances employées en orthochromatisme.
175. Dispositif Monti pour l'emploi des verres colorés.
176. Disque orthochromatique de MM. Duplouich et Henry.
177. Spectroscope de poche.
178. Lanterne de laboratoire.
179. Essai des verres colorés proposés pour l'éclairage du laboratoire.
180. Balance-cuvette à montants cintrés.
181. Balance-cuvette à contrepoids.
182. Pomme d'arrosoir ajustable.
183. Schéma de l'entrée du laboratoire noir.
184. Meuble à développer.
185. Dispositif pour l'examen du cliché dans la cuvette par transparence.
186. Meuble à développer « le Phénix ».
187. Cuve à laver les clichés.
188. Panier pliant pour le lavage des clichés.
189. Égouttoir pliant.
190. Pupitre à retoucher.
191. Châssis positif anglais.
192. Châssis positif à glace forte.
193. Châssis positif à quatre brisures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fig.
194. Châssis positif à quatre brisures de M. Finaton.
195. Châssis à cliché mobile.
196. Application de la cache sur le négatif.
197. Teinteur pour épreuves positives.
198. Dégradateur Persus.
199. — métallique.
200. — teinté.
201. Cadre surajouté au châssis positif pour le placement du dégradateur.
202. Fixe-dégradateur.
203. Outil pour denteler les bords du dégradateur.
204. Schéma de la coupe du papier albuminé.
205. Récipient pour décanter le bain d'or.
206. Disposition des cuvettes pour le virage et le fixage.
207. Cuve à laver les épreuves à siphon.
208. Cuve à laver les épreuves.
209. Schéma de la coupe du papier au platine.
210. Disposition des cuvettes pour le développement du papier au platine.
211. Photomètre à échelle.
212. Contrôleur de pose Fernande.
213. Disposition des cuvettes pour le transfert des épreuves au charbon.
214. Développement du papier Artigue.
215. Séchage des épreuves positives.
216. Calibres et équerres.
217. Pointe à couper les épreuves.
218. Dispositif pour empêcher les cartons de se courber pendant le séchage.
219. Presse à satiner à chaud.
220. Fac-similé d'une expérience de l'auteur sur l'obtention des contretypes par surexposition.
221. Emploi d'un prisme redresseur placé devant l'objectif.
222. Dalles de photocollographie.
223. Appareil à filtration chaude.
224. Pied à vis calantes.
225. Étuve pour la photocollographie.
226. Châssis positif à vis de pression.
227. Couteau à palette.
228. Rouleau de cuir.
229. Rouleau de gélatine.

Fig.
230. Presse photocollographique d'amateur.
231. Presse photocollographique industrielle.
232. Schéma de la position respective des trois corps de la chambre noire dans le cas de reproduction à taille égale, de réduction et d'agrandissement.
233. Coulisse Fenaut.
234. Addition d'un corps supplémentaire.
235. Installation fixe pour l'agrandissement avec source de lumière artificielle.
236. Installation fixe pour l'agrandissement avec la lumière naturelle.
237. Appareil d'agrandissement et de réduction installé dans le laboratoire noir.
238. Appareil automatique pour l'agrandissement d'un petit négatif à une taille déterminée.
238 *bis*. — Le même, disposé pour la réduction.
239. Lanterne d'agrandissement.
240. Dispositif pour recevoir le papier sensible.
241. Chevalet Eastman-Nadar.
242. Installation industrielle.
243. Diapositif pour projection portant l'étiquette du Congrès.
244. Lanterne de projection à la lumière du pétrole.
245. Lanterne de projection à la lumière oxhydrique.
246. Cylindre d'oxygène comprimé.
247. Chalumeau oxy-éthérique.
248. Lampe électrique à régulateur.
249. — à main.
250. Écran à projection.
251. Main pour projections.
252. Lanterne double pour vues fondantes.

DEUXIÈME PARTIE

253. Feuille de celluloïd destinée à remplacer le verre dépoli.
255. Lanterne de voyage à la paraffine.
256. Lanterne triangulaire pliante.
257. Cylindrographe Moëssard.
258. Châssis souple du cylindrographe.
259. Cyclographe Damoizeau.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fig.
260. Cyclographe à foyer fixe.
261. Chambre stéréoscopique.
262. Obturateur stéréoscopique à écartement fixe.
263. Obturateur stéréoscopique à écartement variable.
264. Châssis pour le tirage des négatifs stéréoscopiques.
265. Chambre spéciale pour la copie des négatifs stéréoscopiques.
266. Le Vérascope.
267. Dispositif pour la photographie d'un projectile.
267 *bis*. Diagramme de la photographie d'un projectile.
268. Analyse du lancement d'une torpille automobile.
269. Explosion d'une torpille sous-marine.
269 *bis*. Explosion d'une torpille sèche.
270. Dispositif Triboulet pour la photographie en ballon.
271. Dispositifs pour la photographie en cerf-volant.
272. Télé-objectif.
273. Vue faite avec le télé-objectif.
274. Grand appareil de microphotographie horizontal (modèle de Zeiss).
275. Id. (modèle de Nachet).
276. Dispositif à prisme de Nachet.
277. Appareil de microphotographie vertical (modèle de Nachet).
278. Appareil de microphotographie vertical à déplacement de la chambre noire (modèle de Duboscq).
279. Appareil de microphotographie vertical à large tube (modèle de M. Yvon).
279 *bis*. Appareil de microphotographie coudé.
280. Appareil de microphotographie à inclinaison variable.
281. Appareil de microphotographie renversé.
282. Chambre noire verticale disposée au-dessus du microscope d'observation.
283. Microscope vertical éclairé à la lumière électrique.
284. Appareil Lemardeley.
284 *bis*. Détail du précédent.
285. Héliostat.
286. Dispositif pour l'allumage et l'extinction de la lumière oxhydrique.
287. Microscope de projection.
288. Fac-similé des dépêches du siège de Paris.
289. Photographie signalétique.
290. Dispositif employé au service photographique de la Préfecture de police pour le passage des châssis chargés du laboratoire à l'atelier de pose.
291. Dispositif employé pour le tirage rapide des papiers au gélatino-bromure.
292. Falsification de signature.
293. — d'un chèque.
294. — d'une pièce de monnaie.
295. — du poinçon de garantie de l'État.
296. Chambre à double corps.
297. Attitudes typiques chez les névropathes.
298. Chorée rythmée. Pose rapide.
299. — Pose plus lente.
300. Marche normale de l'homme (série chronophotographique).
301. Saut de pied ferme (série chronophotographique).
302. Pistolet au magnésium Guilloz.
303. Grande tache de soleil.
304. Portion de la lune.
305. Phases successives d'une éclipse de lune.
306. Fragment de la carte du ciel.
307. Photographie d'éclairs.
308. Étincelle électrique, pôle positif.
309. — — — négatif.
310. Bouquet de fusées.
311. Chandelles romaines.
312. Bouquet de fusées parachute.
313. Pièce d'artifice fixe.
314. Appareil pour l'enregistrement des dépêches optiques.
315. — pour l'enregistrement de l'angle du roulis.
316. Enregistrement de l'angle du roulis.
317. Nuages.
318. Appareil chronophotographique de M. Marey à disque fenêtré.
319. Chronographe à aiguille.
320. Trajectoire d'une balle lancée dans l'espace.
321. Chronophotographie sur plaque fixe.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fig.
322. Appareil à miroir tournant pour la dissociation des images sur plaque fixe.
323. Dispositif pour la chronophotographie dans l'eau.
324. Le chronophotographe de M. Marey.
325. Dispositif pour la chronophotographie dans le champ du microscope.
326. Appareil chronophotographique à plaques séparées.
327. Détails de l'appareil du général Sebert.
328. Appareil photo-électrique A. Londe.
329. — chronophotographique A. Londe.
330. Distributeur de M. Lucien Leroy.
331. Piste de la Salpêtrière.
332. Équilibriste sur le trapèze. Série chronophotographique de l'auteur.
333. — sur le fil de fer. Série discontinue de l'auteur.
334. Appareil chronophotographique portatif de M. Demeny.
335. Photophone de M. Demeny.
336. Kinétoscope de M. Edison.
337. Étude des modifications de la forme dans le mouvement. Dessins de M. le Dr Paul Richer.
338. Lampe à fil de magnésium.
339. — pour brûler le magnésium en poudre.
340. Lampe Boyer.
341. Lampe Nadar à lumière continue.
342. Cartouche photogénique.
343. Dispositif fixe pour l'enlèvement des produits de combustion.
344. Départ simultané de plusieurs lampes.
345. Dispositif de M. Lippmann pour la photographie des couleurs.
346. Dispositif pour la synthèse des couleurs par projection.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE DES MATIÈRES

CHAPITRE I

LA CHAMBRE NOIRE

Pages.

1 à 3 — 1. Définition. — 2. Parties essentielles de la chambre noire...

1° CHAMBRES NON PORTATIVES.

3. **Chambres d'atelier.** — 4. Corps d'avant. — 5. Logement de la planchette d'objectif. — 6. Dimensions réglementaires des planchettes d'objectifs. — 7. Adaptateurs. — 8. Corps d'arrière. — 9. Verre dépoli. — 10. Graduation du verre dépoli. — 11. Bascule. — 12. Corps intermédiaire. — 13. Châssis. — 14. Intermédiaires. 3 à 12

15. **Chambres à portrait.** — 16. Chariot multiplicateur. — 17. Obturateur pour le portrait. — 18. Crémaillère de mise au point. — 19. Pied d'atelier..... 12 à 15

2° CHAMBRES PORTATIVES

20. **Chambres portatives avec pied.** — 21. Chambre à soufflet carré. — 22. Chambre à soufflet tournant. — 23. Corps d'avant. — 24. Base de la chambre. — 25. Planchette mobile de la base. — 26. Montage du corps d'arrière à baïonnette. — 27. Châssis négatif. — 28. Châssis à volet. — 29. Inconvénients et défauts des châssis. — 30. Fixation de la plaque dans le châssis. — 31. Mode de fermeture du volet. — 32. Numérotage des châssis. — 33. Indicateur de pose automatique. — 34. Pied. — 35. Fixation de la chambre sur le pied, pas de vis du Congrès. — 36. Installation du pied sur un sol glissant. — 37. Mise en station du pied, emploi de la calotte sphérique ..... 15 à 33

38. **Chambres portatives sans pied.** — 39. Limitation du format. — 40. Conditions essentielles de leur emploi. — 41. Qualités que doivent posséder les appareils à main..... 34 à 38

41 *bis*. **Appareils à main.** Nécessité d'une classification..... 38

42. **Classification des appareils à main d'après le système de mise au point.** — 43. Appareils automatiques. — 44. Des conditions d'emploi de l'appareil automatique. — 45. Bonnettes d'approche. 38 à 42

46. Appareils à foyer réglable. — 47. Graduation expérimentale de la chambre..... 42 à 44

48. Appareils à mise au point et vision simultanée. — 49. Choix de la surface réfléchissante..... 44 à 46

50. **Classification des appareils à main d'après le type d'objectif employé** ..... 46 à 48

51. **Classification des appareils à main d'après le type d'obturateur employé**..... 48 à 59

(1) Les n^os placés avant les titres renvoient aux n^os des paragraphes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pages.

52. **Classification des appareils à main d'après les procédés employés pour la mise en plaque.** — 53. Viseur à double effet. — 54. Des erreurs occasionnées par les viseurs. — 55. Divers types de viseurs ..... 50 à 55

56. **Classification des appareils à main d'après les dispositifs employés pour les substitutions de plaques.** — 57. Compteur. — 58. Châssis porte-plaques. — 59. Magasins amovibles. — 60. Considérations diverses ..... 55 à 57

61. **Appareils portatifs sans pied.** Conditions spéciales d'emploi 57

Description systématique des divers types principaux d'appareils 58

I. **Classe des appareils portatifs avec pied.** — 62. Divers types de chambres. — 63. Chambre à corps d'arrière épais ..... 58 à 60

II. **Classe des appareils à main.** — 64. Le Kodak. — 65. Les jumelles photographiques. — 66. L'express detective Nadar. — 67. Monture hélicoïdale de l'objectif. — 68. Appareils à miroir de visée. — 69. Appareils à prisme. — 70. Appareils à vision simultanée à deux objectifs ..... 60 à 73

Description systématique des principaux types de magasins 74

Magasins pour plaques. — 71. Magasin Enjalbert. — 72. Magasin Hanau. — 73. Magasin Fol. — 74. Magasin Buisson. — 75. Magasins superposés ..... 74 à 77

Magasins pour pellicules. — 76. Leur but. — 77. Magasins pour pellicules rigides. — 78. Appareil le cinquante plaques. — 79. Magasins pour pellicules souples. Châssis Perron. — 80. Magasins pour pellicules en longues bandes. — 81. Pointage de la pellicule. — 82. Chargement des châssis à rouleaux en plein jour. — 83. Châssis à rouleaux simplifié ..... 77 à 83

III. **Classe des appareils portatifs sans pied à foyer réglable.** — 84. En-cas Vidal. — 85. Châssis de l'En-cas. — 86. Appareils à joues pliantes. — 87. Format des appareils sans pied ..... 83 à 86

88. **Essai du matériel** 86

I. **Essai des appareils à pied.** — 89. Essai de la chambre noire. — 90. des châssis. — 91. du pied ..... 86 à 89

II. **Essai des appareils à main.** — 92. Essai des appareils automatiques. — 93. à foyer réglable. — 94. à vision simultanée. — 95. Essais généraux. — 96. Essai des magasins ..... 89 à 90

III. **Essai des appareils portatifs sans pied.** — 97. Essais à faire. 90
98. Voile noir. — 99. Niveau d'eau ..... 91 à 92

CHAPITRE II

DE L'OBJECTIF

100. **De l'objectif.** — 101. Classification. — 102. Définition. — 103. Mesure de la distance focale principale. Diverses méthodes. 104. Mesure de l'ouverture des diaphragmes. — 105. Divers types de diaphragmes. — 106. Diaphragme iris ..... 93 à 102

107. **Essai pratique de l'objectif.** — 108. Profondeur de foyer. — 109. Vérification d'un objectif ..... 102 à 106

110. **Choix de l'objectif d'après les dimensions de la surface à couvrir** ..... 106 à 109

111. **Choix de l'objectif d'après la nature des sujets à reproduire.** 109 à 112

111 *bis*. **Photographie sans objectif** ..... 112 à 115

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE III

DE L'OBTURATEUR

	Pages.
112. **Définitions et conseils pratiques**.	116 à 119
113. Divers emplacements de l'obturateur.	119 à 121
114. Obturateurs mixtes.	122 à 124
115. Qualités pratiques de l'obturateur. — 116. Obturateurs ne découvrant pas en armant.	124 à 125
117. **Description systématique des principaux types d'obturateurs.** 118. Obturateurs à volet. — 119. à vanne. — 120. latéraux. — 121. centraux.	125 à 130
122. **Mesure de la vitesse des obturateurs**. — 123. Méthodes graphiques. — 124. Méthodes optiques. — 125. Méthodes mixtes.	131 à 138
126. **Étude de la durée d'action de la lumière**. — 127. Influence de l'intensité de la lumière sur le temps de pose.	138 à 143
128. De la graduation de l'obturateur — 129. Examen des vitesses réalisées dans les appareils du commerce.	143 à 145
130. Étude des autres conditions susceptibles de modifier le temps de pose. — 131. Influence du diaphragme et de l'ouverture devant laquelle fonctionne l'obturateur.	145 à 153
132. **Analyse du fonctionnement des obturateurs par la méthode du Congrès**. — 133. Appareil du général Sebert. — 134. Étude de la valeur des résultats obtenus par la méthode du Congrès. — 135. De l'influence du rendement sur la durée réelle d'exposition.	154 à 160
136. Obturateurs de plaque.	160 à 164
137. Obturateurs à lamelles multiples.	164 à 165
137 *bis*. Considérations diverses. Règles générales à observer dans la pratique de la photographie instantanée.	165 à 168

CHAPITRE IV

LES PRÉPARATIONS SENSIBLES

138. Des différentes qualités des préparations sensibles. — 139. Définition du négatif. — 140. Constitution de la couche sensible. Production de l'image visible. — 141. de l'image latente.	169 à 171
142. **Classification générale**. — 143. Méthode par trempage. — 144. par émulsionnage.	171 à 172
I. **Obtention des couches sensibles par trempage**.	172
145. **Procédé au collodion humide**. — 146. Préparation du collodion — 147. Coton-poudre à basse température. — 148. à haute température. — 149. Collodion normal. — 150. Collodion sensibilisé. — 151. Modifications du collodion sensibilisé.	172 à 175
152. Choix du support. — 153. Extension du collodion.	176 à 179
154. Sensibilisation. — 155. Entretien du bain d'argent.	179 à 182
156. Développement. — 157. Fixage.	182 à 185
158. Variante pour la reproduction des traits noirs sur fond blanc.	185 à 187
159. **Procédé à l'albumine**. Différences du procédé avec le collodion humide.	187
160. Préparation de l'albumine. — 161. Extension de l'albumine.	187 à 189
162. Sensibilisation. — 163. Développement.	189 à 190
164. Conservation plus prolongée des plaques.	191
165. **Procédé au collodion sec**. Différences du procédé avec les précédents.	191

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pages.
166. Emploi des préservateurs. — 167. des révélateurs alcalins... 191 à 193
168. Procédé au tanin. — 169. Procédé Taupenot..... 193 à 195
II. **Obtention des couches sensibles par émulsionnage**.. 195
170. **Emulsion au collodio-bromure**. — 171. Procédé Chardon. — 172. Variantes. — 173. Collodio-bromure rapide..... 195 à 200
174. **Emulsion au gélatino-bromure d'argent**. — 175. Divers états du bromure d'argent. — 176. Grain du bromure d'argent. — 177. Maturation. — 178. Choix des bromures. — 179. du nitrate d'argent. — 180. de la gélatine..... 200 à 204
181. Préparation de l'émulsion. — 182. Maturation. — 183. Coulage. — 184. Séchage ..... 204 à 208
185. **Fabrication industrielle des plaques au gélatino-bromure d'argent**. — 186. Emballage des plaques ..... 208 à 209
187. **Examen des défauts des plaques préparées industriellement**. 210 à 212
188. **Emulsion au gélatino-chlorure d'argent**. — 189. à image visible. — 190. à image latente..... 212 à 215
191. **Préparations pelliculaires**. — 192. Examen des inconvénients des divers supports pelliculaires..... 215 à 217
193. Pellicules détachables. — 194. libres. — 195. en rouleau..... 217 à 220
De la conservation des préparations sensibles..... 220
196. Conservation des pellicules. — 197. des plaques..... 220 à 224
198. **Appréciation de la sensibilité des préparations**. — 199. Méthode Warnerke. — 200. du Congrès. — 201. Autres méthodes. 224 à 232

CHAPITRE V

DE L'EXPOSITION

202. Chargement des châssis. — 203. Emballage du matériel. — 204. Mise en station de l'appareil. — 205. Choix de l'emplacement. — 206. Chercheur focimétrique. — 207. Mise au point..... 233 à 239
208. **Détermination du temps de pose**..... 239 à 241
209. I. **Facteurs naturels**. Intensité actinique de l'éclairage. — 210. Des variations de la lumière à l'extérieur. — 211. De la latitude. — 212. De l'altitude et de la température..... 241 à 245
213. Des variations de l'intensité de la lumière dans les intérieurs. — 214. Emploi de la lumière artificielle dans les intérieurs..... 245 à 247
215. Des instruments propres à déterminer l'intensité de la lumière. — 216. Actinomètres. — 217. Actinomètre de M. Vidal. — 218. Photomètres..... 247 à 250
219. Ecla actinique du sujet. — 220. Couleur du sujet. — 221. Distance qui sépare l'appareil photographique de l'objet à reproduire..... 250 à 252
222. II. **Facteurs optiques**. — 223. De l'ouverture de l'objectif. — 224. De la longueur focale. — 225. Comparaison de deux objectifs de longueurs focales différentes. — 226. Coefficients de clarté. — 227. Coefficients de réduction et d'agrandissement. — 228. Coefficients de distance..... 252 à 256
229. De la constitution des lentilles ..... 256 à 257
230. III. **Facteurs chimiques**. De la sensibilité de la couche photographique. — 231. Coefficients de sensibilité de diverses couches sensibles. — 232. De l'énergie du révélateur. — 233. Observations diverses..... 257 à 261
234. **Détermination de la durée d'exposition en photographie instantanée**. — 235. Table des vitesses suivant la distance du mo-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pages.

dèle — 236. Tableau de diverses vitesses exprimées en mètres par seconde .... 261 à 263

CHAPITRE VI

CHOIX DU SUJET

Atelier vitré.

237. I. **Atelier de reproduction.** — 238. Orientation. — 239. Dimensions. — 240. Vitrage. — 241. Rideaux. — 242. Fonds. — 243. Montage des fonds. — 244. Peinture..... 264 à 271

245. Travaux exécutés dans l'atelier de reproduction. — 246. Modèles comportant un seul plan. — 247. Traits noirs sur fond blanc. — 248. Cartes en couleurs. — 249. Modèles à demi-teintes. — 250. Modèles polychromes. — 251. Modèles comportant plusieurs plans. — 252. Meubles. — 253. Objets en métal. — 254. Statues. — 255. Observations diverses. — 256. Emploi de la chambre verticale. — 256 *bis*. Atelier à orientation variable..... 271 à 279

257. II. **Atelier à portrait.** — 258. Emploi des fonds unis. — 259. non unis. — 260. dégradés. — 261. peints. — 262. Écrans et réflecteurs. — 263. Meubles et accessoires. — 263 *bis*. Dégradés directs..... 279 à 287

264. Esthétique du portrait. — 265. De la pose. — 266. De l'éclairage. — 267. De l'expression..... 287 à 291

268. Portraits en plein air (atelier démontable). — 269. sans installation. — 270. Scènes de genre. — 271. Groupes. — 272. Paysages. — 273. Le flou et l'art en photographie. — 274. Nécessité de l'éducation et du sens artistiques..... 291 à 298

275. Études d'arbres. — 276. d'arbres et de monuments. — 277. d'arbres et d'eau. — 278. Des ciels. — 279. Marines. — 280. Montagnes et glaciers. — 281. Paysages animés. — 282. Sujets animés. — 283. Intérieurs..... 298 à 305

284. **Du halo**..... 305 à 307

285. **Orthochromatisme ou isochromatisme.** — 286. Action comparée du spectre sur l'œil et les diverses couches sensibles. — 287. Spectres d'absorption des principales substances employées en orthochromatisme..... 308 à 311

288. Préparations orthochromatiques. Collodion humide, divers procédés. — 289. Emulsion à la gélatine. — 290. Sensibilisation au bain. — 291. Effet de certaines substances sur les plaques au gélatinobromure..... 311 à 316

292. Essai des plaques orthochromatiques..... 316 à 317

293. Emploi des écrans colorés. — 294. 1° de verres. — 295. 2° de pellicules minces. — 296. Confection des écrans en gélatine. — 296 *bis*. en collodion. — 297. 3° d'écrans liquides. — 298. 4° d'objectifs colorés dans la masse..... 317 à 321

299. Essai de l'écran. — 300. De l'emplacement préférable pour l'écran coloré..... 321

301. De l'orthochromatisme par expositions multiples. — 302. par sur-exposition..... 321 à 322

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE VII

DU DÉVELOPPEMENT

Pages.

303. **Installation du laboratoire.** — 304. Éclairage du laboratoire. 305. Essai du verre rouge. — 306. Choix de la source de lumière. 307. Inconvénients de l'éclairage rouge. — 308. Éclairage jaune-vert. — 309. Discussion sur la valeur comparative des divers éclairages. — 310. Table de développement. — 311. Cuve à développer. — 312. Balance-cuvette. — 313. Conduite d'eau. — 314. Divers. — 315. Entrée du laboratoire. — 316. Peinture..... 323 à 336

317. Installation d'un laboratoire simplifié. Meuble à développer.. 337 à 340

318. **Du développement.** Technique. — 319. Comparaison des divers révélateurs..... 340 à 341

320. Classification des divers révélateurs. — 321. Des constituants du révélateur. — 322. Des qualités pratiques des révélateurs... 341 à 345

Description systématique des principaux révélateurs.. 345

I. **Révélateurs à constituants séparés.** — 323. Oxalate ferreux. — 324. Acide pyrogallique..... 346 à 350

II. **Révélateurs à constituants mélangés.** — 325. Hydroquinone. — 325 *bis*. Mode d'emploi des révélateurs à constituants mélangés. — 326. Iconogène. 327. Paramidophénol. — 327 *bis*. Pyrocatéchine. — 328. Amidol. — 328 *bis*. Emploi du phosphate tribasique de soude comme alcali. — 329. Réducteurs associés. — 330. Métol et hydroquinone..... 350 à 356

III. **Développement en solutions séparées avec certains révélateurs employés précédemment en solution unique.** — 331. Diverses formules..... 356 à 357

332. **Conduite du développement.** — 333. Définition du négatif. 334. Apparition de l'image dans un négatif normalement posé. — 335. sous-exposé. — 336. sur-exposé. — 337. Influence du développement sur la valeur du négatif..... 357 à 359

338. Classification des sujets à reproduire d'après leur nature. — 339. Mode d'action de la lumière sur les préparations sensibles. — 340. De la sur-exposition. — 341. Rapports entre la durée d'exposition et la conduite du développement ..... 359 à 363

Achèvement du négatif. — 342. Fixage. — 343. Emploi du bain d'alun. — 344. Effet du bain d'alun. — 345. Lavage. — 346. Vérification de l'élimination de l'hyposulfite de soude. — 347. Séchage. — 348. Séchage rapide..... 364 à 369

349. **Examen du négatif terminé et traitements ultérieurs.** — 350. 1° Négatifs sans détails. — 351. 2° Négatifs dont l'intensité est défectueuse par manque ou par excès. — 352. Procédés de renforcement. — 353. Bain unique de renforcement. — 354. Procédés de baissage. — 355. 3° Négatifs colorés. — 356. Retouches partielles..... 369 à 375

357. Protection du négatif. — 358. Conservation des négatifs..... 375 à 377

CHAPITRE VIII

LE POSITIF

Les procédés photographiques.

359. Principe de l'obtention du positif. — 360. Division des procédés. — 361. Importance de l'exécution du positif..... 378 à 380

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pages.

362. **Préparation du négatif pour le tirage**. — 363. Augmentation générale de l'intensité par application d'une couche dépolie. — 364. d'un verre ou d'un collodion teintés. — 365. De l'intensité de la lumière à employer d'après la valeur du négatif. — 366. Retouches partielles. — 367. Retouche artistique. — 368. Considérations diverses..... 380 à 386

Tirage du positif. — 369. Divers types de châssis. — 370. Des caches et des contres-caches. — 371. Dégradateurs. — 372. Confection des dégradateurs. — 373. Contre-dégradateurs..... 386 à 394

Description systématique des divers procédés positifs. 394

374. **Photocopies positives sur papier albuminé au chlorure d'argent**. — 375. Préparation du papier albuminé. — 376. Sensibilisation. — 377. Régénération du bain d'argent. — 378. Formule pour la préparation d'un papier se conservant. — 379. Conservation du papier. — 380. Coupe du papier. — 381. Distension du papier suivant le sens de la coupe..... 394 à 397

382. Exposition. — 383. Virage. — 384. Bain de virage. — 385. Prépararation rapide du bain de virage. — 386. Diverses formules. — 387. Mode opératoire. — 388. Fixage. — 389. Lavage..... 397 à 404

390. Papier salé. — 391. Papier à l'arrow-root. — 392. gélatiné. 404 à 405

393. **Photocopies positives au collodio-chlorure et au gélatino-chlorure par noircissement direct**. — 394. Mode de préparation par émulsionnage. — 395. Collodio-chlorure. — 396. Gélatino-chlorure. — 397. Degré d'insolation à réaliser avec ces papiers. — 398. Emploi des bains de virage et fixage combinés. — 399. Diverses formules. — 400. Emploi des bains de virage et de fixage séparés..... 405 à 408

401. **Photocopies positives aux sels d'argent par développement**.

402. Papiers au gélatino-bromure d'argent. — 403. Durée d'exposition. — 404. Développement. — 405. Conduite du développement. — 406. Tirage rapide des papiers au bromure. — 407. Passage au bain d'alun. — 408. Modifications du ton..... 408 à 412

409. Papier au gélatino-chlorure d'argent. — 410. Durée d'exposition. — 411. Développement. — 412. Virage..... 412 à 413

413. **Photocopies positives aux sels de platine**. — 414. Du dispositif pour la conservation du papier..... 413 à 414

415. Procédé par développement. — 416. Sensibilisation. — 417. Coupe du papier. — 418. Exposition. — 419. Développement.. 414 à 417

420. Procédé par noircissement direct. — 421. Exposition. — 422. Développement. — 423. Restauration des épreuves. — 424. Modification du ton..... 417 à 419

425. **Photocopies positives aux sels de fer**. — 426. au ferro-prussiate. — 427. au perchlorure de fer. — 428. au gallate de fer. — 429. Procédé Boivin..... 419 à 422

430. **Photocopies diverses**..... 422

Photocopies positives aux sels de chrome..... 423

431. **Procédé dit au charbon**. — 432. Principe du procédé. — 433. Nécessité du transfert. — 434. Composition du papier. — 435. Préparation de la couche. — 436. Diverses formules. — 437. Formules pour diapositifs sur verre. — 438. Papier de simple transfert. — 439. Papier de double transfert..... 423 à 426

440. Sensibilisation. — 441. Séchage. — 442. Exposition. — 443. Emploi du photomètre. — 444. Photomètre Chéri-Rousseau. — 445. Fernande. — 446. Mode opératoire..... 426 à 430

447. Procédé par simple transfert. — 448. Procédé par double trans-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pages.

fert. — 449. Choix du support provisoire. — 450. Transfert sur glace cirée. — 451. Collage..... 430 à 433
452. Procédé Artigue. — 453. Sensibilisation. — 454. Exposition. — 455. Développement..... 433 à 436
456. **Autres procédés aux sels de chrôme.** — 457. Procédé aux poudres. — 458. Émaux photographiques. — 459. Papier au charbon avec poudres vitrifiables. — 460. Photo-sépia. — 461. Procédés de teinture. — 462. Hydrotypie. — 462 *bis*. Obtention de plaques gélatinées à l'aide de vieux clichés. — 463. Procédé de MM. Lumière. — 464. Photo-teinture Villain..... 436 à 442
Achèvement des photocopies sur papier. — 465. Séchage des épreuves. — 466. Montage. — 467. Coupe des épreuves à l'état humide. — 467 *bis*. Coupe des épreuves à l'état sec. — 468. Collage. — 469. Collage à l'état humide. — 470. Collage à l'état sec. — 471. Satinage. — 472. Encaustiçage. — 473. Émaillage. — 474. Émaillage des papiers au gélatino et au collodio-chlorure..... 442 à 449
475. **Des diapositives transparentes sur verre.** — 476. Diapositives par report — 477. Emploi du papier Gelhaye. — 478. Préparation de glaces gélatinées. — 479. Mode opératoire pour le report..... 449 à 452
480. Peinture des diapositives sur papier, à l'aquarelle, à l'huile. — 481. par transparence, miniature, ivorytypie. — 482. Procédé Germeuil Bonnaud..... 452 à 455

CHAPITRE IX

LE POSITIF

Les procédés photo-mécaniques.

483. Avantages de ces procédés au point de vue industriel. — 484. Du caractère du négatif..... 456
485. **Des contretypes.**..... 456 à 457
486. **Obtention d'un contretype positif.** — 487. Modifications apportées par la nature de l'éclairage, la durée de l'exposition et la conduite du développement. — 488. Choix de la préparation. 457 à 458
489. **Obtention d'un contretype négatif**..... 458
490. **Obtention directe du contretype positif à la chambre d'après nature.** — 491. Clichés de dessins au trait. — 492. Clichés de portraits ou de demi-teintes. — 493. De demi-teintes au gélatino-bromure d'argent. — 494. Variante proposée par M. Rossignol. 458 à 464
495. **Obtention directe du contretype négatif à la chambre noire par copie**..... 464 à 465
496. **Obtention directe du contretype négatif ou positif par contact.** — 497. Mode opératoire..... 465 à 466
498. **Obtention des contretypes par sur-exposition.** — 499. Historique. — 500. Expérience du Sutton. — 501. Mode opératoire. — 502. Discussion..... 467 à 471
503. Contretypes à la thiosinnamine..... 471 à 472
504. **Exposé des méthodes permettant d'obtenir directement le négatif retourné.** — 505. Exposition de la plaque à l'envers. — 506. Emploi d'un prisme à réflexion totale ou d'un miroir à faces parallèles. — 507. Emploi de plaques pelliculaires. — 508. Mode opératoire. — 509. Emploi de pellicules..... 472 à 473
510. Pelliculage du négatif. — 511. Pelliculage du collodion humide. — 512. Pelliculage du collodion sec. — 513. Pelliculage du géla-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pages.

tino-bromure. — 514. Procédé Thévoz. — 515. Bolton. — 516. Distension de la gélatine..... 473 à 478
517. **Description des divers procédés photo-mécaniques.** 478
I. **Impressions sur surfaces planes.**
518. **Photocollographie.** — 519. Mode opératoire. — 520. Préparation du support. — 521. Préparation de la couche sensible. — 522. Séchage. — 523. Exposition. — 524. Châssis positif à pression. — 525. Insolation de la planche au dos. — 526. Encrage. — 527. Mouillage. — 528. Réserve des marges. — 529. Presses. — 530. Considérations diverses..... 479 à 488
531. Photocollographie simplifiée. — 532. Procédé Marion. — 533. Roche. — 534. Tournier..... 488 à 489
535. Choix du papier..... 489
536. **Photolithographie.** — 537. Impressions directes sur pierre et sur zinc. — 538. Mode opératoire. — 539. Variante Maugel fils. — 540. Procédé de la Noë. — 541. Impressions par voie de report..... 490 à 493
II. **Impressions sur surfaces en creux**..... 494
542. **Gravure photographique en creux.** — 543. par réserve. — 544. Procédé sur acier. — 545. Dorure de la planche. — 546. Emploi de la gélatine bichromatée. — 547. Procédé Garnier. — 548. Aciérage des planches. — 549. Procédé Arentz. — 550. Photogravure par moulage..... 494 à 497
551. **Photoplastographie.** — 552. Mode opératoire. — 553. Exposition. — 554. Développement. — 555. Moulage. — 556. Tirage. — 557. Choix du papier. — 558. Choix de l'encre. — 559. Fixage du moule. — 560. Table tournante pour tirages industriels. — 561. Achèvement des épreuves, obtention des marges..... 497 à 501
III. **Impressions sur surfaces en relief**..... 501
562. **Phototypographie.** — 563. Reproduction du trait. Gillotage. — 564. Gillotage des dessins à demi-teinte. — 565. Reproduction des sujets à modelés continus. — 566. Simili-gravure Ch. G. Petit. — 567. Procédé Sartirana. — 568. Emploi des réseaux et des trames. — 569. Résultats obtenus..... 501 à 507
570. **Photochromographie**..... 507
571. **Du choix du procédé de reproduction à employer d'après la nature de l'original.** — 572. Négatifs de traits. — 573. Négatifs de demi-teintes. — 574. Emploi de la photocollographie et de la photoplastographie. — 575. Emploi de la gravure en creux. — 576. Emploi de la phototypographie..... 508 à 511
576 *bis*. Renseignements sur les planches spécimens intercalées dans l'ouvrage..... 511

CHAPITRE X

DES AGRANDISSEMENTS ET DES RÉDUCTIONS

577. Considérations générales. — 578. Loi des foyers conjugués. — 579. Agrandissements directs. — 580. Agrandissements indirects. — 581. Choix de l'objectif. — 582. Éclairage du négatif. — 583. Caractère du négatif à agrandir. — 584. Méthodes diverses. 513 à 518
Description systématique des divers dispositifs d'agrandissement..... 518
585. Méthode d'agrandissement avec une chambre ordinaire dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pages.

le laboratoire clair. — 586. Porte-châssis Fenaut. — 587. Corps d'arrière surajouté. — 588. Méthode d'agrandissement avec une chambre ordinaire dans le laboratoire noir. — 589. Dispositif spécial pour les agrandissements et les réductions. — 590. Appareils automatiques pour l'agrandissement ou la réduction..... 518 à 523

591. **Agrandissements à la lumière artificielle.** — 592. Châssis positif spécial. — 593. Autres dispositifs. — 594. Choix de la lumière. — 595. Choix de l'objectif. — 596. Détermination du temps de pose. — 597. Choix des préparations. — 598. Développement. — 599. Retouches partielles. — 600. Installations industrielles. — 601. Limites de l'agrandissement..... 523 à 528

602. **Des réductions.** — 603. Des projections. — 604. Tirage des projections par contact. — 605. Appareils de réduction. — 606. Qualités de la diapositive pour projection. — 607. Choix de la préparation. — 608. Gélatino-chlorure par noircissement direct. — 609. Gélatino-bromure à image latente..... 528 à 532

610. Format. — 611. Sens. — 612. Montage. — 613. Etiquettage. — 614. Projections colorées. — 615. Peinture à l'eau. — 616. Peinture à l'huile..... 532 à 536

617. **Appareils de projection.** — 618. Du choix de la lumière d'après le format. — 619. Eclairage au pétrole. — 620. Éclairage à la lumière oxhydrique. — 621. Réglage de la lumière. — 622. Emploi de l'oxygène comprimé. — 623. Précautions à prendre. — 624. Chalumeau oxy-éthérique. — 625. Lumière électrique. — 626. Centrage de la lumière. — 627. Ecran à projection. — 628. Main à projections. — 629. Lanterne multiple..... 536 à 545

DEUXIÈME PARTIE

630. **Introduction**..... 545

CHAPITRE XI

PHOTOGRAPHIE DOCUMENTAIRE

631. **Importance de la photographie au point de vue documentaire.** — 632. Facilité et rapidité d'exécution. — 633. Sincérité d'exécution. — 634. **De l'illustration par la photographie**..... 547 à 549

635. **De la photographie dans les voyages d'exploration.** — 636. Utilité d'une éducation préalable. — 637. Choix du matériel. — 638. Dimensions internationales des plaques photographiques. — 639. Choix de la chambre noire. — 640. Verre dépoli incassable. 549 à 552

641. Modifications à apporter aux appareils destinés aux voyageurs. — 642. Choix des châssis. — 643. de l'objectif. — 644. de l'obturateur. — 645. du pied. — 646. des préparations sensibles..... 552 à 556

647. Essai des préparations sensibles au point de vue de la durée. — 647 *bis*. **Essais pratiques permettant de connaître les qualités d'une préparation photographique au point de vue de la conservation et des modifications de la sensibilité avant et après l'exposition.** — 648. Des modifications de la durée d'exposition suivant l'âge des préparations et la durée de temps qui doit s'écouler avant le développement..... 556 à 559

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pages.

649. Emballage des plaques. — 650. Choix de la substance à interposer entre les plaques. — 651. Emballage des boîtes de plaques. — 652. des pellicules..... 559 à 560
653. Chargement des châssis. — 654. Lanterne de voyage..... 560 à 563
655. Exposition. — 656. Carnet de pose. — 657. Inscription d'un numéro d'ordre sur la plaque..... 563
658. Développement. — 659. Choix des révélateurs faciles à emporter. — 660. Difficultés du développement en voyage. — 661. Fixage provisoire. — 662. Observations diverses. — 663. Emballage des plaques au retour. — 664. Développement au retour..... 563 à 566
665. **De l'utilité de la photographie dans les voyages.** — 666. Vues d'ensemble. — 667. de détails. — 668. Nécessité de l'apposition d'une mesure métrique. — 669. Monuments. — 670. Indigènes. — 671. Animaux. — 672. Photographies prises d'un mobile en mouvement..... 566 à 569
673. **Applications de la photographie aux arts industriels et aux beaux-arts.....** 569 à 571

CHAPITRE XII

MÉTROPHOTOGRAPHIE

674. **Applications de la photographie à la topographie et au lever des plans.** — 675. Conditions que doit remplir l'appareil photographique. — 676. Emploi d'autres appareils. — 677. d'appareils panoramiques..... 572 à 575
678. **Applications de la photographie aux mensurations.** — 679. Modifications à apporter au matériel courant. — 680. Conditions fondamentales d'exécution de l'épreuve. — 681. Emploi des repères. — 682. Diverses formules applicables dans la pratique.... 575 à 578
683. **De la photographie panoramique.** — 684. Cylindrographe de M. Moëssard. — 685. Cyclographe de M. Damoizeau. — 686. Cyclographe à foyer fixe..... 578 à 583
687. **De la photographie stéréoscopique**..... 583
688. **Description systématique des divers appareils permettant d'obtenir des vues stéréoscopiques.** — 689. Emploi d'une chambre unique et déplacement du modèle. — 689. d'une chambre unique fonctionnant de deux stations différentes. — 690. d'une chambre unique à deux objectifs. — 691. Chambres stéréoscopiques à écartement fixe. — 692. à écartement variable..... 583 à 587
693. Du choix des objectifs. — 694. de l'obturateur. — 695. Obturateurs à écartement fixe. — 696. variable..... 587 à 590
Considérations diverses sur l'exécution des vues stéréoscopiques — 697. Du format. — 698. Du choix du sujet. — 699. Exécution des diapositives stéréoscopiques sur papier. — 700. Coupe du négatif. — 701. Exécution des diapositives stéréoscopiques sur verre. — 702. Copie à la chambre. — 703. Examen des épreuves stéréoscopiques. — 704. Projections stéréoscopiques..... 590 à 596

CHAPITRE XIII

PHOTOGRAPHIE MILITAIRE

705-706. **Applications à la cartographie**..... 597
707. **Applications diverses.** — Relevé du point d'éclatement des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pages.

projectiles. — 708. Détermination du recul d'une pièce de canon. — 709. Photographie de projectiles animés de grandes vitesses. — 710. Utilité des images prises en séries. — 711. Utilité du document photographique pour conserver les résultats d'expériences. 598 à 601
712. Applications en temps de guerre. — 713. Photographie en ballon. — 714. en cerf-volant..... 601 à 606
715. **Photographie à grande distance**..... 606 à 608

CHAPITRE XIV

LA MICROPHOTOGRAPHIE

716. **Importance de la microphotographie.** — 717. Matériel nécessaire..... 609 à 610
Description systématique des principaux dispositifs employés en microphotographie. — 718. Appareils spéciaux. — 719. Horizontaux. — 720. Réunion de la chambre au microscope. — 721. Tube d'observation annexe. — 722. Appareils verticaux. — 723. à inclinaison. — 724. renversés. — 725. simplifiés. — 726. Emploi des larges tubes de microscope. — 727. Appareil Lemardeley... 610 à 622
728. **Technique spéciale de la microphotographie.** — 729. Éclairage. — 730. Emploi de l'héliostat. — 731. de la lumière électrique. — 732. de la lumière oxhydrique. — 733. Condensateurs. — 734. Du microscope. — 735. Choix des objectifs. — 736. Oculaire. — 737. Écrans colorés. — 738. Composition de divers liquides colorés. — 739. Choix des préparations. — 740. des plaques. — 741. Mode opératoire général. — 742. Mise au point. — 743. Opérations photographiques. — 744. Mesure du grossissement. — 745. Microscope solaire. — 746. Diapositives microscopiques colorées. — 747. Conclusion. — 747 *bis*. Du rôle de la microphotographie. 622 à 634
748. **Réduction microscopique**..... 634 à 636

CHAPITRE XV

PHOTOGRAPHIE JUDICIAIRE

749. **Des services que la photographie peut rendre à la justice et à l'instruction criminelle.** — 750. Photographie des pièces à conviction. — 751. Utilité de la photographie dans l'établissement des fiches anthropométriques. — 752. Exécution des photographies judiciaires. — 753. Dispositifs employés à la préfecture de police. — 754. Divers travaux originaux de M. Bertillon..... 636 à 642
755. **Utilité de la photographie dans la recherche des falsifications.** — 756. Recherche des falsifications par agrandissement. — 757. Avantages de la photographie pour l'examen et la comparaison des pièces nécessitant l'étude par le microscope..... 642 à 648

CHAPITRE XVI

PHOTOGRAPHIE MÉDICALE

758. **Nécessité d'une organisation spéciale.** — 759. Rôle de la photographie dans les études médicales..... 649 à 650
760. Installation de l'atelier. — 761. Choix du matériel, emploi de la chambre à double corps..... 650 à 652

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pages.

762. **Reproduction des attitudes typiques, des facies.** — 763. Photographie composite. — 764. Reproduction des modifications apportées aux pieds et aux mains. — 765. aux diverses parties de la face. — 766. à la peau ..... 652 à 656

767. Nécessité de l'emploi de la photographie instantanée. — 768. **De l'obtention du flou intentionnel dans la reproduction des tremblements** ..... 656 à 657

769. Reproduction des attaques, des crises. — 770. Utilité de la chronophotographie. — 771. Enregistrement continu de certains phénomènes ..... 657 à 660

772. Installation simplifiée. — 773. Emploi de la lumière artificielle. — 774. Son utilité pour la photographie des diverses cavités du corps humain ..... 660 à 663

775. Applications diverses à la chirurgie et à l'histologie. — 776. **Utilité des illustrations photographiques dans les publications médicales** ..... 663 à 664

CHAPITRE XVII

ASTRONOMIE

777. **Utilité de la photographie au point de vue des études astronomiques.** — 778. Photographie des astres sur plaque fixe. — 779. sur plaque mobile. — 780. Relevé des positions respectives des astres et de leurs variations d'aspect. — 781. Facilité d'exécution des mesures. — 782. Enregistrement des diverses phases d'un phénomène. — 783. Mesure de l'intensité lumineuse des différents astres ..... 665 à 667

784. **Examen des dispositifs nécessaires.** — 785. Choix des plaques. — 786. Photographie du soleil. — 787. de la lune. — 788. des éclipses. — 789. des étoiles. — 790. des étoiles multiples, des amas, des nébuleuses. — 791. des planètes. — 792. Supériorité de la plaque photographique sur la rétine. — 793. **Photométrie photographique** ..... 667 à 678

CHAPITRE XVIII

APPAREILS ENREGISTREURS

794. **Utilité de la photographie comme procédé d'analyse** ..... 679 à 680

795. **Enregistrement sur plaque fixe.** — 796. Reproductions d'éclairs. — 797. d'étincelles électriques. — 798. de feux d'artifices ..... 680 à 688

799. **Enregistrement sur plaque mobile.** — 800. au moyen d'un point lumineux d'intensité suffisante. — 801. au moyen d'un point lumineux surajouté. — 802. Enregistrement par l'intermédiaire d'un miroir renvoyant l'image d'une lumière fixe sur la plaque sensible. — 803. Méthodes particulières ..... 688 à 693

804. **Enregistrement sur plaques séparées.** — 805. Photographie des nuages. — 806. Enregistrement des phénomènes optiques .. 693 à 698

807. **Enregistrement de l'actinisme d'une source de lumière quelconque** ..... 698 à 699

808. **Chronophotographie** 699

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pages.

809. **Chronophotographie sur plaque fixe.** — 810. Installation d'un fond noir. — 811. Piste de M. Marey. — 812. Rotation d'un disque fenêtré devant la plaque. — 813. Chronographe pour contrôler la vitesse de fonctionnement. — 814. Nécessité d'un éclairage très intense. — 815. Photographie des trajectoires. — 816. Alternance des épreuves au moyen de deux objectifs fonctionnant l'un après l'autre. — 817. Dissociation des images à l'aide d'un miroir tournant. — 818. Dispositif pour photographier dans l'eau ..... 699 à 705

819. **Chronophotographie sur plaque mobile.** — 820. Possibilité d'opérer sur n'importe quel fond..... 705 à 707

821. **Chronophotographie sur plaques séparées.** — 822. Appareil du général Sebert. — 823. Appareil photo-électrique A. Londe. 824. Nouvel appareil de l'auteur. — 825. Discussion sur les conditions pratiques à réaliser dans l'exécution des séries chronophotographiques. — 826. Avantage de l'emploi de l'électricité dans certaines hypothèses..... 708 à 720

827. Appareils de MM. Anschutz, Édison, Demeny..... 720 à 722

828. **Synthèse du mouvement.** — 829. Procédé Muybridge. — 830. Anschutz. — 831. Demeny. — 832. Marey. — 833. Édison. — 834. Discussion sur la valeur des résultats obtenus. — 835. Projection des épreuves en mouvement..... 722 à 729

836. **De la valeur des photographies successives au point de vue artistique**..... 729 à 731

CHAPITRE XIX

LES LUMIÈRES ARTIFICIELLES

837. **Des limites imposées à l'opérateur par les variations de la lumière naturelle.** — 838. Diverses sources de lumière artificielle proposées. — 839. Emploi du magnésium. — 840. de la lumière électrique..... 732 à 735

841. Dispositifs employés pour la combustion du magnésium en fil. — 842. du magnésium en poudre. — 843. Divers modèles de lampes. — 844. Lampe à éclairs successifs ou à flamme continue. 735 à 738

845. **Emploi du magnésium combiné avec des substances oxydantes.** — 846. Diverses formules de photo-poudres. — 847. Dangers des photo-poudres. — 848. Procédés divers d'inflammation. — 849. Cartouche photogénique. — 850. Observation importante. 738 à 744

851. Quantité de photo-poudre à employer. — 852. Vitesse de combustion du magnésium en poudre et des photo-poudres. — 853. Comparaison du pouvoir éclairant..... 744 à 747

854. **Emploi de l'aluminium**..... 747

855. **Inconvénients des produits de combustion.** — 856. Dangers des brûlures occasionnées par le magnésium incandescent..... 747 à 749

857. **Pratique des lumières artificielles.** — 858. Portraits et groupes. — 859. Effets particuliers obtenus avec l'éclairage artificiel..... 749 à 751

860. **Reproduction d'objets non éclairés par la lumière naturelle**..... 751 à 752

861. **Reproduction d'intérieurs éclairés d'une manière insuffisante.** — 862. Suppression du Halo. — 863. Mode opératoire. 752 à 754

864. **Reproduction d'intérieurs éclairés à la lumière artificielle**..... 754 à 755

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pages.
865. Photographie au théâtre..... 755 à 757
866. **Conduite générale du développement dans le cas des négatifs obtenus à la lumière artificielle**..... 757

CHAPITRE XX

PHOTOGRAPHIE DES COULEURS

867. **Importance de la question.** — 868. Expériences de Becquerel. — 869. de Niepce de Saint-Victor. — 870. de Poitevin. — 871. de M. de Saint-Florent ..... 758 à 762
872. **Méthode de M. Lippmann.** — 873. Obtention de la couche sensible. — 874. Emploi d'une cuve formant surface réfléchissante. — 875. Mode opératoire. — 876. Considérations générales. 762 à 767
877. **Procédés indirects de photographie des couleurs.** — 878. Méthodes Cros et Ducos de Hauron..... 767 à 768
878. **Projections en couleur**..... 768 à 769

9758-95. — Corbeil. Imprimerie Éd. Crété.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires