

SCIENCE ET VIE

PHOTO-CINÉMA-OPTIQUE

NUMÉRO
HORS-SÉRIE
200F



LE NOUVEAU LUMIÈRE ELJY

Club



EN VENTE CHEZ
TOUS LES
NÉGOCIANTS-PHOTO
AGRÉÉS LUMIÈRE



8 vues 24x36
Objectif F/3,5 traité
Obt. Pose et 8 vitesses
de la seconde au 1/300°
Prise de flash.
Posemètre incorporé dans
l'appareil (LUMIPOSE)

8 photos réussies avec **ALTIPAN**
la pellicule des grands instantanés



PAS DE PHOTO SANS "LUMIÈRE"

Seul
le **Waterman DUO 7**,
le stylo le plus perfectionné du monde,
possède ces **3** supériorités

écriture
normale

écriture
fine

Plume réversible à 2 écritures

donnant, d'un côté l'écriture normale et de l'autre une écriture fine pour le carnet, les annotations, etc...

La cartouche d'encre

qui est le plus grand perfectionnement apporté au stylo depuis son invention. Ses avantages sont :

- recharge instantanée et propre (elle peut se faire même en gants blancs) à tout moment et en tout lieu,
- contenance plus grande,
- suppression de tout mécanisme.

Il ne fuit pas en avion

Grâce à son conduit compensateur à lamelles, le DUO 7, tenu normalement dans la poche, ne fuit pas en avion.

**LE
Waterman
DUO 7,**

présenté en écrin grand luxe avec un étui de sécurité contenant une cartouche de recharge pour le voyage, se fait en gris exclusif ou noir jais avec capuchon plaqué or laminé.. 7.950

Porte-mines à mine "Aiguille" assorti 2.950

Porte-mines JIF et porte-plume WATERMAN de 600 à 54.000 Frs

Waterman
DUO 7
A CARTOUCHE D'ENCRE

SOMMOR

LE PETIT FORMAT PHOTO ET CINÉMA

à la portée de toutes les bourses
et tous accessoires inédits et pratiques pour
l'amateur



WEEK-END

Format 24x36
6.600 fr.

De fabrication ultra-moderne en grande série, cet appareil malgré son prix modique offre tous les avantages du Petit Format et permet toutes les acrobaties : contre-jour, photos sportives, photos de près, intérieurs, et même la couleur.

1° Il utilise le film standard 24x36.
2° Objectif interchangeable à pas Leica permettant la macrophotographie.

3° Obturateur 1/25 à 1/250 de seconde à armement préalable et déclenchement doux évitant les « bougés ».

4° Prise synchronisée pour lampes Flash.

5° Viseur très clair type Galilée.
Livré avec objectif 3,5 avec mise au point de 0,80 à l'infini. 12.500 fr



La bobineuse SOMMOR

Magasin de 5 ou 10 m. de film.

Permet une économie de 40 % sur le prix du film 24x36 en cartouche. Vous enrroulez en plein jour dans votre chargeur le nombre de vues que vous désirez.

Avec Magasin 5 m. 1.933 fr.
Avec Magasin 10 m. 2.475 fr.

Pour ce magasin il existe des charges KODAK plein jour de 10 m.



BLOSCOP

à la fois
viseur sportif et
viseur d'angle

1° Pe met de surprendre grâce à la visée de 90°, de réussir des photos plus vivantes et amusantes : indispensable pour les photos d'enfants.
2° Un champ de 170° permet de voir arriver le sujet et de le prendre dès son entrée dans le champ de l'appareil. Evite les « bougés » si fréquents lorsque l'on prend des sujets en mouvement.
Prix 3.900 fr.



PRISMOR

La photo de près
aussi facile que
les sujets clas-
siques.

Il permet à tous ceux qui ont un appareil à télémètre couplé de se servir de celui-ci avec les lentilles Prommor. La mise au point est automatique. Le cadrage impeccable (PRISMOR corrige les erreurs de parallaxe).
Prix suivant modèles, depuis 8.000 fr.



l'agrandisseur SOMMOR

utilise l'objectif de
votre appareil

Modèle n° 1 pour appareil ELGY... 8.800 fr.
Modèle n° 2 pour appareil 3x4 (Lynx, Gallus, Derlux) 8.800 fr.
Modèle n° 3 pour appareil 24x36 à objectif fixe (Ontobloc, Orenac, Sem Kim) 10.200 fr.
Modèle n° 4 pour appareil 24x36 à objectif interchangeable (Leica-Foca Standard) 9.650 fr.

Cadre-cache SOMCOLOR

5x5

Permet la mise sous cache instantanée des KODACHROMES 5x5 livrés sous carton sans avoir à les démonter.

Les 20 1.000 fr.

La Tireuse TIRALUX

D'un très faible encombrement (12x6x5 cm.) elle permet le tirage de tous les négatifs du 24x36 au 6x9 en bande ou cliché isolé. Très utile pour le tirage en série. Peut servir de visionneuse. 4.900 fr.

FILMAPRESSE

Châssis - presse perfectionné, tirage en bande ou cliché isolé 24x36 à 6x9 576 fr.



Nos produits spéciaux pour le développement



AMINOLOR

Révéléateur universel ultra-concentré. A diluer dans 30 à 50 fois son volume d'eau : 200 cm³.
..... 480 fr.

LIQUOFIX

Fixage rapide concentré. A diluer dans 8 fois son volume d'eau : 200 cm³ 181 fr.

SUPERMOUILLANT

Facilite le séchage des films. Permet un glaçage impeccable..... 181 fr.

TRIAZOLOR

Permet l'emploi de papiers périmés..... 181 fr.

Et la nouveauté la plus sensationnelle de l'année...

ARMOR CAMERA

Le cinéma à votre portée, plus facile et moins cher que la photo.

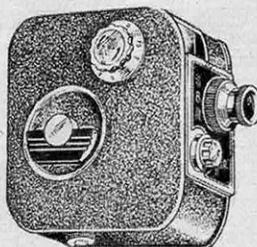
Caméra 8 $\frac{m}{m}$. Utilise le film double 8 noir ou couleur en bobine standard de 7 m 50. Chargement en plein jour.

Prise de vues continue ou vue par vue pour titrage, truquage, dessins animés.

Objetif interchangeable.
Élégante, simple et robuste, elle est livrée avec dragonne.

avec obj. ARMORYL de 12 $\frac{m}{m}$ 5 13.400 fr.

avec obj. ROUSSEL 2,5 de 12 $\frac{m}{m}$ 5 17.600 fr.



Demandez ces articles à votre revendeur habituel. Si vous ne les trouvez pas, demandez notre documentation et nous vous ferons parvenir l'adresse de notre agent le plus proche de votre domicile. Prix au 15 février 1952. Taxe locale en plus.

Gros exclusivement SOMMOR, 174, bd Voltaire, Paris XI^e

SOCIÉTÉ DES LUNETTIERS

ANNAPURNA 8078^m
3 Juin 1950



Les membres des Expéditions à l'HIMALAYA
(Annapurna 1950 - Nanda Dévi 1951)
avaient exclusivement adopté les verres
scientifiques, correcteurs et protecteurs

Stigmal

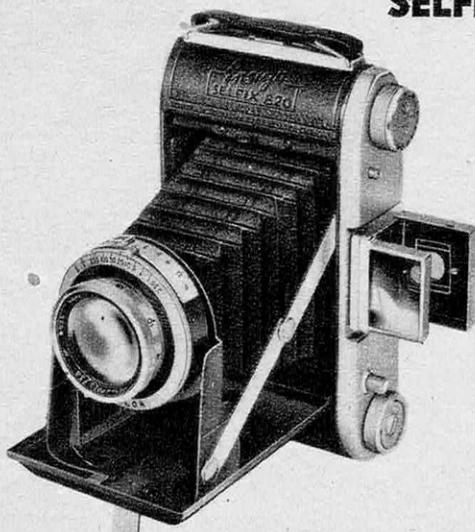
EN VENTE CHEZ TOUS LES OPTICIENS SPÉCIALISTES



Ensign

deux appareils sensationnels...

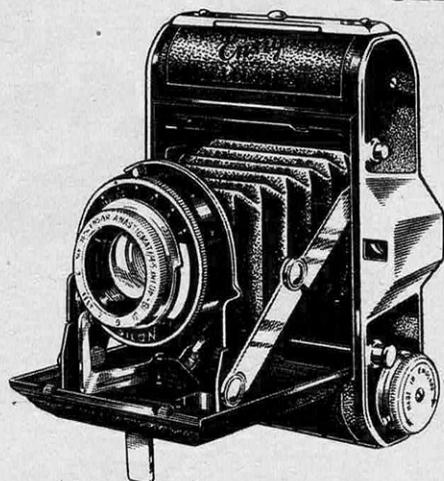
SELFIX "820"



- Objectif ROSS XPRES $f/3,8$ (traité).
- Format 6×9 ou 6×6 .
- Blocage contre doubles poses.
- Déclencheur sur le boîtier.
- Objectif traité.
- Obturateur de précision (1 sec. à $1/250$).
- Prise flash.
- Viseur type Albada.
- Sac "tout prêt" en supplément.

PRIX : **22.500 FR.**

SELFIX "1620"



- Objectif ENSAR $f/4,5$ (traité).
- Format $4,5 \times 6$.
- Déclencheur sur boîtier.
- Obturateur $1/25$ à $1/300$.
- Prise flash.
- Viseur optique.

PRIX : **16.500 FR.**

CES DEUX APPAREILS EMPLOIENT
LES BOBINES 6×9 gros ou petit AXE.

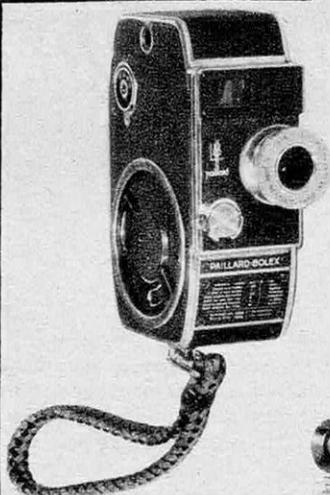
...imbattables pour le prix et la qualité

LIVRAISONS IMMÉDIATES. TOUTES QUANTITÉS.
EN VENTE DANS TOUTES LES BONNES MAISONS.

GROS et NOTICES ILLUSTRÉES: Ets J. CHOTARD, 22, rue Bobillot, PARIS - 13^e

LA QUALITÉ PAILLARD

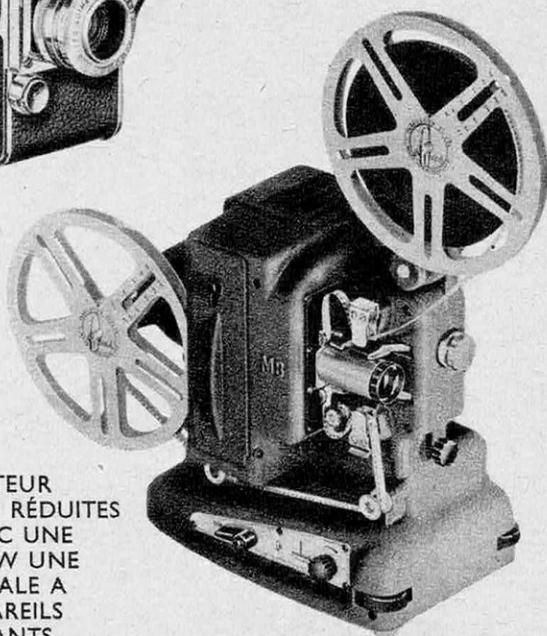
EST A LA BASE
DE TOUS LES SUCCÈS
CINÉMATOGRAPHIQUES



L. 8 — CAMÉRA DE
POCHE DOTÉE DE
TOUS LES
PERFECTIONNEMENTS



H. 16-H. 8
CAMÉRAS A TOURELLE
OFFRANT TOUTES LES
POSSIBILITÉS DES
APPAREILS PROFESSIONNELS :
RALENTI, VUE PAR VUE,
MARCHE ARRIÈRE.



M. 8 — PROJECTEUR
DE DIMENSIONS RÉDUITES
DONNANT AVEC UNE
LAMPE DE 500 W UNE
LUMINOSITÉ ÉGALE A
CELLE DES APPAREILS
LES PLUS PUISSANTS.



CHEZ LES NÉGOCIANTS EN MATÉRIEL CINÉ
VENTE EN GROS ET DÉMONSTRATIONS

TIRANTY

106, BOULEVARD HAUSSMANN - PARIS

LES PRODUCTIONS



6x6

DAUPHIN I

Toute nouvelle création, étudiée dans ses moindres détails, donne à l'utilisateur la plus complète satisfaction. Surnommé le 6x6 du succès! 12 vues sur pellicule 6x9. Objectif Boyer. Viseur reflex assurant un cadrage instantané et facile sur image toujours nette. Prix très abordable.



D'ASSAS

Une formule moderne, 12 vues 6x6 sur pellicule 6x9 dans la présentation des 24x36. Objectif anastigmat Topaz Boyer 1/4,5 F = 75 m/m et obturateur au 1/200' avec prise de flash sur tube télescopique. **D'Assas IV** : mêmes caractéristiques mais obturateur à vitesses lentes et poussoir sur le boîtier. (Obj. Saphir Boyer 1 : 4,5).



DAUPHIN III

Utilise la pellicule standard 6x9 permettant 12 vues. Grand viseur reflex assurant un cadrage instantané et facile. Objectif anastigmat Topaz Boyer 1 : 4,5 traité. Obturateur au 200' avec prise de flash. Entièrement métallique. Fabrication et présentation très soignées.



6x9

CYCLOPE

6x9 de grande précision. Toujours prêt, robuste, indérégable. Conception entièrement nouvelle : la distance nécessitée entre l'objectif de 105 m m de longueur focale, normale pour le format, et le film est obtenue par un jeu de miroirs à 45°. Obturateur Prontor II. Un télémètre spécial étudié par Alsaphot peut s'adapter sur cet appareil.

EN VENTE CHEZ VOTRE

ALSAPHOT

24x24

MEMOX III

Véritable chasseur d'images. Format 24x24
Son volume permet de le tenir dans le creux de la main. Permettant 50 vues sur pellicule 24 x 36 avec possibilité de couper le film à tout moment sans attendre la fin du rouleau. Objectif Topaz Boyer I : 3,5 - F 35 m/m traité. Obturateur au 200' avec prise de flash.

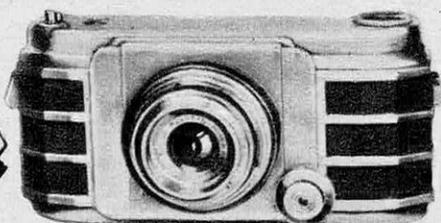


ALSAFLEX

La révélation de la saison

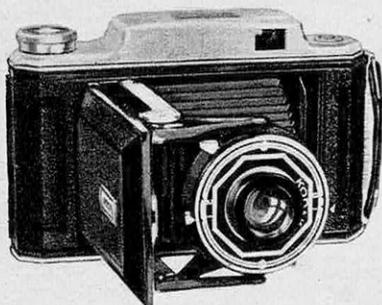
Format 24 x 24. Film standard 35 m/m. Appareil reflex en chambre noire, mono-objectif à image totalement redressée. Comporte un télémètre à coïncidence de grande précision. Objectif à grande ouverture interchangeable. Obturateur métallique à volets au 1/2400' - avec un rendement maximum de luminosité et de netteté. Appareil de grande classe pour les utilisations les plus diverses et les plus difficiles. Le plus racé des reflex.

Breveté en France et à l'étranger



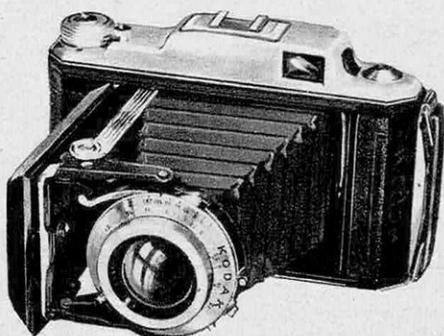
FOURNISSEUR HABITUEL

SALON DE LA PHOTOGRAPHIE : HALL 54 - STAND 5



des goûts...

Pour tous les goûts, pour toutes les bourses, KODAK fabrique l'appareil de qualité. De l'A Modèle 10 (F. 7.050 + t.l.) au 3,5 Modèle 40 (F. 23.700 + t.l.) en passant par les 6,3 et les 4,5, KODAK offre la gamme d'appareils 6x9 la plus complète. S'ils diffèrent les uns des autres, notamment par la complexité de leur optique, l'étendue de leur gamme de vitesses, ils bénéficient tous de la robustesse, du fini et de la précision KODAK.



et des couleurs...

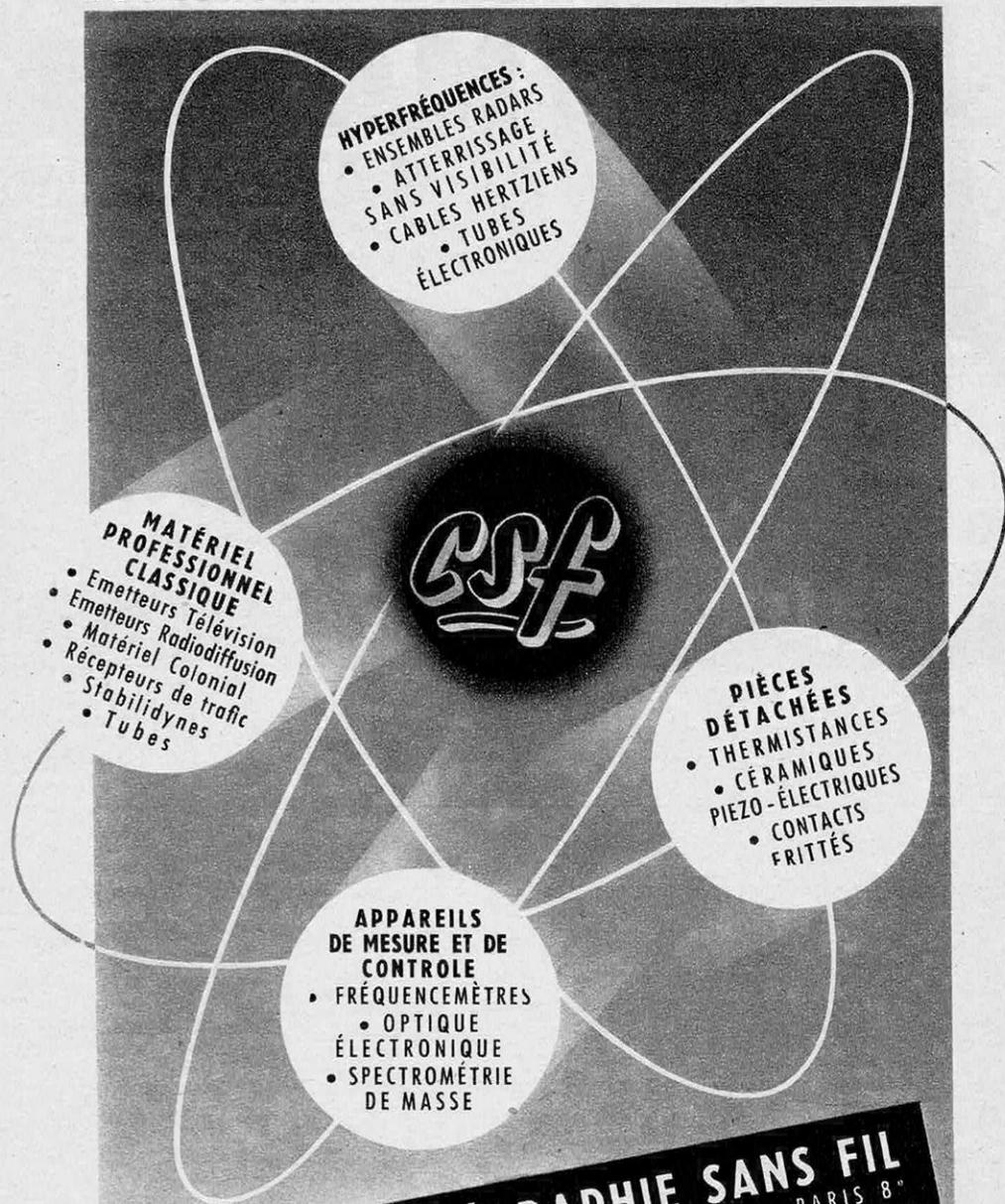
Que vos préférences aillent au noir ou à la couleur, KODAK vous offre le film grâce auquel vous ne connaissez que des réussites. Le Film KODAK Plus-X allie la sensibilité à la finesse de grain. Il permet à la fois les instantanés les plus rapides et les plus forts agrandissements. Le Film KODACHROME 24 x 36, vous ouvre le royaume de la couleur. Dès la première bobine, vous obtiendrez des clichés qui vous émerveilleront par leur beauté, leur vie et leur fidélité.

clic-clac, merci...

... Kodak

Kodak Pathé S.A.F., 17, Rue François-1^{er} - PARIS

RECHERCHES * ÉTUDES * PRODUCTION



HYPERFRÉQUENCES :

- ENSEMBLES RADARS
- ATTERRISSAGE SANS VISIBILITÉ
- CABLES HERTZIENS
- TUBES ÉLECTRONIQUES

MATÉRIEL PROFESSIONNEL CLASSIQUE

- Émetteurs Télévision
- Émetteurs Radiodiffusion
- Matériel Colonial
- Récepteurs de trafic
- Stabilidynes
- Tubes

PIÈCES DÉTACHÉES

- THERMISTANCES
- CÉRAMIQUES PIEZO-ÉLECTRIQUES
- CONTACTS FRITTÉS

APPAREILS DE MESURE ET DE CONTRÔLE

- FRÉQUENCEMÈTRES
- OPTIQUE ÉLECTRONIQUE
- SPECTROMÉTRIE DE MASSE

C^{IE} G^{LE} DE TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

SIÈGE SOCIAL : 79, BOULEVARD HAUSSMANN - PARIS 8^e



CENTRES DE RECHERCHES TECHNIQUES

- CENTRE "MAROC" 23, RUE DU MAROC - PARIS 19^e * BOT. 17.06 - 66-50 et 51
- CENTRE "PUTEAUX" • ATELIERS "MALAKOFF"
- CENTRE "BUTTES-CHAUMONT"
- CENTRE EXPERIMENTAL DE "CORMEILLES-EN-PARISIS"

PUBLIPHOT-PARIS



LAMPE A ÉCLATS MAZDA

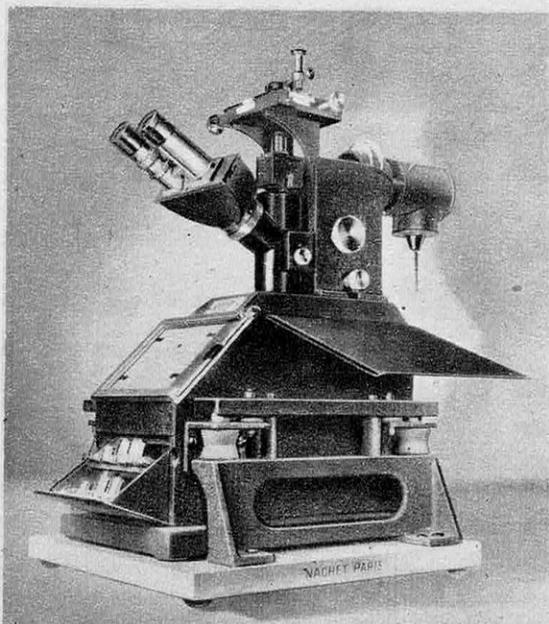
TE 200

Permet les instantanés les plus
"sensationnels"
de jour et de nuit.



Pour tous renseignements et applications
consulter nos services techniques :
COMPAGNIE DES LAMPES, 29, Rue de Lisbonne - PARIS-8^e

E 17



DE NOUVEAUX MICROSCOPES
de classe internationale
sont présentés en 1952 par

NACHET

spécialiste du microscope scientifique.
Depuis plus d'un siècle, il équipe les
grands laboratoires officiels et privés.

**BIOLOGIE — MINÉRALOGIE
PHOTOMÉTALLOGRAPHIE
MICRO ET MACROPHOTOGRAPHIE
CONTRASTE DE PHASE VARIABLE**

(Brevet du C.N.R.S.)

Précisez la nature de vos recherches et demandez à NACHET ses catalogues SV 52
Il vous guidera dans votre choix.

17, rue Saint-Séverin, PARIS-V^e

Tél. : ODÉon 39-26 et 61-26

POUR VOS PHOTOS
ET VOS FILMS

faites à confiance

PHOTO-PLAIT

35 A 39, RUE LAFAYETTE - PARIS (9^e)

*"la maison adoptée
par les meilleurs amateurs"*

ET QUI POSSÈDE EN STOCK LES DERNIÈRES NOUVEAUTÉS

qui vous conseillera
et vous guidera
pour vos achats d'appareil photo,
de cinéma, de radio,
d'agrandisseur,
de jumelles,
de phono, de disques, etc...

L'ALBUM - CATALOGUE GÉNÉRAL 1952, (Photo,
Cinéma, Radio, Phono, Optique et tous accessoires)
est adressé franco contre 100 frs remboursables
sur le premier achat de 1.000 frs.

TOUS LES APPAREILS SONT VENDUS GARANTIS 2 ANS
AVEC FACULTÉ D'ÉCHANGE

FACILITÉS DE PAIEMENT

pour la Métropole

SERVICE SPÉCIAL D'EXPÉDITIONS PAR AVION

pour la France d'Outre-Mer

SUCCURSALES A PARIS :

142, RUE DE RENNES (6^e)

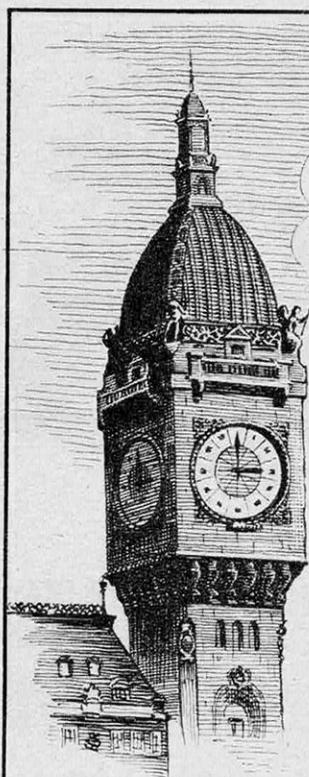
12, AVENUE FRANKLIN-D.-ROOSEVELT (8^e)

142, RUE DE RIVOLI (1^{er})

104, RUE DE RICHELIEU (2^e)

15, GALERIE DES MARCHANDS (Gare St-Lazare)

6, PLACE DE LA PORTE CHAMPERRET (17^e)



d'un coup d'œil...

et aussi facilement que vous lisez l'heure, vous lirez

TEMPS DE POSE ET DIAPHRAGME

sur votre

REALT

LE POSEMÈTRE à cellule photo-électrique le plus pratique du monde, livré avec 4 cadrans interchangeables étalonnés recto-verso pour 8 émulsions (de 22 à 33 degrés) et pour toutes vitesses d'obturation.

Pour les cinéastes, REALT livre en supplément 3 cadrans doubles (toutes émulsions) pour 8, 16, 24, 32, 64, 80 images, soit les vitesses de 1/16^e à 1/160^e de seconde.

En vente chez tous les revendeurs photographiques.

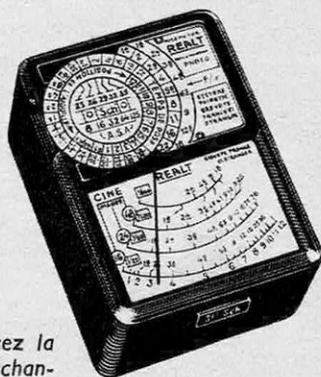
Pour documentation gratuite N° S. V.

Écrire à REALT-PHOTO
95, rue de Flandre — PARIS

Tél. : NORd 56-56

Et si vous développez vous-même, utilisez la cuve REALT à bande séparatrice interchangeable tous formats.

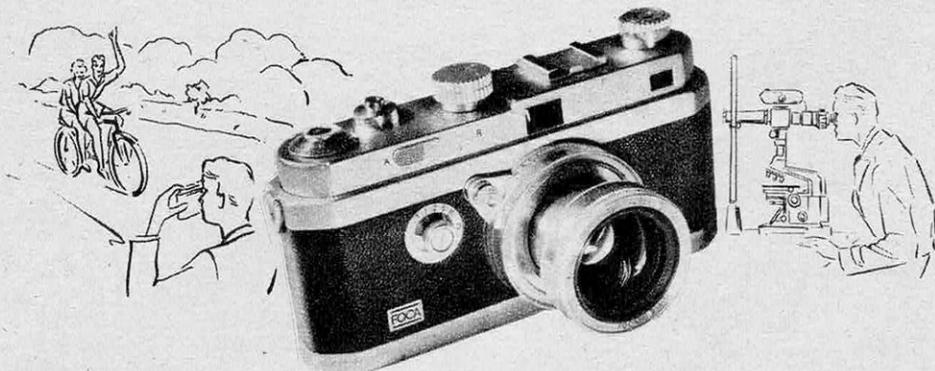
REALT épargne plus qu'il ne coûte.



Prisma - Éditions et Publicité

®

EN WEEK-END *Comme* AU TRAVAIL



TOUJOURS PRÉSENT !

Grâce au FOCA, le compagnon des jours de détente, vous fixerez le souvenir de vos excursions, de vos vacances et des événements familiaux. Vous réussirez de splendides images en couleurs, de remarquables photos d'intérieur.

Le FOCA sera aussi un précieux auxiliaire dans vos travaux. Son format 24 x 36, ses objectifs interchangeables, sa précision scientifique, vous permettront la reproduction d'objets ou de documents, la constitution d'archives sous un faible volume, la microphotographie, etc...



L'APPAREIL FRANÇAIS DE HAUTE PRÉCISION

100 ANS au service de l'OPTIQUE

DE LA
PLUS
GRANDE



BALISAGE MARITIME ET AERIEN

à optique de FRESNEL



ÉCLAIRAGE PUBLIC - PRIVÉ

Lanternes à Miroirs



ÉCLAIRAGE CHIRURGICAL

Scientifique, rationnel,
mobile - sans ombre

Le Scialytique
Le Superscialytique



A LA
PLUS
PETITE



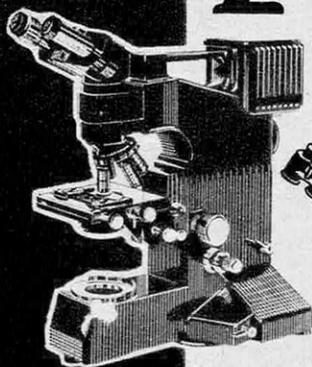
OPTIQUE SCIENTIFIQUE

Microscopes de tous
typès. Loupes Binoculai-
res stéréoscopiques.



OPTIQUE DE PRÉCISION

Jumelle à prisme
MILLI - NIKAL - OcéAN - ARMÉE
à optique traitée.



R. L. Dupuy

- ★ Le phare le plus puissant du monde : 500000000 b
- ★★ Grand microscope universel pour recherches scientifiques

BBT



82, rue Curial, PARIS-19^e
- France



M^R LEROY I^{ER} OPTICIEN DE PARIS
vous dit :

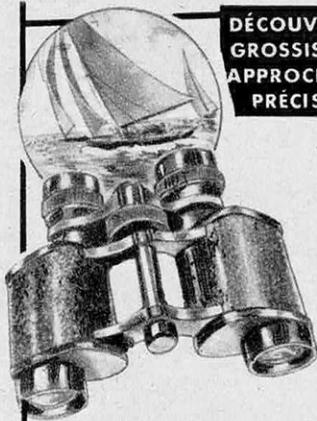
CHOISISSEZ vos LUNETTES
COMME SI VOUS ÉTIEZ A PARIS

L'Opticien LEROY, créateur de la Mode en Optique, vient d'éditer un catalogue, dans lequel vous choisirez les lunettes modernes que l'on porte en ce moment dans la Capitale.

En remplissant le questionnaire joint à notre Catalogue, vous

nous permettrez d'établir - à vos mesures - des lunettes parfaites. *Decoupez ou envoyez le bon ci-dessous pour recevoir le catalogue gratuit.*

Profitez des nouveaux verres
STUDIO-PONCTUEL



**DÉCOUVREZ,
GROSSISSEZ,
APPROCHEZ,
PRÉCISEZ**

EMBELLISSEZ vos LOISIRS
EN VOYAGE, AU STADE, EN EXCURSION, AUX COURSES, ETC...

Grâce à la nouvelle jumelle panoramique POLAIRE. Payable en 10 mensualités de + 2.500 fr. à la commande. **1.250 fr.** Etui de luxe compris.

Demandez tous détails sans engagement en utilisant le coupon ci-dessous.

JUMELLE

POLAIRE

PUISSANTE : GROSSIT 8 FOIS - LUMINEUSE - PEU ENCOMBRANTE - LÉGERE.

ÉCRIVEZ-NOUS

Postez aujourd'hui même le bon ci-contre pour recevoir gratuitement notre catalogue illustré et toute documentation.

BON

pour recevoir, sans frais, catalogue illustré et toute documentation pour commande par correspondance.

93

Je suis particulièrement intéressé par (rayer la mention inutile).

**JUMELLES
LUNETTES**

NOM

ADRESSE

OPTICIEN LEROY, 30, R. VIVIENNE, PARIS (2^e)

LE DERNIER CRI DE LA TECHNIQUE MODERNE

**LE BÉBÉ
IMPERATOR**

AGRANDISSEUR

SPÉCIAL
pour films

24x36

AGRANDIT sans limite de dimension
PROJETTE jusqu'à 3 mètres 50

RAPPORTS 2 à 100
LINÉAIRES

FONCTIONNE

en LUMIÈRE DIFFUSE utilisant une lampe
— — SEMI-DIRIGÉE — — —
— — DIRIGÉE — — —

OPALINE
DEMI-DÉPOLIE
CLAIRE

Essayez donc de placer dans votre AGRANDISSEUR une lampe claire ou dépolie. Vous aurez la désagréable surprise de voir le filament reproduit sur la table. **POURQUOI ?**

**LE PLUS RAPIDE CONNU A CE JOUR
NE CHAUFFE PAS**
Reproducteur pour la radiographie

DESSINS, PLANS, DOCUMENTS.

Permet le microfilmage, photocopie
de tous les documents jusqu'à 1 mètre 50
UNIQUE AU MONDE

MM. les Professionnels qui ont si souvent des difficultés imprévues à surmonter apprécieraient certainement la possibilité de passer d'un éclairage à l'autre selon les exigences de leurs travaux.

VOTRE AGRANDISSEUR PRÉSENTE-T-IL TOUTES CES QUALITÉS ?

TOUS FORMATS 24x36 - 6x6 - 6x9 - 9x12 - 10x15 - 13x18 - 18x24 c/m

Catalogue 38 pages sur demande affranchie

CENTRE DE DÉMONSTRATIONS DU MARDI AU SAMEDI DE 14 h. à 18 h. 30

Éts HOUPPÉ. 34, RUE DE PROVENCE — PARIS-IX^e

TROIS RÉALISATIONS TECHNIQUES EXEMPLAIRES

Les appareils triple format

6×9 — 6×6 — 4×6

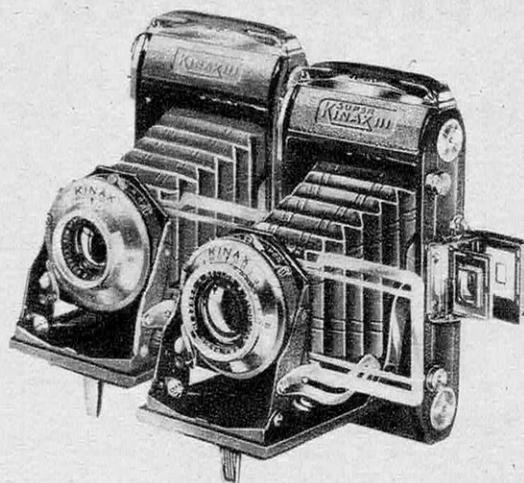
KINAX III et SUPER KINAX III

Remarquables par l'élégance de leur présentation, leur fini irréprochable, leur encombrement et leur poids réduits, ces deux KINAX ont l'avantage de permettre la photographie sur trois formats — 6×9, 6×6 et 4×6 cm — au gré de l'opérateur.

Cette possibilité nouvelle dans le domaine photographique est obtenue sans risque d'erreur grâce à un triple voyant dans lequel sont lus les numéros-repère des vues et la désignation du format utilisé. En 6×9, la visée reste normale avec le viseur optique; en 6×6 et en 4×6, elle est faite en adjoignant à ce dernier, un viseur iconomètre giratoire et escamotable à l'arrière du porte-objectif.

Ces appareils comportent encore les caractéristiques générales suivantes : système de blocage de la pellicule remédiant à toute double exposition; table de profondeur de champ gravée sur la plaque de l'obturateur; déclenchement sur boîtier.

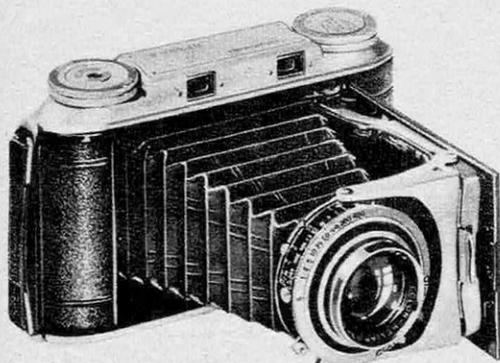
Le KINAX III est équipé avec objectif traité F : 4,5 de 105 mm et obturateur IPO à 10 vitesses, de la seconde au 1/350^e et pose B, avec retardement et prise synchro-flash.



Le SUPER-KINAX III est muni de l'objectif Bellor F : 3,5 de 100 mm à 4 lentilles traitées avec mise au point par déplacement de la lentille frontale, du viseur automatique Kolinax à lentilles et miroirs traités et de l'obturateur IPO à 10 vitesses (seconde au 1/350^e et pose B), avec retardement et prise synchro-flash.

Tous deux utilisent la pellicule GEVAPAN (620) à petit axe permettant d'obtenir 8 vues 6×9, 12 vues 6×6 ou 16 vues 4×6 cm.

LE BESSA II Voigtlander 6×9 à télémètre couplé



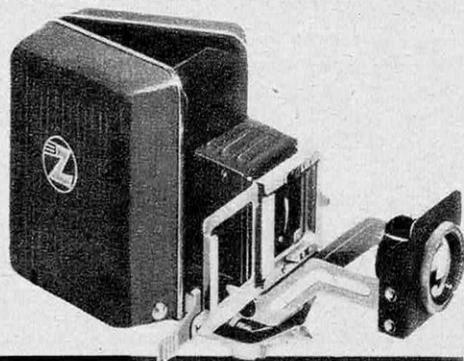
L'appareil de classe répondant parfaitement à tous les désirs des amateurs expérimentés. Corps en métal léger, finement gainé, partie supérieure du boîtier et porte-objectif chromés mat. Objectifs Color Héliar ou Color Skopar, F : 3,5 de 105 mm, spécialement étudiés pour la photo en couleurs. Obturateur Compur MX de la seconde au 1/500^e, et pose B, avec retardement et prise synchro-flash. Télémètre couplé permettant une mise au point rapide et sûre. Indicateur de profondeur de champ. Déclenchement par levier escamotable encastré dans l'abattant.

Le BESSA II permet d'obtenir 8 vues 6×9 sur pellicule GEVAPAN (120) à gros axe.

LE PROJECTEUR Voigtlander ZETT 35

Ce petit projecteur pour vues 24×36 montées sur cadres 5×5, se présente sous la forme d'un coffret pliant d'un volume extrêmement réduit qui le rend facilement transportable. En l'ouvrant par une simple pression des pouces sur le couvercle, la mise en batterie s'opère automatiquement. Mise au point par rotation de l'objectif Voigtlander Projektos F : 2,5 de 80 mm.

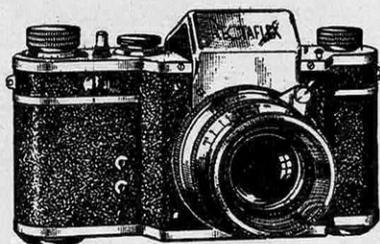
Le VOIGTLANDER ZETT 35 se branche sur courant 110 volts, ou sur 220 volts avec résistance spéciale.



ODÉON-PHOTO

PRÉSENTE

Le "RECTAFLEX" ...



REFLEX INTÉGRAL 24 × 36 $\frac{m}{m}$
doublé du système télémétrique

STIGMOMÈTRE

apporte une solution logique, précise,
efficace au problème multiple

MACRO ET MICROPHOTO
PHOTOGRAPHIE NORMALE
TÉLÉPHOTOGRAPHIE
EN NOIR OU COULEURS

Le "DUOSCOPI" ...



VISIONNEUSE ÉPIDIASCOPIQUE

pour l'examen des cadres 5×5, bandes
24×36 et films dentaires par transparence.
Vision des tirages 24×36, timbres-poste,
billets de banque, échantillons tissus, etc.
Grossissement 3x et 6x.

Renseignez-vous à

ODÉON - PHOTO

110, boul. St-Germain - PARIS - 6^e

Catalogue PHOTO-CINÉ franco

ÉCOLE RÉGIONALE D'OPTIQUE-LUNETTERIE DE LILLE

Fondée en 1935 par Autorisation Ministérielle

Préparation scientifique et pratique au
diplôme d'OPTICIEN-LUNETIER
de l'École, agréé par l'État

Cycle des études : 1^{re}, 2^e, 3^e années.
Cours mixtes : Pas de limite d'âge.
Condition d'admission : *Baccalauréat
obligatoire*

Pour tous renseignements, écrire au
Directeur de l'École d'Optique-Lunetterie

91, rue Brûle-Maison - LILLE
(Nord)

Verrières de Goetzenbruck

WALTER, BERGER & C^o S. A.

7, Place de Bordeaux, STRASBOURG (B.-Rh.)

TÉL. : 511-03

Verres optiques



Extra - Blancs
et Couleurs.

Verres solaires



à absorption
garantie.

EN VENTE CHEZ TOUS
LES OPTICIENS

Verres spéciaux



pour soudure.



SYNERGIE

S.C.I. PATHÉ

*créateur du format 9,5,
a réalisé pour l'amateur:*

LES CAMERAS

WEBO A ★ NATIONAL II ★ WEBO M

LES PROJECTEURS

JOINVILLE ★ MARIGNAN

LE SON MAGNÉTIQUE

LES PELLICULES ★ LA FILMATHÈQUE

*Notices et brochures gratuites sur simple demande
adressée à S.C.I. PATHÉ - 14, Avenue de la Plage
Joinville-le-Pont (Seine)*

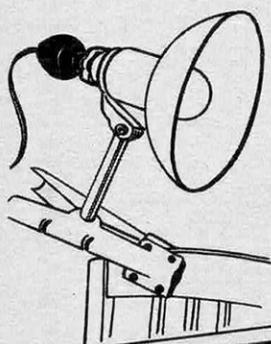


Pathé-Baby



*Réussissez de
beaux instantanés
chez vous...*

... même avec un "BOX"
avec seulement trois projec-
teurs LITAPINCE



Les LITAPINCE se posent
ou se pincent instantané-
ment partout.

Les LITAPINCE s'orientent
en tous sens.

Les LITAPINCE sont munis
de réflecteurs optiques 2
à 10 fois plus puissants
que les réflecteurs ordi-
naires, selon les modèles.



1 : 9-1/25^e de seconde
Pellicule Plus X
2 LITAPINCE avec ré-
flecteurs standards et
lampes flood de
250 watts.
1 LITAPINCE sans ré-
flecteur avec lampe
à miroir 100 watts.



DOCUMENTATION : LITA
26, rue Jules Guesde - ALFORTVILLE
(Seine) Tél. : ENTrepot 17-61

STROBOSCOPES CHEMICHEN

Observez en plein jour le travail de vos machines tournant à pleine vitesse comme si elles étaient arrêtées ou tournaient au ralenti.

Mesurez à distance leur vitesse de rotation ou la fréquence de leurs vibrations.

L'un de nos modèles existant
résoudra votre problème

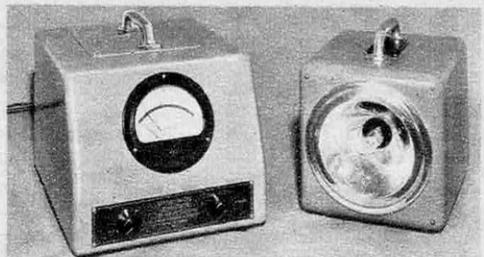
STROBOTORCHES pour garages ou ateliers,
STROBOTEXTILE.

STROBOSCOPES. B3, B4, B5 pour l'industrie,
modèles spéciaux donnant jusqu'à 1 000 éclairs
seconde.

Ces modèles ont en commun les caractéristiques
suivantes :

LUMIÈRE BLANCHE. — La lumière produite
par la lampe spéciale est une lumière blanche extrê-
mement actinique permettant aisément la photographie.

GRANDE PUISSANCE LUMINEUSE. — Les
éclairs fournis par nos stroboscopes ont une puissance
lumineuse considérable permettant aisément l'obser-
vation en plein jour.



**ROBUSTESSE ET SIMPLICITÉ DE MANŒU-
VRE.** — Le fini des fabrications garantit la solidité des
appareils, en outre les organes de manœuvre réduits
au strict minimum ne permettent aucune fausse
manœuvre.

Les appareils peuvent être mis entre les mains de
personnel non spécialisé.

UTILISATIONS :

- MESURE DE LA VITESSE DE ROTATION OU DE LA FRÉQUENCE D'UN MOUVEMENT PÉRIODIQUE (broches de filatures, meules, objets inaccessibles).
- EXAMEN DES OBJETS EN MOUVEMENT.
- CONTRÔLE DE L'IMPRESSIION EN CONTINU sur tissus ou papiers peints.
- ÉTUDE ET RÉGLAGE DES MOTEURS, TURBINES, etc.
- EXAMEN DES MÉTIERS A TISSER, TRICOTEUSES, TORONNEUSES, RETORDEUSES...
- ÉTUDE DES DÉFORMATIONS OU VIBRATIONS DE PIÈCES EN MOUVEMENT.
- APPLICATIONS MÉDICALES.

DOCUMENTATION :

**LA PRÉCISION SCIENTIFIQUE
ET INDUSTRIELLE**

48, rue de Londres, PARIS-8^e — EUR. 35-56

En tête
DES
6x6 FRANÇAIS



**LOUPE
COMPLEMENTAIRE
DE VISEE**
COUVRANT INTEGRA-
LEMENT LE CHAMP.

**LENTILLE PLAN
CONVEXE**
POUR MISE AU POINT
DONNANT LE MAXIMUM
DE LUMINOSITE

**MANIVELLE A RETOUR
AUTOMATIQUE**
POUR
AVANCE AUTOMATIQUE
DU FILM.

OBJECTIF DE VISEE 2,8
TRAITE 3 LENTILLES
BERTHIOT OU
ANGENIEUX

**OBJECTIF PRISE
DE VUE 3,5 TRAITE**
4 LENTILLES FLOR
BERTHIOT OU
ANGENIEUX

**OBTURATEUR: POSE B
ET 9 VITESSES DE LA
SECONDE AU 1/400^e**
PRISE DE FLASH
PRISE DE DECLENCHEUR

**LEVIER
DE DECLENCHEMENT**
BLOCAGE AUTOMATIQUE
DE L'OBTURATEUR
APRES CHAQUE VUE



**VISEUR SPORTIF
AUTOMATIQUE
A CADRE**
PERMETTANT LA VISEE
PAR TOUS LES TEMPS

**BOUTON DE MISE
AU POINT**
AVEC TABLE DE
PROFONDEUR DE
CHAMP AUTOMATIQUE

5 MODELES

- STANDARD 3,5
- _____ 3,8
- _____ 4,5
- OTOMATIC 3,5
- _____ 3,8

SEMFLEX

En exclusivité chez les revendeurs spécialistes



Achetez
votre matériel
PHOTO-CINÉ

...avec
toutes

LES

GARANTIES
DE
SATISFACTION

Seul

le **STUDIO-PHOTO-WAGRAM** peut
vous faire bénéficier d'une telle somme
d'**AVANTAGES GRATUITS** :

- Jusqu'à **3 ANS DE GARANTIE**.
- **CRÉDIT** sans majoration de prix
(2% d'escompte au comptant).
- **POSSIBILITÉ D'ÉCHANGE** même
pour un article d'un prix inférieur.
- **REMBOURSEMENT** si non satisfac-
tion.
- **CONSEILS TECHNIQUES gratuits.**
- **LIVRAISONS RAPIDES** sous em-
ballages soignés (franco de port
au dessus de 1.500 francs).
...et droit de participation au

TOURNOI PHOTOGRAPHIQUE
permanent doté de
600.000 francs de prix

**STUDIO
PHOTO WAGRAM**

15^A RUE DU COLONEL-MOLL - PARIS-17^E

BON S 4 pour recevoir gratuitement et
sans engagement l'une des
brochures documentaires ci-après (rayez les titres
ne vous intéressant pas) : " Comment choisir votre
appareil photo ", " Réalisez votre rêve : faites du
cinéma ", " Le laboratoire photographique à la
portée de tous ". Pour recevoir 2 ou 3 brochures,
joindre 50 frs (remboursables au premier achat)
par titre supplémentaire.

M.....

(en majuscules)

Adresse complète

.....

ALPA
PRISMA
REFLEX

Il est venu plus tard...
Ses possibilités sont plus grandes



FABRIQUE PAR PIGNONS S.A. SUISSE

AGENTS POUR LA FRANCE

SARINE S.R.L.

16, B^D GAMBETTA, NICE

ALPA
PRISMA
REFLEX

PHILOPTIC

*Vous permet de réaliser
30 Instruments d'optique*

**MICROSCOPES
LUNETTES ETC**

*facilement montables
& démontables.*



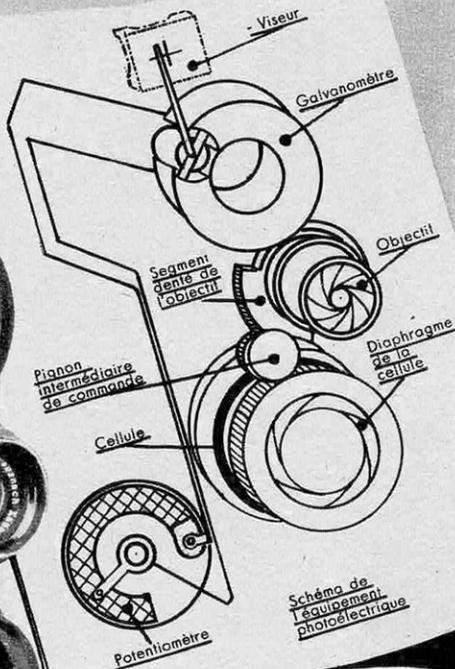
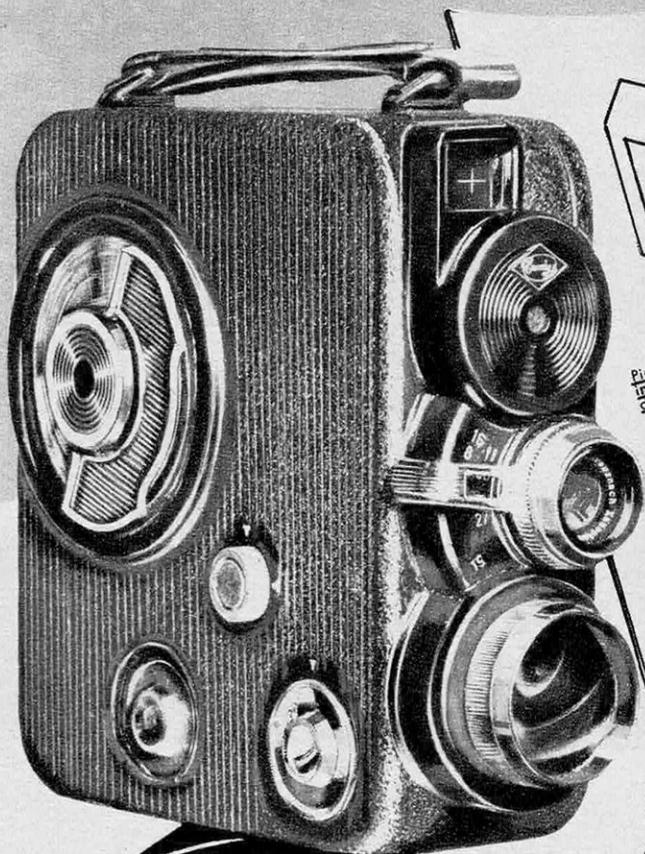
POUR LE PRIX
D'UN SEUL

SRPI

**SOCIÉTÉ DE RECHERCHES ET DE
PERFECTIONNEMENTS INDUSTRIELS**
87, Av. du Prés.-Wilson, PUTEAUX (Seine). Tél. LON 20-10
RENSEIGNEMENTS SUR DEMANDE A LA SOCIÉTÉ

Salon Photo-Optique : Stand 55-13

V. de MENDEZ



CAMÉRA A CELLULE PHOTOÉLECTRIQUE COUPLÉE AU DIAPHRAGME

Le mécanisme de la caméra **EUMIG** est une merveille de précision.

La cellule couplée avec le diaphragme a fait ses preuves depuis plus de 18 ans. Les dizaines de milliers de Caméras **EUMIG** que possèdent les amateurs et la vogue toujours constante de ce modèle sont une garantie incontestable.

L'amateur est certain, grâce à la Caméra **EUMIG**, à cellule couplée, d'avoir des films bien exposés et réguliers, évitant ainsi des essais coûteux.

Comment fonctionne la cellule couplée **EUMIG** : un levier commande à la fois le diaphragme de l'objectif et celui de la cellule. L'aiguille d'un galvanomètre est calée de telle manière que l'ouverture du diaphragme est bonne lorsque l'aiguille est au centre du viseur.

Il suffit donc d'agir sur un levier pour amener l'aiguille au centre et diaphragmer correctement.

Un potentiomètre intercalé dans le circuit permet de faire varier la sensibilité du galvanomètre en fonction de la rapidité des différents films (noir ou couleurs) ainsi que des vitesses de prises de vues. Le film est ainsi, correctement posé si l'aiguille est au centre du viseur.

La Caméra **EUMIG** existe en 8 m m, objectif F 1,9 traité, et en 9,5 m m, objectif F 2,7 traité.

En vente chez tous les revendeurs.

Demandez
la documentation
à Pierre **COUFFIN**,
46, rue Paradis, Paris-X^e.

16
mm.

SOM
BERTHIOT

LE PANCINOR

LE STEREO-CINOR

PROJECTION

SOCIÉTÉ D'OPTIQUE ET DE MÉCANIQUE DE HAUTE PRÉCISION
125 A 135 BOULEVARD DAVOUT. PARIS-XX'

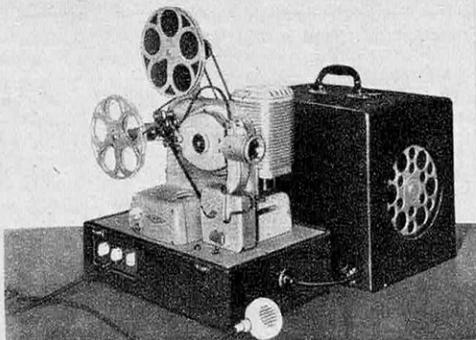
UNE RÉALISATION SENSATIONNELLE

EMEL

LE PREMIER PROJECTEUR 8 1/2" SONORE

(SOUS LICENCE AMÉRICAINE ARMOUR)

"LE CHICAGO"



"LE CHICAGO" vous permettra d'enregistrer et de reproduire chez vous, sur vos propres films (même anciens) et en synchronisation sur la bande de l'image (pour un prix modique inférieur à celui de la pellicule) la voix de vos enfants, de vos parents et de vos amis, ainsi que toute musique ou bruitage nécessaires pour reconstituer, à la projection, l'ambiance naturelle et sonore de la prise de vue.

Demandez à notre stand N° 5403 le ticket d'entrée à la salle de projection pour une démonstration (de 11 heures à 11 h. 30 et de 17 heures à 17 h. 30) de notre projecteur à son magnétique "LE CHICAGO"
Pour toute documentation, écrire (Réf. A) : Établissements EMEL, 6, rue des Suisses — PARIS-XIV°

G. M. G. PHOTO-CINÉ

3, rue de Metz. Paris (10°)

G. M. G. PHOTO-CINÉ

Si vous avez visité le Salon de la Photo et qu'un appareil ait retenu votre attention, rendez-nous visite ou écrivez-nous ; s'il est de qualité, nous l'avons sûrement en stock. Nous vous documenterons et vous en ferons la démonstration. Notre nouvelle salle de projection est à votre disposition. Le choix de cette page ne représente que quelques-uns des modèles retenus par notre service technique. Avant de fixer votre choix, consultez-nous !

G. M. G. PHOTO-CINÉ — Le spécialiste de la vente par correspondance.



FOCA STANDARD
24 × 36. Viseur optique. Déclenchement à blocage évitant les doublés. Obtur. à rideau. Armement automatique 1/25 à 1/500. Prises synchro-flash et Electron. Avec objectif interchangeable :
Oplar 3,5/35 traité, vissé. 32 400 fr.



FOCA PF. 3-24 × 36.
Viseur - Télémètre couplé. Déclenchement à blocage évitant les doublés. Obturateur à rideau. Armement automatique 1 sec. à 1/1 000. Prises synchro-flash et Electron. Avec objectif interchangeable :
Oplar 3,5/50 traité. Prix... 53 550 fr.



FOCA UNIVERSEL.
24 × 36. Viseur-Télémètre couplé. Déclenchement à blocage évitant les doublés. Obturateur à rideau. Armement automatique 1 sec. à 1/1 000. Prises synchro-flash et Electron. Avec objectif interch. couplé
Oplar 2,8/50 traité..... 78 000 fr.
Oplarex 1,9/50 traité..... 87 000 —

G. M. G. — Expéditions — province, colonies, étranger — ultra-rapides.

REX STANDARD 6 × 6.
Reflex à deux objectifs couplés. Mise au point sur dépoli en grandeur réelle. Loupe. Avancement du film par bouton. Prise flash. 2 modèles : *Standard I* Obturat. 1/25 à 1/150. Obj. 4,5 traité. 20 400 fr. *Standard II.* Obtur. 1 sec. à 1/300. Obj. 3,5 traité 26 130 fr.



REX REFLEX B. 1-6 × 6.
Reflex à deux objectifs couplés. Mise au point sur dépoli en grandeur réelle. Loupe. Avancement du film par bouton. Compteur. Obturateur 1 sec. à 1/300. Prise synchro-flash. Avec groupe optique interchangeable.
Flor Berthiot 3,5/75 traité 35 025 fr.
Sac cuir T.P..... 3 810 —



REX REFLEX B. 2-6 × 6.
Mêmes caractéristiques que le modèle B. 1. Avancement du film par manivelle. Blocage. Obtur. *Pronitor* 1 sec. à 1/300. Pr. synchro-flash. Retard. Avec groupe opt. interch.
Flor Berthiot 3,5/75 traité 46 500 fr.
Av. télé *Berthiot 5,5/150 tr.* 65 100 fr.
Groupe *Télé Berthiot*... 38 700 fr.



G. M. G. PHOTO-CINÉ — Des centaines d'appareils neufs ou d'occasion disponibles.



ZEISS IKON CONTAX II A. 24 × 36. Télémètre couplé. Déclenchement à blocage évitant les doublés. Obturateur à rideau métallique 1 sec. à 1/1 250. Prise synchro-flash. Retardement. Avec objectif interchangeable :
Sonnar 2/50 traité 158 600 fr.
Sonnar 1,5/50 traité ... 171 850 —



AGFA ISOLETTE 6 × 6
Appareil pliant. Viseur optique encastré. Prise flash. Avancement du film par bouton. Obj. *Agnar* 4,5 tr. Av. obt. 25-50-200 14 520 fr. Avec obt. 25-50-100-200. Retard. Prix 16 920 fr. Avec obj. *Apotar 4,5 tr.* Obt. 1 sec. à 1/300. Ret. double synchro. 22 990 fr.



RECTAFLEX 24 × 36.
Mise au point reflex redressée par prisme et miroir. Correcteur optique de mise au point. Déclenchement à blocage. Obturateur à rideau 1 sec. à 1/1 000. Prise synchroflash. Avec objectif interchangeable
Angenieux 1,8 traité.... 139 875 fr.
Avec *Béta 3,5 traité* 112 500 —

G. M. G. garantit tout puisqu'il ne vend que du matériel de qualité.

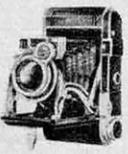
ROLLEIFLEX 52 6 × 6.
Automatique. Reflex à deux objectifs couplés. Mise au point sur dépoli en grandeur réelle. Avancement automatique du film par manivelle. Déclenchement à blocage. Obt. *Compur Rapid* 1 sec. à 1/500. Prise synchro-flash. Retardement. Obj. *Tessar 3,5 traité*.... 101 970 fr.



CYCLOPE 6 × 9. Boîtier métallique léger. Viseur optique. Mise au point permanente par système de miroirs sans soufflet. Obturateur *Pronitor II* 1 sec. à 1/175. Retardement. Objectif. *Saphir 4,5 traité* 18 000 fr. Sac cuir T.P..... 1 950 — Recommandé aux coloniaux.



TELEROY. — Biformat
6 × 9 et 4 × 6. Appareil pliant. Dos ouvrant. Télémètre couplé. Déclenchement à blocage évitant les doublés. Obturateur 1 sec. à 1/300. Prise synchro-flash. Retard. Obj. *Flor Berthiot 3,5 traité* 38 055 fr.



G. M. G. — Une organisation moderne et dynamique à votre service.



L. D. 8. Camera. Pour bobines standard 7,50 m double 8. Boîtier métallique. 4 vitesses : 8,16, 32, 64 im./sec. Vue par vue. Marche AR. Compteurs métrique et images. Tourelle pour 3 objectifs. Viseur optique à 5 champs. Objectif interchangeable.
Cinor Berthiot 1,9/12,5 tr. 65 820 fr.



PATHE WEBO M.
Camera 9,5 ou 16 mm. Pour bobines 30 m. 6 vit. 8 à 80 im./sec. Marche AR. Compteurs métrique et images. Visée reflex continue. Tourelle pour 3 obj. Viseur optique. Objectif interchangeable *Berthiot 1,9-9,5 mm* ... 122 766 fr. Même objectif, 16 mm. 130 515 —



PATHE NATIONAL II.
Camera 9,5 mm. Pour chargeurs de 9 m. Boîtier métal givré gris. 4 vitesses : 8, 16, 24, 32 images seconde. Vue par vue. Compteur métrique. Viseur optique. Obj. interchangeable.
Cinor Berthiot 3,5/20 traité 37 359 fr. Obj. interchangeable :
Cinor Berthiot 1,9/20 traité 41 829 fr.

G. M. G. : Trois lettres qui doivent être le symbole de votre satisfaction.

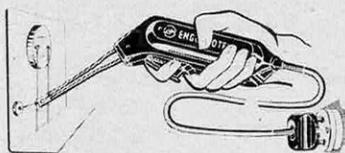
G. M. G. LE SPÉCIALISTE DE LA VENTE PAR CORRESPONDANCE N'A AUCUNE SUCCURSALE MAISON OUVERTE DE 9 H. 15 A 12 H. ET DE 13 H. 45 A 19 H.

Téléphone : TALtbout 54-61.

C. C. P. 4705-22.

Télégramme : Photometz-Paris.

PRET A SOUDER EN 6 SECONDES !!!



Parmi les nouveautés les plus intéressantes présentées en 1951, une place toute spéciale doit être accordée au Pistolet Soudeur-Eclair « ENGEL », merveilleux petit outil d'atelier réellement indispensable à tous ceux qui ont à exécuter des soudures au fil d'étain : Electricité générale et automobile, Radio, Téléphonie, Constructeurs d'appareillages, Bobineurs, Laboratoires, etc., etc.

Léger : 620 grammes, d'une forme particulièrement maniable, il est prêt à souder en 6 secondes, fonctionne sur tous courants et sa consommation n'atteint pas 60 watts. Une gachette-interrupteur limite strictement la dépense de courant à la durée exacte du travail de soudure.

La pointe du Pistolet Soudeur-Eclair « ENGEL », inoxydable, est pratiquement inusable et sa forme spécialement étudiée permet d'effectuer facilement des soudures, en des endroits et sous des angles inaccessibles aux modèles en usage jusqu'à ce jour.

Pratique et économique, le Pistolet Soudeur-Eclair « ENGEL » procure par son usage une grosse économie de temps, de courant, tout en assurant un travail absolument parfait. Sa construction impeccable permet de garantir un service de longue durée.

Le Pistolet Soudeur-Eclair « ENGEL », de l'avis de tous ceux qui l'ont vu et essayé, est bien le seul appareil qui permette d'effectuer les petites soudures au fil d'étain avec facilité, netteté, précision et rapidité.

Notice sur demande.

Gros : Etabl. CHALUMEAU,

Les spécialités « ECLAIR »

13, rue d'Armenonville,

Tél. : MAI. 07-07. NEUILLY (Seine)

PRÉCIVAL

présente la solution moderne du flash magnésium avec **son flash à condensateur incorporé**.

La pile miniature 22 v 5 chargeant un condensateur assure les avantages suivants :

- certitude de travailler pendant un an sans changer la pile, **sans aucun raté**, quel que soit le nombre des lampes utilisées.
- départ très " sec " des lampes, d'où gain de rendement.
- équipements supplémentaires garantissant synchronisés.

Diminution du poids et de l'encombrement. Fabrication métal chromé.

Renseignements et gros :

PRÉCIVAL

119, rue de l'Ouest - PARIS (15^e)

INSTITUT ET CENTRE D'OPTOMÉTRIE

Œuvre d'enseignement sans but lucratif.

Prépare **garçons et filles** aux carrières de l'optique, de l'optométrie et de la lunetterie.

I. - Enseignement oral : **École Supérieure d'Optométrie**.

II. - Enseignement par correspondance : **Cours Modernes d'Optométrie**.

Renseignements au Secrétariat : 70, boul. de Courcelles, PARIS-17^e. Tel. WAG. 75-39



ALBUMS PHOTOS

Albums industriels à pochettes transparentes.

Relieur **Bamoplex** breveté.

Maurice MARY

16, rue Paul-Déroulède

Tél. GRA. 47-63 - SAINT-MAUR

LA FAYETTE-PHOTO

124, rue La Fayette - PARIS (10^e)

PRO. 70-69

M^{os} : Nord et Poissonnière

CINÉ - PHOTO - T. S. F.

Vente - Achat - Echange - Dépôts

Facilités - Occasions

Actuellement : Alpa, Superb,

Verascope 40, Exacta, etc.



LA CAMÉRA " L. D. 8 $\frac{m}{m}$ "

- La plus légère : 1200 gr. montée avec 3 objectif.
- La plus maniable, la plus stable et d'un encombrement réduit : 57 x 118 x 105 $\frac{m}{m}$.
- Tourelle recevant trois objectifs.
- Verrouillage immédiat, déroulement constant.
- Marche arrière par réemboînage du film. 4 vitesses : 8-16-32-64 im. sec vue par vue.
- 2 compteurs : images et mètres actionnés par déroulement mécanique.

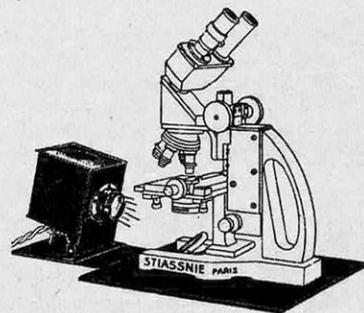
Construite avec le même soin que les plus belles pièces d'horlogerie, **L. D. 8 est vraiment la caméra de l'élite !**

Déjà appréciée des amateurs les plus difficiles, L. D. 8 présente son nouveau viseur multifocales donnant une image très précise et lumineuse pour tous les objectifs utilisés en 8 $\frac{m}{m}$, depuis le 6,25 $\frac{m}{m}$ jusqu'au Télé-objectif de 100 $\frac{m}{m}$. Correction de parallaxe jusqu'à 0 m. 50.

Adaptation possible sur toutes les caméras déjà en service.

Documentation et renseignements : AGENT GÉNÉRAL : **H.-R. TRÉMAUD, 22, RUE LÉNINGRAD, PARIS-8^e : TÉL. EUR. 41-77**

TRAVAILLER SANS FATIGUE



Grâce au Binoculaire à oculaires inclinés, fabriqué par

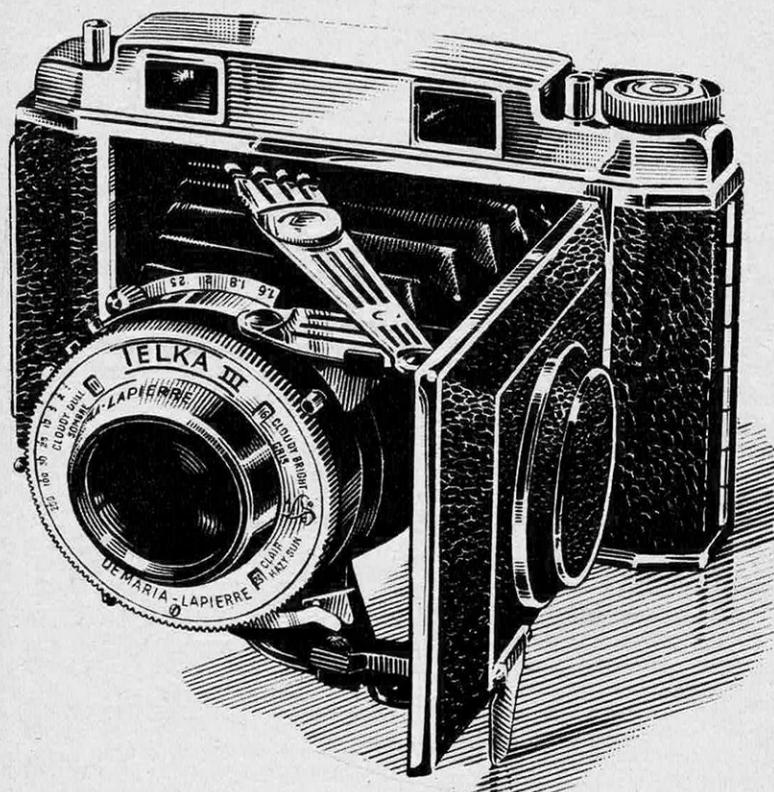
STIASSNIE Frères

67, bd Auguste-Blanqui, PARIS-13^e

qui vous permettra de doubler votre rendement et celui de vos collaborateurs.

Notice V, franco sur demande.

UN BEAU SUCCÈS DE LA TÉNACITÉ FRANÇAISE: "TELKA"



C'est dans un magasin de Photo que l'on s'instruit le plus. En écoutant parler. Entre vingt clients qui entrent ou sortent, on laisse passer son tour, on tend l'oreille. Écoutons ce vendeur expérimenté ; il parle du TELKA III :

« Ce n'est pas entre toutes les mains que l'on devrait voir de telles merveilles d'optique, dit-il. Ce TELKA III, que tant de professionnels apprécient pour l'étendue de ses possibilités, est déjà un « instrument ». Bien entendu, des amateurs sans aucune expérience peuvent s'en servir ; ils obtiennent sans peine d'excellents résultats, mais c'est dommage. Parce qu'ils doivent leur réussite aux qualités exceptionnelles de l'appareil et non à leur talent personnel de photographe. Si j'avais un enfant, voyez-vous, je lui ferais monter graduellement toute la gamme des « TELKA », exactement comme on suit d'année en année, de numéro en numéro, la série des boîtes de construction « Mécano »...

« Je commencerais par le laisser

librement jouer avec un appareil simple : le TELKA X — qui n'est déjà plus un rudimentaire « boîtier », puisque c'est un « pliant » — mais qui ne nécessite aucun réglage. Sans autre souci que de viser, presser sur le bouton et tourner la bobine, l'enfant prendrait goût tout seul à saisir des images. Puis, je lui donnerais un classique, le TELKA XX, pour qu'il s'habitue aux trois règles essentielles de la mise au point : distance - vitesse - diaphragme. Je le récompenserais ensuite avec un appareil plus précis, à meilleur objectif : ce TELKA I - 6 × 9 ou ce TELKA II 4 1/2 × 6, qui pourraient d'ailleurs être « son appareil » pour toute sa vie...

« Ce n'est que quand il aurait suivi toutes ses classes, que je lui confierais le grand chef de file de la gamme : le TELKA III 6 × 9 à télémètre couplé. Ce que je dirais du TELKA III, Monsieur, c'est qu'il faut le mériter! »

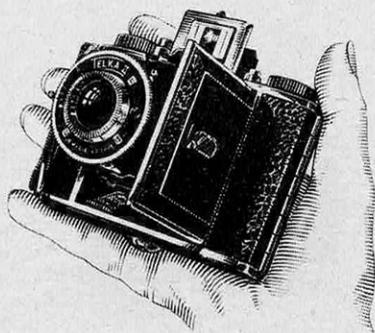
Engouement des vendeurs pour les fabrications TELKA. On a tellement dit que les efforts d'après-guerre des

constructeurs français ne serviraient à rien, on a tellement dit qu'ils s'évanouiraient dès la réapparition des fabrications américaines et allemandes, qu'on est en droit de sourire aujourd'hui et de saluer la parfaite tenue sur le marché des TELKA de France.

La classe parle. L'usine DEMARIA-LAPIERRE de Lagny, productrice des TELKA, fournit du matériel de photo aérienne et d'agrandissement pour l'Aviation Française, des instruments de géodésie et d'orientation au Service Géographique de l'Armée, des appareils de photo, de projection, d'optique, de mécanique de précision à la Marine de Guerre. Comme un pôle, les exigences d'une clientèle aussi difficile ont attiré et retenu aux ateliers de Lagny la « crème » des techniciens et des ouvriers de haute spécialisation.

Ceci explique cela. Ceci explique l'optique exceptionnelle de l'objectif Sagittar 1 : 3,5, semi-grand angulaire, foyer 95 m/m à quatre lentilles traitées, qui équipe le TELKA III et dont l'incomparable finesse permet, en photo couleurs, d'utiliser au maximum les émulsions sans grain. Ceci explique aussi la robustesse et le fini de la construction, la précision du montage et du réglage.

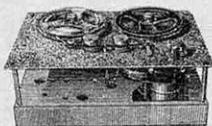
Ceci explique sans plus de peine pourquoi le petit TELKA II est aussi le préféré des 4 1/2 × 6. Réduit, léger, compact, équipé de l'excellent Manar 1 : 3,5, cet appareil est idéal pour les sportifs, pour la poche. Les dames — qui n'aiment pas s'encombrer — adorent ce bijou soigné qui tient dans la paume de la main et se manie comme en rêve.





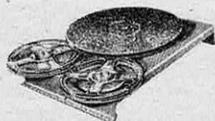
OLIVER
La grande marque
du son magnétique

présente un ensemble de platines et de pièces détachées permettant de réaliser des enregistreurs magnétiques de haute valeur.



PLATINE A.
Prix :
39.900 fr.

**PLATINE
ADAPTABLE.**
Prix : 14.000 fr.



**PLATINE
MAGNETO-PICK-UP**
Prix : 22.000 fr.

Pour le cinéma d'amateur

Nous nous chargeons de cou-
cher une piste magnétique direc-
ttement sur le film après son
développement. Cette opération
permettra le doublage, la sonori-
sation ou la post-synchronisa-
tion du film directement sur le
projecteur lorsque celui-ci aura
été équipé de notre lecteur-enre-
gistreur adaptable.

Catalogue, renseignements et do-
cumentation contre demande avec
2 timbres.

Établissements OLIVÈRES

5, avenue de la République, PARIS
OBE. 19-97 et 44-35.
Métro République. Magasin ouvert
le samedi.

AMATEURS CINÉASTES

Sonorisez vos films personnels par
le procédé **Pathé** qui vous donne
une synchronisation absolue.

Le matériel peu encombrant ne
nécessite pas d'installation particu-
lière. Vous augmentez ainsi l'intérêt
de vos productions familiales par
l'enregistrement des voix qui vous
sont chères. Faites des films musi-
caux. Tous les procédés du cinéma
parlant et sonore sont désormais à
votre portée sans aucune connais-
sance spéciale.

Venez assister à nos démonstra-
tions gratuites, vous serez surpris
par la simplicité des moyens que la
technique française a su mettre à
votre disposition.

LOCACFILM

64, rue de Turbigo, PARIS-3^e
ARC. 71-09

Cameras - Projecteurs

SI VOUS RECHERCHÉZ UN BON MICROSCOPE D'OCCASION

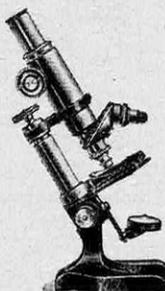
adressez-vous en
toute confiance
aux **Etabl. Vaast**,
17, rue Jussieu,
Paris (5^e).
Tél. GOB. 35-38.

Appareils de
toutes marques
(biologiques, ensei-
gnement) garantis
sur facture.

Accessoires et
optiques (objectifs,
oculaires).

ACHAT - ÉCHANGE

Liste S. A. envoyée franco.
(Maison fondée en 1907).



Récupérez TOUT L'ARGENT
de vos bains de fixation directement
à l'état de métal pur. Economisez
90 % d'hyposulfite avec

" ARGECO "

l'appareil idéalement simple et pra-
tique fonctionnant sans électricité.

Des milliers en service tant en
France qu'à l'étranger. Notice 7 A
sur demande.

Éts Weber, 31, rue des Dames,
PARIS-17^e. Tél. : MAR. 78-99.

**SAVEZ-VOUS QU'AGRANDIR
SES PHOTOS SOI-MÊME C'EST NON
seulement un plaisir décuplé, mais
c'est aussi réaliser
des économies
substantielles.**

Mais il vous faut
un agrandisseur
pratique, lumineux
précis et d'un prix
abordable.

En choisissant
LYNXA, vos tra-
vaux provoqueront
inégalement l'admiration de vos amis.

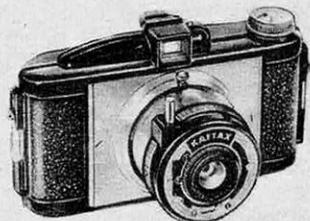
Modèles 24×36, 6×6, 6×9. En
vente chez votre revendeur habituel.
Documentation franco.

LYNXA, 69, rue Froidveaux,
PARIS-14^e.

Salon de la Photo - Stand 5254.



KAFTAX-AUTOMATIC 6×9



Mise en batterie automatique.
Obturateur pour pose et instantané.
Diaphragme à deux ouvertures.
Écran coloré incorporé.

Pour vos photos en couleurs : DIAX

Projecteur fixe entièrement en alliage
d'aluminium. Projection très bril-
lante sans échauffement.

Notice SV illustrée gratuite

Éts **KAFTA**, 74, rue de la
Fédération. PARIS (15^e)

Vente chez tous les revendeurs
spécialisés.



VISIONNEUSE ANIMÉE 8, 9,5 ou 16 mm Dispositifs brevetés S.G.D.G.

Permet un montage de films extrêmement
aisé grâce à une projection lumineuse de
haute qualité, sur dépoli. De présentation
et fini impeccables, constitue un ensemble
réellement mécanique de faible encombre-
ment (13 × 13 × 18 cm).

- * Mise en place instantanée du film avec
visibilité totale.
- * Couloir usiné dans la masse et chromé dur.
- * Repérage de l'image avec poinçon.
- * Fonctionne indifféremment sur courant
alternatif ou continu.

MURAY, 160, rue de Belleville, PARIS-20^e - Tél. : MEN. 11-11.

TOUS VOS SERVICES SE L'ARRACHERONT

... la machine à calculer **COREMA** portable, merveille de précision suisse, dont vous doterez votre personnel chargé des opérations de paie, budget, contrôle, stock, prix de revient, etc... Et vous en achèterez plusieurs, puisqu'elle ne coûte que **48.450 fr.** Documentation gratuite N° 6 à **G. WALTER**, 3, rue Bachaumont à PARIS 2°, LOU 17-85 et la suite.

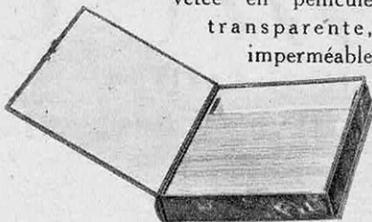


POUR CLASSER VOS PETITS FORMATS

Découpez vos négatifs sur films 35 mm en bandes de 6 vues 24x36



que vous placerez sous **PROTECT VISIBLE FLAMBO**, pochette brevetée en pellicule transparente, imperméable



et souple, mettant l'émulsion du film à l'abri de toute détérioration.

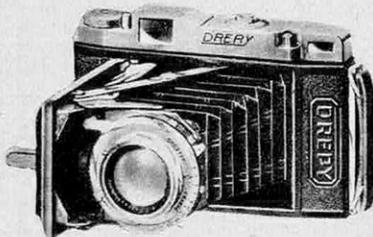
Plus de marques de doigts, plus de taches d'eau au cours de vos manipulations en laboratoire.

Un tube transparent à la partie supérieure de la pochette permet l'introduction d'une bandelette pour l'inscription des titres.

Conservez vos films sous **PROTECT VISIBLE FLAMBO**, en classement suspendu dans la boîte-livre **FLAMBO**. Classement méthodique année par année. Conservation illimitée.

Adressez-vous à votre fournisseur d'accessoires de photos, ou, à défaut, à **FLAMBO**, 51 bis, avenue de la République, Paris (XI^e), OBE. 35-39, qui vous adressera sur demande sa notice gratuite n° 1724 R.

LA MAISON DREPY fabrique une gamme complète d'appareils 6x9 pliants, d'une présentation parfaite. Certains modèles possèdent le double format (6x9 et 4½x6.) Leurs obturateurs, les **Drestop I et II**, possèdent retardement et prise de flash. Ils sont dotés ou non des vitesses lentes. Leurs objectifs les **Drestyl et Drestar** de F. : 4,5 à 3 ou 4 lentilles, donnent des clichés d'un rare « piqué » grâce à leur grand pouvoir séparateur. Cette gamme, déjà célèbre, est complétée cette année par un nouvel appareil : le **Drepy GT**.



Identique aux autres modèles quant à la forme générale du boîtier, il possède en outre un objectif F. : 3,5 très lumineux et un **Bloc Télémètre viseur**. Pratiquement indé réglable, ce télémètre est d'une précision sans précédent, grâce à sa base exceptionnelle de 90 mm qui élimine tout risque de tâtonnement : une très légère différence dans l'évaluation des distances est traduite par un large dédoublement des images. L'affichage des distances sur le télémètre est couplé avec la profondeur de champ pour chaque ouverture grâce à un disque spécial aménagé sur le viseur.

LE CELLOPHOT

Voici un nouveau posemètre français à cellule photo-électrique, de faible encombrement et de poids très réduit (60 gr.).

L'aimant, dernier progrès de la technique métallurgique, et les matériaux aux caractéristiques mécaniques poussées, assurent une excellente solidité et un parfait résultat aux chocs.



Du point de vue photographique, le **Cellophot** a les caractéristiques suivantes : pour les mesures en lumière réfléchie (mesure de la brillance moyenne du sujet), un dispositif limiteur de champ le réduit *effectivement* à un angle de 50° dans toutes les directions. Cette directivité permet, lorsqu'on se trouve en présence de sujets très contrastés, d'effectuer des mesures soit pour les zones d'ombre soit pour les zones de lumière, et d'être ainsi maître du « rendu ».

En conservant le principe (breveté) des cadrans rotatifs, le seul

permettant d'obtenir une lecture vraiment directe, la présentation a été étudiée de façon que tous les chiffres et repères inutilisés soient cachés ; seule, l'échelle devant laquelle se déplace l'aiguille du galvanomètre est vue en totalité.

Ainsi, la sensibilité d'émulsion étant choisie, si l'on se fixe la rapidité de prise de vue (1/50 de seconde, par exemple), l'aiguille se déplace devant une échelle graduée en ouvertures de diaphragme. Si, au contraire, on s'est fixé le diaphragme (f: 8, par exemple), l'aiguille se déplace devant une échelle graduée en temps de pose. La facilité de lecture est accrue et les risques d'erreur supprimés.

Le **Cellophot** comporte également une échelle en cadence (images/seconde) pour le cinéma.

Enfin, pour les mesures en lumière incidente, on place devant la cellule un capot intégrateur en matière plastique blanche qui supprime complètement la directivité de l'appareil et recueille, lorsqu'on se met à la place du sujet, toute la lumière qui l'éclaire. Les caractéristiques de la matière utilisée sont telles qu'il n'y a aucun coefficient à appliquer, pour la majorité des sujets.

Demandez-le à votre revendeur habituel.

CHAUVIN et ARNOUX

190, rue Championnet, Paris
GROS-EXPORTATION

Amor

LUNETTE DE PARIS
C'EST LA LUNETTE D'AUJOURD'HUI



EXIGEZ
de votre opticien
la véritable lunette

"Amor"



ETIQUETTE DE GARANTIE

Seule "AMOR" est agréable à porter : Elle est si légère au visage qu'on ne la sent pas sur le nez, et pourtant elle est stable.

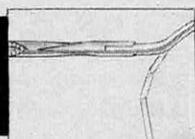
Seule "AMOR" est agréable à voir : Ses lignes s'harmonisent avec chaque physionomie. La ligne supérieure épouse la forme des sourcils.

Seule "AMOR" est une lunette d'usage : Robuste, grâce à ses amortisseurs de chocs, on peut la manipuler sans précautions, ses pièces ne prennent pas de jeu, car "AMOR" est garantie sans vis. Elle demeure indéformable grâce à la qualité des métaux employés. En or ou en doublé-or elle est toujours inoxydable.

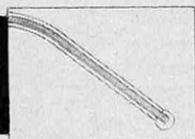
Seule "AMOR" est une lunette idéale : Elle ne peut glisser sur le nez ni se placer de travers; ses grands verres à champ de vision maximum, demeurent toujours à bonne distance des yeux, et sont convenablement inclinés. **Ainsi,**

Seule "AMOR" assure la parfaite correction de la vue.

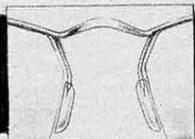
Doublé OR 50/000 glace : 3.800 frs — Doublé OR 50/000 cerclée toutes nuances : 3.950 frs — Junior Monel : 1.450 frs
Junior doublé OR 20/000 : 2.450 frs — Extra légère en OR 18 carats : 14.500 frs
Forte en OR 18 carats et joaillerie à partir de 19.500 frs



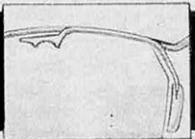
Les charnières d'AMOR de forme oblongue n'offrent aucune aspérité. Rien qui "accroche"



"AMOR" comporte aux extrémités de ses branches de petites boules jouant par pression un rôle stabilisateur important.



"AMOR" repose sur le nez au moyen de plaquettes légèrement creuses qui ne s'enfoncent pas dans la chair.



"AMOR" possède des amortisseurs de chocs diminuant le risque de casse des verres.



Exigez "AMOR" gravé à l'intérieur du nez.

En vente chez tous les OPTICIENS - LUNETIERS SPÉCIALISTES
et naturellement chez les "LES FRÈRES LISSAC"

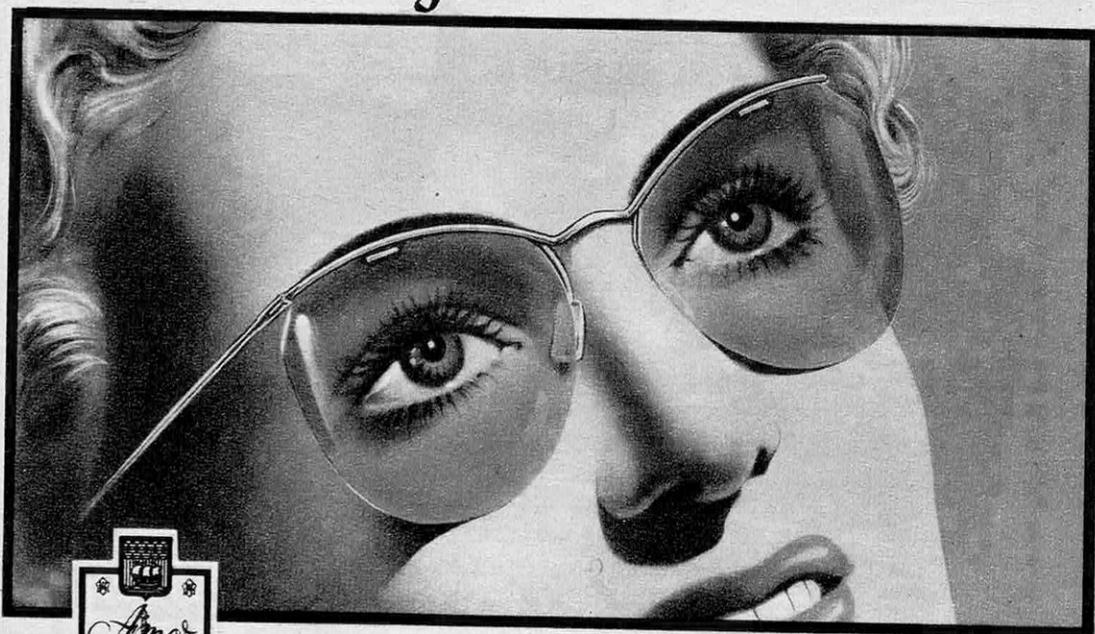
Une nouveauté sensationnelle en France :

l'application des filtres polarisants *POLAROID à l'optique lunetterie

SEULE la lunette de soleil **SOL-AMOR** est équipée de filtres *POLAROID

*Extra légère, ses grands filtres protègent intégralement
et suppriment l'éblouissement des surfaces réfléchissantes*

*En plein soleil
vos yeux à l'ombre*



Panonceau des
dépositaires
officiels

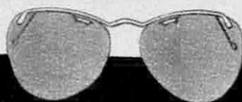
SOL-AMOR * POLAROID

se trouve chez tous les OPTICIENS-LUNETIERS et SPECIALISTES
et naturellement chez "LES FRÈRES LISSAC"

SOL-AMOR en doublé OR filtres *POLAROID modèle glace 2.450 f.

SOL-AMOR en doublé OR filtres *POLAROID modèle cerclé 2.600 f.

Face supplémentaire : 1.950 f.



Pour tous les porteurs de verres, le "Face-supplémentaire" SOL-AMOR
*Polaroid s'adapte instantanément sur toutes les lunettes.

Un Salon permanent

des appareils de Photo et de Cinéma
est à votre disposition. . .

Au Comptant ou à Crédit



... chez le plus grand Spécialiste

PHOTO-HALL

5, RUE SCRIBE - PARIS-OPÉRA

CATALOGUE GÉNÉRAL FRANCO

SERVICE SPÉCIAL D'EXPÉDITION RAPIDE FRANCE ET COLONIES

PHOTO-CINÉMA-OPTIQUE

SOMMAIRE

★ Conquêtes de la photographie et du cinéma, par G. Poivilliers.....	3
★ Petits et grands formats, par G. Tendron.....	8
★ La prise de vue, par G. Tendron.....	18
★ Flash, par M. Déribéré.....	27
★ Du négatif au positif, par M. Natkin.....	33
★ Photographie en couleur, photographie de demain, par M. Natkin.....	45
★ Techniques d'avenir du cinéma, par J. Vivié.....	52
★ Photographie dans l'invisible, par M. Déribéré.....	58
★ Les truquages au cinéma, par G. Acher.....	60
★ Caméras d'amateurs, par P. Monier.....	65
★ Photographie scientifique, par Y. Le Grand.....	76
★ Du microfilm à l'imprimerie, par M. Déribéré et J. Porchez.....	92
★ La photogrammétrie, par R. Janicot.....	97
★ Le progrès en optique, par P. Fleury.....	103
★ L'exploration des profondeurs de l'espace, par P. Couderc.....	107
★ Le phare moderne, invention française.....	116
★ L'optique à la découverte de l'infiniment petit, par M. Françon.....	118
★ La correction de la vision, par R. Dudragne.....	132
★ La vision nocturne, par M. Roux.....	145
★ Optique industrielle, par M. Chalvet.....	147
★ Les carrières : photographie, cinéma, optique.....	156

SCIENCE ET VIE

FRANCE : Administration et Rédaction : 5, rue de La Baume, Paris-8^e. Téléphone : Balzac 57-61. Chèque postal 91-07, Paris. Adresse télégraphique : SIENVIE-PARIS. — Publicité : 2, rue de La Baume, Paris-8^e. Tél. : Élysées 87-46.

	France et Union fr.	Étranger
Abonnement 1 an :	1 000 fr.	1 400 fr.
— avec envoi en recommandé	1 400 —	1 900 —
Abonnement comprenant en plus les 4 numéros hors série	1 650 —	2 200 —
— — — — — recommandé.	2 200 —	2 900 —

BELGIQUE : Société ÉDIMONDE, Direction et Administration : 10, bd. de la Sauvenière, Liège. Téléph. : 23-78,79.

ITALIE : SCIENZA E VITA, Direzione, Redazione e Amministrazione : 8, Piazza Madama, Roma. Tel. 50.919. C.C.P. 1.14.983.

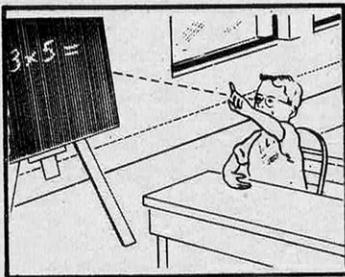
SUISSE : INTERPRESS S.A. Administration : 1, rue Beau-Séjour, Lausanne. Téléphone : 26-08-21. C. C. Postaux 11.6849.

Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés pour tous pays. Copyright by **SCIENCE ET VIE**
—Mars mil neuf cent cinquante-deux.—

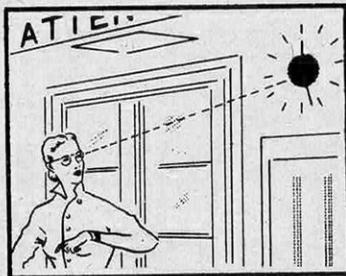


Pourquoi souffrir sans cesse ?...

- * Saviez-vous qu'un homme, ayant une activité normale, dépense pour voir, le quart de son énergie totale ?
- * Une vue médiocre, si elle n'est pas corrigée, provoque une tension nerveuse, cause de fatigue et de malaises graves.
- * Il est du plus haut intérêt que chacun prenne soin de sa vue et n'hésite jamais à consulter un spécialiste à la moindre défaillance.



Chaque parent doit se préoccuper sérieusement de la vue de ses enfants. Souvent, un élève qui ne réussit pas, est un élève qui voit mal.



Pour la femme, la lunetterie moderne a su allier le confort de la vue à l'élégance. Aujourd'hui la femme peut bien voir et rester belle.



La vue baisse, dès 45 ans, dans 95 % des cas. Travailler sans se soucier de faire examiner sa vue, c'est être malade et peiner à son travail.



NIEPCE
(1765-1833)



DAGUERRE
(1787-1851)

Les Conquêtes de la PHOTOGRAPHIE et du CINÉMA

LA « Photographie », fixation, sur un écran spécial, des images de la **chambre obscure**, fut réalisée par Nicéphore Niépce, pour la première fois vers 1829. Images bien longues à obtenir : presque une journée de pose au soleil!

Ce n'est que dix ans plus tard, plusieurs années après la mort de Niépce, que Daguerre, son associé pour le développement de cette découverte, parvint à réduire cette durée d'exposition à quelques minutes, en « **révélant l'image latente** » due à l'action chimique de la lumière sur un écran d'argent ioduré.

L'opération devenait plus rapide que le dessin à la chambre obscure et l'image était d'une fidélité incomparable. La photographie était viable ; d'emblée elle enthousiasma le monde auquel la France généreusement en fit don.

De nombreux chercheurs, savants ou praticiens s'efforcèrent d'améliorer le procédé. Certains d'entre eux s'étaient déjà penchés sur le problème, tel l'Anglais Talbot qui réussit le négatif sur papier transparent (calotype) et le Français Bayard le positif direct sur papier. Niépce de Saint-Victor imagina le négatif sur verre albuminé ; puis vint l'ère du collodion humide, encore employé de nos jours pour les travaux de reproduction.

En 1875, la découverte de la maturation de

l'émulsion de gélatino-bromure d'argent, faisant passer de quelques jours à plusieurs mois la conservation des surfaces sensibles, permit la fabrication industrielle de celles-ci. La suppression d'opérations délicates et longues, jusque-là exécutées par le photographe, et la diminution du prix de revient, allaient permettre à la photographie de se développer et d'occuper en peu d'années une place considérable dans notre vie.

Dans des laboratoires d'usine, des centaines d'ingénieurs sont arrivés à accroître de plus en plus la sensibilité et à diminuer le grain des émulsions, à élargir l'étendue du domaine des radiations susceptibles de les impressionner.

L'évolution de l'optique des chambres de prise de vues a suivi celle des surfaces sensibles dans le domaine de la réduction des temps de pose. La quantité de lumière traversant un objectif étant — aux pertes près par absorption à travers les lentilles et réflexion sur leurs faces — proportionnelle au carré du rapport du diamètre de son ouverture à sa distance focale, on s'est efforcé d'augmenter ce diamètre. De 1/10 il y a quelques années ce rapport est passé à 1/5, 1/2,5 entraînant des réductions du quart, puis du seizième de la durée d'exposition.

Ces toutes dernières années, on est arrivé à réduire de façon appréciable les pertes de lumière par réflexion sur les faces des len-

SUD

4 344 Km.

● Cette remarquable photographie est constituée par l'assemblage de huit clichés pris à 100 km d'altitude

par un appareil automatique installé dans une V-2 lancée de White Sands, aux Etats-Unis. L'obturateur

tilles en recouvrant celles-ci d'un dépôt particulier d'épaisseur infinitésimale.

Il est ainsi devenu possible d'effectuer des prises de vues instantanées par temps sombre et de photographier la nuit à la lumière électrique. L'ancien ruban, l'ancienne poudre de magnésium sont remplacés par des lampes « flash ». Dans les lampes les plus modernes, l'éclair est fourni par une étincelle électrique à haute tension.

La quantité de lumière reçue par la surface sensible est fonction de l'éclairement de l'objet photographié, de la durée d'exposition et de l'ouverture de l'objectif ; cette dernière est réglable par un diaphragme. Trop de lumière ou surexposition empêche de percevoir les détails des parties éclairées ; manque de lumière ou sous-exposition ne permet pas d'enregistrer ceux des parties sombres. L'industrie des surfaces sensibles a abordé ce problème et élargi la tolérance sur la quantité de lumière traversant l'objectif. En même temps sont apparus des appareils nouveaux, piles ou cellules photoélectriques, qui mesurent cette quantité de lumière et indiquent au photographe, en fonction de la surface sensible utilisée, l'ouverture du diaphragme compatible avec la durée d'exposition qu'il désire.

Les efforts de l'industrie de la photographie se sont également portés sur l'augmentation de la finesse des images. D'immenses progrès ont été accomplis dans la fabrication des émulsions, la technique de leur développement, la fabrication des objectifs, la précision des chambres photographiques. Grâce aux gains dans ce domaine de la netteté, la distance focale et par suite le format des images ont pu être considérablement réduits sans perte de détails. Cette réduction de focale, jointe à l'augmentation de l'ouverture des objectifs, a entraîné l'apparition de télémètres couplés avec les chambres et commandant directement la mise au point qui doit être effectuée avec une précision de quelques centièmes de millimètre.

Avec l'invention du « Kodak » par George

Eastman s'était ouverte l'ère de la grande diffusion de la photographie ; ceci d'une part grâce à l'apparition d'un appareil de prise de vues bon marché, peu encombrant, allégé par l'emploi du film, et d'autre part grâce à l'exécution dans les ateliers spécialisés des opérations de développement et même de tirage des épreuves. L'effort demandé à l'amateur photographe ne réside plus guère que dans la détermination de l'ouverture et du temps de pose, la visée du sujet et le déclenchement de l'obturateur.

Le prix de revient d'une photographie étant peu élevé, surtout dans les petits formats, il en résulte une tendance au gaspillage. Fréquemment, l'amateur ne vise plus, il mitraille ; de temps à autre il y a un coup au but, une photographie acceptable.

Il existe pourtant de nombreuses associations d'amateurs, sociétés photographiques régionales, clubs photographiques d'employés d'une même maison, etc. qui s'efforcent par des concours de remédier à cette tendance. A Paris, la Société française de Photographie et de Cinématographie groupe dans des sections spécialisées tous ceux qui s'intéressent à la photographie et ses diverses applications ; des cours y sont professés à l'usage des débutants.

LA COULEUR

La fixation des couleurs, espérée en vain par Niepce et Daguerre, est maintenant réalisée de façon courante.

Dès 1848, Ed. Becquerel enregistrait l'image colorée du spectre solaire sur une plaque daguerrienne, mais ne parvenait pas à la fixer. En 1861, le physicien anglais Maxwell obtenait la reconstitution des couleurs d'un ruban en projetant sur un écran, à travers trois solutions colorées, les trois images du ruban prises à travers ces mêmes solutions.

Les premières photographies en couleurs imprimées sur papier furent présentées par Ducos du Hauron le 9 juin 1869 à la Société française de Photographie.

Mts Franklin

CHAÎNE NOIRE

VALLÉE DU RIO GRANDE

CHAÎNE DE SANGRE
DE CRISTO

NORD

fonctionnait à intervalles de 1,5 s. L'ensemble couvre une partie du Mexique, le golfe de Californie et une

partie du Sud-Est des Etats-Unis. L'horizon, dont on remarque la courbure, s'étend sur plus de 4 300 km.

Lippmann imagina un procédé interférentiel qui ne sortit pas du domaine du laboratoire.

En 1907, les frères Louis et Auguste Lumière entreprirent la fabrication industrielle de leur plaque autochrome, dans laquelle les écrans colorés étaient de microscopiques grains de féculé teints en orangé, vert et violet. La fidélité du rendu des couleurs par ce procédé est encore inégalée. Malheureusement, malgré leur petitesse, ces grains paraissent à l'agrandissement.

Des techniques nouvelles sont nées. On obtient maintenant des photographies en couleurs sans aucun grain. Plus encore que dans la photographie ordinaire, le photographe est débarrassé de tout souci de manipulation car le développement compliqué s'effectue à l'usine.

L'effort se porte actuellement sur la reproduction des images colorées ainsi obtenues.

LE RELIEF

Avant la couleur, la photographie avait gagné le relief. Avec le « stéréoscope » ce n'est plus une image plate que l'on examine mais une véritable sculpture.

Dès 1850, le « stéréoscope à tuyaux » de Sir David Brewster, dédaigné en Angleterre, fut fabriqué en France par l'opticien Duboscq et revint dans son pays natal en 1851 à la Grande Exposition de Londres où il obtint un succès incroyable.

Le principe de la stéréoscopie est simple : l'objet est photographié de deux points de vues différents et les deux images sont examinées, la droite avec l'œil droit, la gauche avec l'œil gauche.

On est parvenu à sélectionner les deux images droite et gauche imprimées ou projetées l'une sur l'autre de telle façon que l'œil droit perçoive seulement l'image droite et l'œil gauche, la gauche.

Ducos de Hauron utilisa pour cela les deux couleurs complémentaires verte et rouge. Dans ses « anaglyphes », une image est teinte en vert, l'autre en rouge, et l'exa-

men est effectué à l'aide d'un lorgnon bicolore.

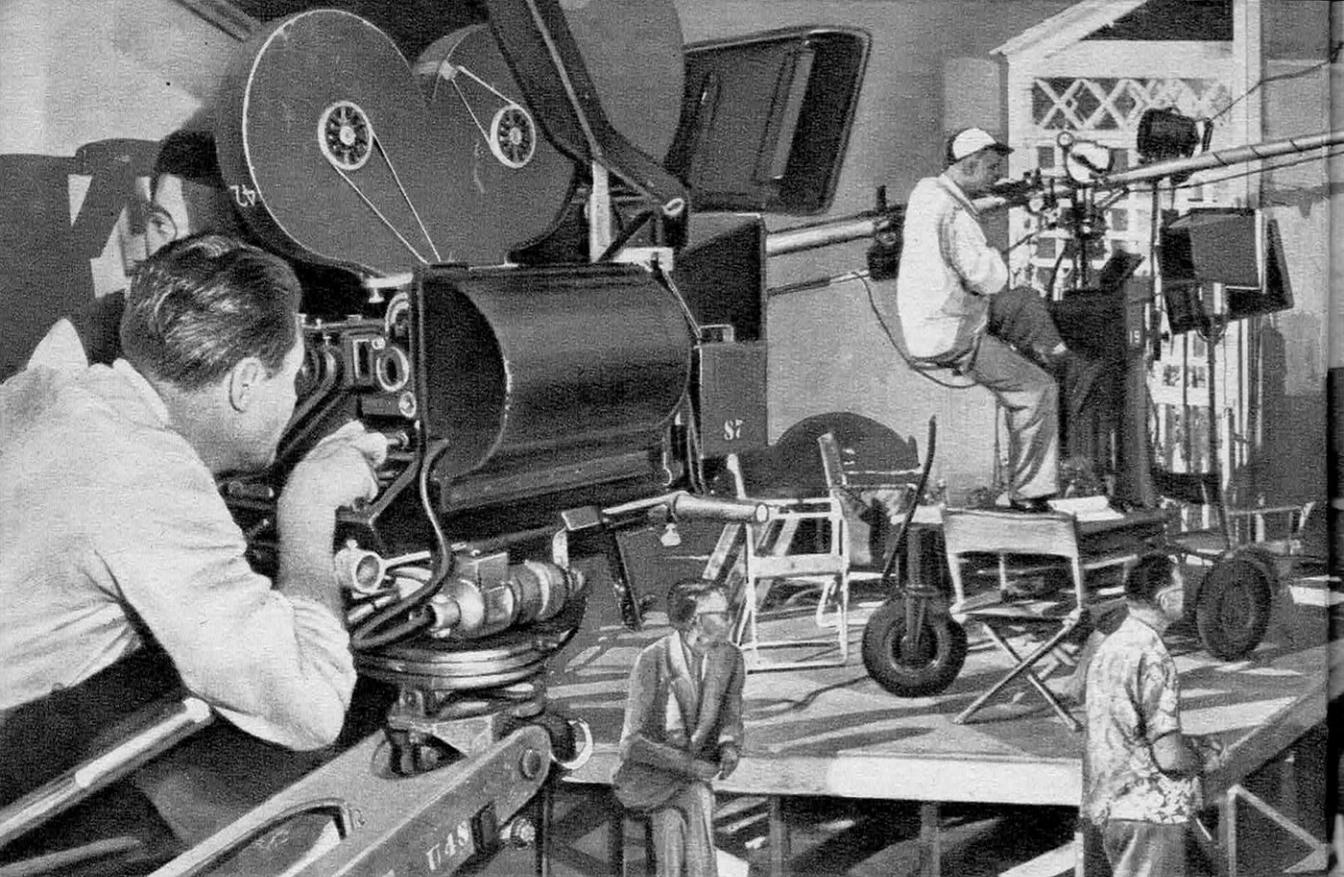
Actuellement, au lieu des couleurs complémentaires, on utilise de préférence les propriétés de la lumière polarisée qui permet aussi l'observation stéréoscopique des projections de photographie en couleur.

LE MOUVEMENT

La photographie s'est aussi annexé le domaine du mouvement. L'analyse et la synthèse de celui-ci débutèrent par les dessins animés du « Phénakisticope » de Plateau, 1829, qui reproduisait le mouvement d'après des dessins représentant des phases successives de celui-ci. Cet instrument d'étude des propriétés de l'œil devint rapidement un jouet fort répandu. Il fut associé au stéréoscope en 1852 par Duboscq, dont le « bioscope » faisait apparaître les objets comme de la sculpture mouvante.

En 1880, à une séance de la Société française de Photographie, Emile Renaud, professeur de physique aux écoles industrielles du Puy, réussissait une projection mémorable de dessins animés. A l'issue de cette séance, il faisait remarquer que les effets seraient plus heureux encore si les différentes phases du mouvement étaient obtenues par la photographie, et il pria la société de bien vouloir tenter de résoudre ce problème. En 1892, il ne l'était pas encore, alors que Reynaud projetait dans le théâtre du Musée Grévin ses « pantomimes lumineuses » qui tinrent l'affiche pendant 12 800 séances.

En décembre 1874, l'astronome français Janssen avait réalisé, à l'aide de son « Revolver astronomique », l'analyse photographique du mouvement : le passage de la planète Vénus devant le Soleil, enregistré au Japon à la cadence d'une vue toutes les soixante-dix secondes. En mars 1876, exposant à la Société française de Photographie le résultat de cette mission et le fonctionnement de son appareil, il envisageait l'emploi futur de celui-ci : « pour l'analyse des phénomènes à varia-



● Inventé depuis une quarantaine d'années, le cinéma est devenu un des arts les plus populaires, et

il a produit de véritables chefs-d'œuvre. C'est aussi une des premières industries du monde. Les énor-

tion rapide, en particulier l'étude si importante du mécanisme du vol des oiseaux, aussitôt que la science aura réduit l'inertie des surfaces sensibles. »

Six ans plus tard, cette prévision était réalisée par Marey au moyen de son fusil chronophotographique, dérivé direct du revolver de Janssen, à une cadence de douze vues à la seconde.

Aujourd'hui, les progrès de la technique permettent de prendre des photographies successives à des intervalles voisins du milliardième de seconde.

Des vues d'un objet en mouvement rapide, prises à des intervalles de temps très rapprochés et projetées à une cadence plus lente, diminuent la vitesse apparente du déplacement, qui devient observable dans ses moindres détails. Le cinématographe est devenu ce que l'on a pu appeler le « microscope du temps ».

En sens inverse, des mouvements très lents sont devenus perceptibles, par une prise de vues à de très grands intervalles de temps et une projection à cadence plus rapide.

La première séance publique de projection de vues photographiques animées fut donnée par les frères Lumière à Paris dans le sous-sol du Grand-Café. Depuis, le cinéma a conquis le monde et s'est imposé à notre vie.

Le cinéma d'amateur est également né en France avec le Pathé-Baby, en 1910. Lui aussi a conquis le monde.

La couleur a gagné le cinéma et la parole lui est venue ; là aussi la France fut en tête avec Léon Gaumont, son chronochrome et son chronophone.

Le relief arrive, quoique cette dernière conquête ne soit pas encore parfaitement au point.

La photographie et la cinématographie sont presque seules utilisées aujourd'hui pour l'enregistrement des phénomènes physiques et des phénomènes naturels ; elles nous montrent ce qu'il y a quelques années seulement nous ne pouvions ni voir ni même imaginer.

En astronomie, dans ce domaine de l'infiniment grand, la photographie a reculé les limites du monde observable à des distances de millions d'années-lumière.

En microscopie, dans le domaine de l'infiniment petit, elle a reculé en sens inverse les limites perceptibles à l'œil humain. Le microscope électronique, qui nous permet de voir des détails échappant aux plus puissants microscopes optiques, serait aveugle sans elle.

La photographie dans l'infrarouge montre à nos yeux ce qu'ils ne peuvent voir directement lorsque les radiations qui les impressionnent sont arrêtées par certains obstacles, telle la brume atmosphérique. Il en est de même pour d'autres obstacles qui laissent passer seulement les courtes longueurs d'onde de l'ultraviolet ou bien les rayons X.



mes frais de production des films sont amortis par les recettes de 95 000 salles de spectacle, totalisant

plus de 40 millions de fauteuils et accueillant chaque année de 10 à 11 milliards de spectateurs.

L'ère de la physique atomique est née d'une opération photographique lorsque, le 1^{er} mars 1896, Henri Becquerel constata qu'un cristal double d'uranium et de potassium impressionnait une plaque sensible à travers un écran opaque à la lumière : découverte de la radioactivité. La mécanique des atomes est née de mesures effectuées sur des plaques photographiques. C'est la photographie qui permet de suivre la désintégration des atomes et d'observer la trajectoire des rayons cosmiques.

Dans le domaine des sciences naturelles, l'importance de la photographie croît de jour en jour.

La photographie et la stéréoscopie en couleurs compléteront avantageusement un jour les herbiers de plantes mortes, et la cinématographie en couleurs et en relief les collections d'animaux naturalisés.

La photographie aérienne domine maintenant la géographie ; elle a détrôné complètement les anciennes méthodes de mesure du terrain en permettant d'obtenir plus rapidement et à moindre frais des documents cartographiques supérieurs. Les recherches géologiques se basent de plus en plus sur elle.

Dans la documentation historique, la photographie occupe aujourd'hui la première place, car elle fixe avec exactitude les scènes les plus diverses. La mémoire photographique est plus fidèle que la mémoire humaine.

Les livres aujourd'hui ne sont plus guère

illustrés que par la photographie et celle-ci domine toute la technique de l'impression et de la reproduction des documents : technique basée sur les propriétés de la gélatine bichromatée que l'ingénieur français Poitevin eut, en 1852, le premier l'idée d'appliquer.

Dans le domaine industriel, la diffusion des plans de construction dans les usines et sur les chantiers repose également sur la photographie.

La réduction par microfilm fait tenir dans quelques décimètres cubes les ouvrages d'une bibliothèque tout entière.

Dans nos journaux quotidiens, nous pouvons voir grâce au « béliogramme » des vues prises quelques minutes auparavant à des milliers de kilomètres de distance.

Depuis Niepce et Daguerre, des noms français glorieux jalonnent les conquêtes de la photographie. Notre Société française de Photographie et de Cinématographie, quasi centenaire, est fière d'avoir compté parmi ses membres tous ceux qui ont marqué les étapes de celles-ci.

Le flambeau allumé par les deux inventeurs est passé de mains en mains, il rayonne aujourd'hui sur le monde entier et domine, sans que nous nous en rendions peut-être parfaitement compte, toute notre vie moderne.

Georges Poivilliers

Membre de l'Académie des Sciences

Petits et grands FORMATS



LE REFLEX SEMFLEX S II comporte : objectif Flor Berthiot f : 3,5 ; obturateur Orec 1 s au 1/400, avancement du film par manivelle à retour automatique. Doubles expositions des images impossibles.

LE REX REFLEX possède : objectif f : 3,5 traité Flor Berthiot ou Angénieux, obturateur Athos II de 1 s au 1/300, prise synchro-flash. Groupe optique interchangeable sur plaquette avec téléobjectif.

LE ROLLEIFLEX, grâce au dispositif Rolleikin, peut être transformé en appareil 24 x 36 mm. Objectif Tessar Zeiss ou Xenar Schneider 1 : 3,5. Obturateur Synchro Compur de 1 s au 1/500. Prise de flash.

DISCUITER les formats paraît au premier abord dénué de tout intérêt d'un point de vue technique. A qui demande : « Quel format doit-on préférer ? » on est tenté de répondre par le fameux adage : « Des goût et des couleurs... » Lorsqu'un débutant cherche à se documenter sur le choix d'un appareillage photographique, il se tourne vers ceux qui ont déjà eu le privilège de gâcher de la pellicule et leur demande conseil. Les avis qu'il recueille sont tellement différents que le pauvre amateur ne se fie plus qu'au bagout du revendeur. Ce qui est vrai pour le débutant se retrouve sous une autre forme quand il s'agit d'un amateur averti et même d'un professionnel. Les qualités techniques d'un format n'ont rien d'absolu et sont soumises pour une grande part à des considérations personnelles.

Pour les uns, la photographie est un souvenir du dimanche, d'une cérémonie, pour d'autres elle est un moyen d'expression artistique ; elle est aussi une auxiliaire du savant, un témoin du voyageur, un document du reporter. Et l'on comprendra ainsi facilement que le choix d'un format dépend pour beaucoup de l'utilisation que l'on veut faire de l'image obtenue, et surtout des possibilités d'obtenir cette image. Un ethnographe, par exemple, ne peut pas se promener dans la brousse avec un appareil de format 18x24 cm, lourd et encombrant, tandis qu'un tel appareillage peut être facilement employé par un photographe paysagiste ou par un professionnel du portrait à l'atelier.

Il existe de nombreux formats d'appareils, et avant d'en vanter les qualités et de rechercher leurs inconvénients, il est bon d'en établir une sorte de classement. On en distingue généralement trois groupes, auxquels on peut ajouter un quatrième, celui des formats miniatures.

Le premier groupe comprend des appareils utilisés par les professionnels ; ce sont les 24x30 cm, 18x24 cm, 13x18 cm. Il fut un temps même où le 50x60 cm avait des partisans ; mais de nos jours, si les 13x18 cm et 18x24 cm sont assez courants, on trouve plus difficilement les formats supérieurs. Signalons, toutefois, la chambre laboratoire « Bouzard » de la Bibliothèque Nationale qui reçoit des plaques de 60x80 cm, mais peut également utiliser tous les formats intermédiaires jusqu'au 13x18 cm. Il s'agit là d'un appareil destiné à la reproduction de documents, et seuls des laboratoires spécialisés peuvent en envisager l'emploi.

Les formats moyens sont connus de tous et les amateurs qui les utilisent sont légion. Ils donnent des négatifs 6x6 cm, 6x9 cm, 6 1/2x9 cm, 9x12 cm et 10x15 cm. Les formats 45x107 mm, 6x13 cm et 7x13 cm équipent les appareils stéréoscopiques.

La catégorie des petits formats est caractérisée par les appareils utilisant le film cinématographique de 35 mm, donnant des négatifs 24x36 mm. Toutefois nous ajouterons à cette catégorie les appareils obtenant des négatifs 4x6 1/2, 4 1/2x6, 4x4 et 3x4 cm.

Pour des cas spéciaux, les fabricants ont été amenés à construire des appareils accep-



tant des films de cinéma d'amateur de 9,5 mm (image de 8x11 mm) et de 16 mm. Ces formats miniatures ou microformats ont leur intérêt dans la photographie secrète. Le record du format miniature a été obtenu récemment avec un appareil faisant des photographies de 3x4 mm (Steineck A B C).

Nous pouvons maintenant reprendre la discussion des formats. Remarquons tout de suite que les appareils de petit format possèdent couramment un objectif de distance focale courte et de grande luminosité. Il n'est pas rare de rencontrer des optiques de 50 mm sur les appareils de 24x36 mm ouverts à 1/2,8, 1/2 et le plus souvent à 1/3,5. Ces avantages permettent à l'opérateur d'agir avec rapidité, même lorsque l'éclairage est faible, et c'est le cas fréquent pour la photographie sportive, les scènes de la rue, les enfants, les reportages. Ces appareils sont peu encombrants et leur poids réduit offre de grandes possibilités à tous ceux qui sont limités dans ce domaine (explorateurs, reporters, voyageurs).

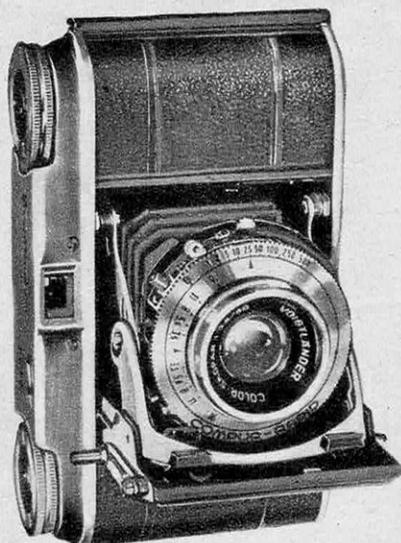
Pendant ils ne sauraient être parfaits, et leurs avantages se payent en premier lieu d'un prix d'achat généralement élevé. En effet, ils réclament, étant donné leur petitesse, un grand soin dans leur fabrication et une grande précision.

Si, par ailleurs, il existe une très grande netteté grâce à la profondeur de champ résultant de la courte focale de leur objectif, cette netteté se trouve limitée dans l'agrandissement des clichés, et les plans éloignés en particulier ne seront jamais parfaitement

nets car le pouvoir séparateur, insuffisant aux grandes distances, ne permet pas d'obtenir un cliché aux lointains fouillés. Ajoutons à cela que leur viseur est petit et ne facilite pas la mise en page, que le fait d'avoir 36 vues dans son chargeur pousse l'amateur au « mitraillage », que si le négatif ne revient pas cher, l'agrandissement « obligatoire pour y voir quelque chose » finit par être extrêmement onéreux. Le développement des négatifs exige un soin particulier et, sans vouloir déprécier les avantages cités précédemment, on constate qu'un développement dans un révélateur à grain ultra-fin, indispensable pour obtenir de grands agrandissements, oblige l'opérateur à poser une fois ou deux fois plus à la prise de vue. Ainsi se trouve réduit, dans ce cas, l'avantage d'une grande luminosité.

Néanmoins, l'appareil de petit format rend de grands services ; le bouton d'armement effectuant trois opérations en même temps (armement de l'obturateur, avancement du film et mise en marche du compteur d'images) augmente le rendement et permet d'être toujours prêt à déclencher. Adapté sur des dispositifs spéciaux, il est utile au chercheur, au savant (microphotographie, séries de photographies, etc.).

Tournons-nous maintenant vers les formats moyens, qui sont certainement les plus répandus. Il existe un grand nombre de types d'appareils dans ces formats, des plus simples aux plus perfectionnés. L'encombrement de ces appareils n'est pas encore à proprement parler un inconvénient. Leur poids est



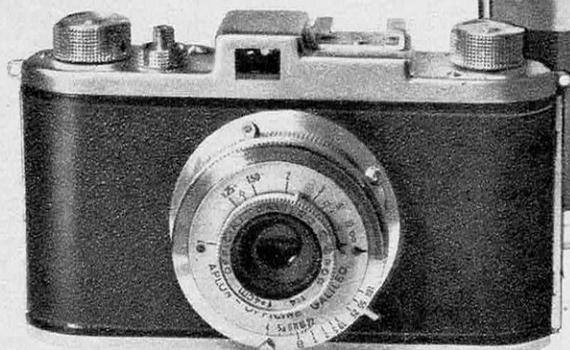
LE VOIGTLÄNDER VITO II est un petit format 24 × 36 mm. L'objectif Skoparf : 3,5 est à mise au point par rotation de la lentille frontale. L'obturateur est un Compur Rapid 1 s à 1/500 s. Compteur de poses et blocage évitant les omissions et doubles expositions. Synchro-flash.



LE RETINA II A de Kodak est un 24 × 36 mm. L'objectif Xenon est ouvert à f : 2. Télémètre couplé. Obturateur Compur à synchronisation intégrale de 1 s à 1/500 s. Levier d'armement rapide. Prise flash.



L'ELLY CLUB LUMIERE est un 24 × 36 mm qui enregistre 8 vues sur pellicules spéciales Lumière N° 1. Objectif Lypar f : 3,5. Obturateur 1 s à 1/300 s. Posemètre incorporé à l'appareil. Prise de synchro-flash.



LE CONDORETTE est un 24 × 36 mm. Objectif Galileof : 4 de 40 mm de distance focale. Mise au point jusqu'à 50 cm. Obturateur 1 s à 1/300 s. Synchro-flash. Blocage évitant la double exposition.



CE FOCA UNIVERSEL est équipé d'un objectif traité Oplar 1, f : 2,8, remplaçable par objectifs de distances focales allant de 28 mm à 135 mm. Obturateur à rideau à armement synchronisé avec l'avancement du film (pas de double exposition). Prise synchro-flash. Télémètre couplé avec tous les objectifs.

peut-être un avantage, car ils sont plus stables et leur inertie évite le « bougé » provoqué par le déclenchement manuel de l'obturateur. L'émulsion sensible couvre une surface déjà appréciable et permet aussi bien la lecture directe que des agrandissements substantiels. Les optiques sont très variées suivant les types d'appareils et suivant les prix.

Le nombre des vues d'un film est très réduit par rapport à celui que peuvent contenir les appareils utilisant le film de 35 mm, ce qui,

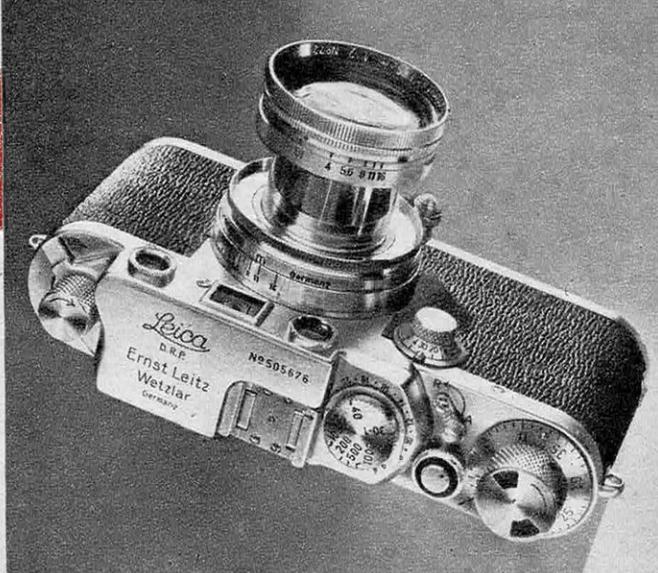
dans certains cas, peut être un inconvénient. Les viseurs ne sont pas toujours très pratiques et ne permettent pas un cadrage parfait. Cependant, dans la gamme des 6×6, 9×12 et 10×15 cm, la visée sur dépoli, si elle est longue à effectuer, offre de grandes possibilités pour ceux qui veulent étudier la mise en page et la mise au point. La focale, déjà plus longue et variant de 75 mm pour les 6×6 cm à 150 mm pour les 10×15 cm, réclame une attention plus grande dans la mise au point et une connaissance plus approfondie

LE LEICA III f est le plus récent modèle de Leica, doté de nombreux perfectionnements : télémètre couplé, obturateur à rideau 1 s à 1/1 000 s, synchronisation pour tous les flash. Objectif Elmar f : 3,5, Summitar f : 2 ou Summarit f : 1,5.

des relations entre luminosité, diaphragme, vitesse d'obturation. La profondeur de champ moins grande rend en effet la mise au point plus délicate, mais offre l'avantage de distinguer les plans du sujet en n'étendant pas la netteté à tous les plans.

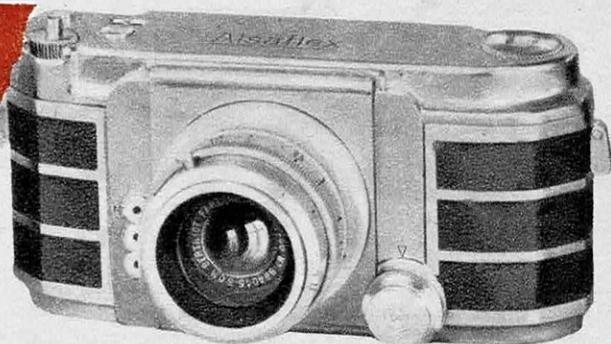
Les appareils de grands formats sont l'apanage des professionnels ; leurs grandes dimensions, leur poids effraient les amateurs. Ils possèdent de grands avantages : décentrement, bascules, grandes surfaces d'émulsions sensibles permettant d'obtenir le maximum du tirage d'un cliché. L'image photographique peut être composée avec soin sur le verre dépoli. Une grande gamme d'objectifs offre toutes sortes de possibilités.

Ainsi tous les formats d'appareils ont leurs avantages et leurs inconvénients. Aucun n'est universel. La discussion des formats n'a sa raison d'être que dans la mesure où l'amateur peut distinguer impartialement les possibilités de chaque format d'appareil et juger si elles s'accordent avec ses besoins ou



ses désirs. La solution la meilleure serait d'avoir plusieurs appareils de format différent car, au fond, ils se complètent tous utilement. Mais une telle solution ne contentera personne, et si l'on réfléchit aux besoins d'un amateur, il semble raisonnable de lui conseiller de choisir un appareil de format moyen. Si cet amateur a acquis une expérience assez grande en photographie et s'il désire

L'ALSAFLEX, de format 24 x 24 mm, est un reflex mono-objectif qui comporte, pour la mise au point télémétrique, un petit disque brillant au centre du dépoli, où l'image se coupe lorsqu'on dérègle l'objectif. Obt. 1 s à 1/2000 ; prise flash.



L'ALPA PRISMA REFLEX est un reflex mono-objectif dont le verre dépoli est examiné par l'intermédiaire d'un prisme à toit. L'oculaire à 45° permet de garder la tête dans une position naturelle pour faire la visée. Objectifs de 3,5 à 30 cm de foyer. Télémètre couplé. Prise de flash.



LE RECTAFLEX est un reflex mono-objectif pourvu d'un prisme pentagonal de visée, redressant l'image dans les dimensions mêmes aperçues par l'œil en visée libre. Mise au point rapide par télémètre. Synchronisation pour tous flash.

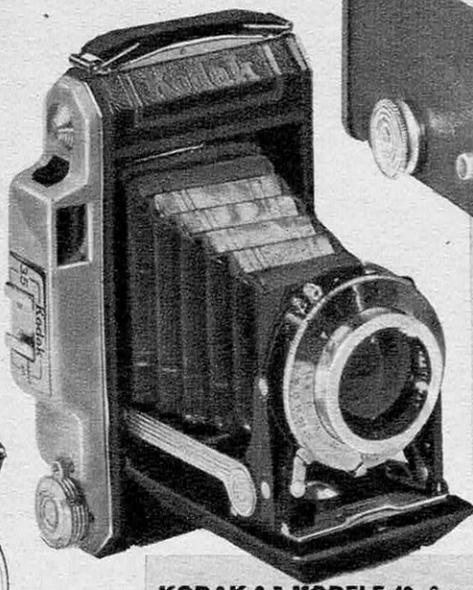




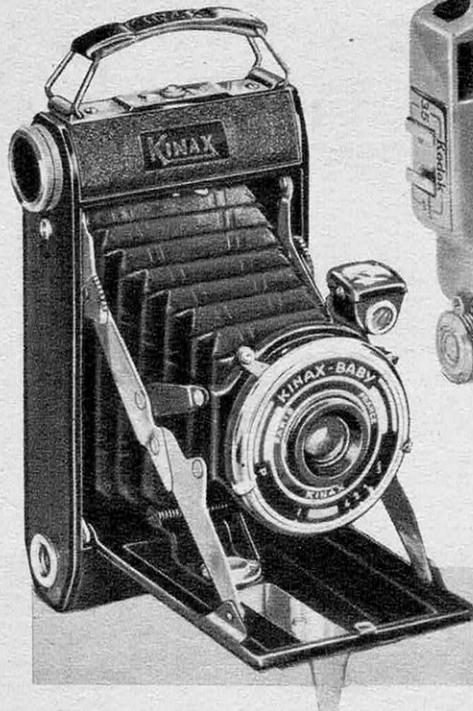
LE BOX « GOLDY » est un appareil 6 × 9 cm. Objectif ménisque. Obturateur pose et instantané. Deux viseurs pour vues en hauteur ou en largeur.



BOX BROWNIE SIX-20, modèle C, appareil Kodak pour débutants. De format 6 × 9 cm comme le Goldy, il possède les mêmes caractéristiques : deux viseurs, objectif ménisque, etc.



KODAK 3,5 MODELE 40, 6 × 9 cm, doté d'un obturateur de 1 s à 1/250, à synchronisation intégrale. Dispositif de retardement. Viseur périscopique. Blocage du film et de l'obturateur évitant les doubles expositions.



LE « KINAX BABY » 6 × 9 cm, appareil simplifié, est équipé avec un objectif ménisque à mise au point de 2 m 50 à l'infini. Trois ouvertures de diaphragmes. Obturateur à déclenchement direct. Prise de synchro-flash.

se lancer dans le domaine artistique, il se tournera vers les formats plus grands; si, par contre, il veut photographier sur le vif, c'est un appareil de petit format qui lui donnera satisfaction. L'industrie photographique offre une telle gamme d'appareils qu'il en existe pour tous au moins un qui répond aux exigences demandées.

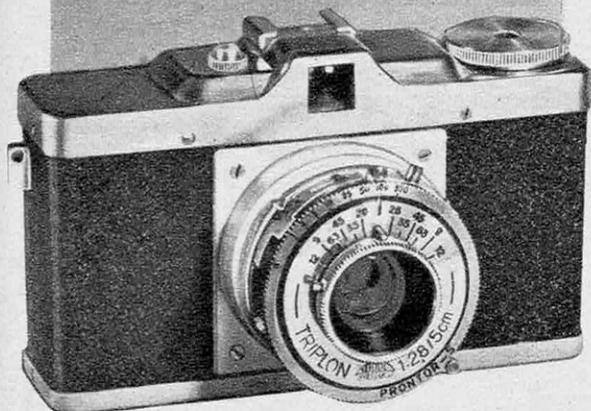
TYPES D'APPAREILS

Le choix d'un appareil, une fois son format déterminé, est encore souvent un sujet d'indécision, car les perfectionnements ne se retrouvent pas les mêmes sur tous les types. Le débutant photographe a tout intérêt à faire ses premières armes avec un « box ». Extrêmement simple, cet appareil peut donner d'excellents résultats à condition de se placer dans de bonnes conditions d'éclairage. L'optique est constituée par un ménisque à mise au point fixe de luminosité maximum 1/9 ou 1/12,5. Les sujets sont nets de 3 mètres à l'infini. Certaines boîtes plus perfectionnées ont une lentille achromatique comme objectif et une mise au point repérée : portrait,

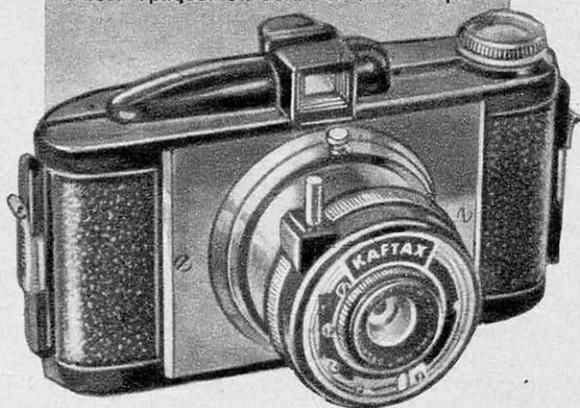
groupe et lointain. Le perfectionnement le plus moderne est l'utilisation avec les box d'un « flash » permettant des photographies instantanées à l'intérieur (open-flash), ce qui était jusqu'alors impossible sans éclairage artificiel intense étant donné la faible luminosité de l'optique.

Les appareils du type « folding » sont certainement les plus répandus, les plus employés et les plus variés. Ils se plient et prennent ainsi une forme aplatie qui les rend très transportables. On les place facilement dans une poche. L'objectif varie suivant le degré de perfectionnement de l'appareil et suivant son prix. Il en existe de haute luminosité et dans les meilleures marques. Le format 6 × 9 cm est le plus courant dans ce type d'appareil et le plus économique, car il est de dimensions suffisantes pour être examiné sans agrandissement. Les « folding » existent à pellicules et à plaques. L'amateur emploie surtout la pellicule et les appareils à plaques 6 1/2 × 9 et 9 × 12 cm sont moins utilisés. Cependant ces derniers, hormis leur encombrement, présentent toutes les caractéristiques d'appareils professionnels et peuvent pratiquement

LE LEIDOX II S est un 4×4 cm, objectif traité Triplon f : 2,8 de 50 mm de distance focale. Obturateur Prontor 1 s à 1/300 s, armement synchronisé avec l'avance du film. Prise pour synchro-flash.



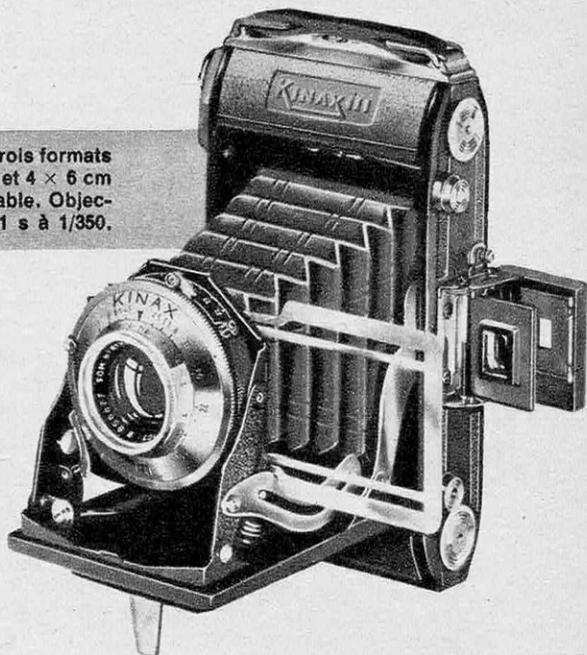
LE KAFTAX, appareil 6×9 cm pour débutants, est en matière moulée. Objectif à mise au point fixe. Obturateur pose et instantané. Viseur optique. Un écran coloré incorporé.



L'APPAREIL KINAX III permet la photographie aux trois formats 6×9 , 6×6 et 4×6 cm ; la visée est obtenue en 6×6 et 4×6 cm au moyen d'un viseur iconomètre giratoire et escamotable. Objectif traité Angénieux ou Berthiot f : 4,5. Obturateur de 1 s à 1/350.



LE BOX LUMIERE 6×9 cm, appareil pour les débutants, est équipé d'un objectif ménisque. L'obturateur comporte 3 vitesses avec 2 diaphragmes : pose et 2 Instantanés, 1/25 et 1/75 s. Prise de flash.



servir dans presque tous les cas. Ils possèdent pour la plupart un double ou triple tirage de la chambre, constituant une caractéristique intéressante pour ce type d'appareil. Les derniers perfectionnements ont porté sur l'optique, la possibilité de synchroniser un flash et sur la présentation. Le gros inconvénient auquel on n'a pas remédié est l'impossibilité d'y adapter des objectifs de focale différente.

Nous ferons une mention particulière pour les « reflex » à un et deux objectifs.

Le « reflex » à un objectif est assez encombrant étant donné sa forme cubique. L'objectif, de choix, est très lumineux et peut être interchangeable. Le contrôle de la mise au point sur un verre dépoli grâce à un miroir incliné à 45° et escamotable au moment de la prise de vue est un avantage énorme.

L'obturateur à grand rendement, à rideau, donne des vitesses de l'ordre du 1/1 000 de seconde, mais il présente le gros inconvénient de ne pouvoir être synchronisé avec les flash pour toutes les vitesses. Tous les genres de photographies sont permis avec ces appareils, et s'ils sont délaissés aujourd'hui en faveur des appareils « reflex » à deux objectifs, c'est peut-être dommage car ils présentent de gros avantages.

Très en vogue, le « reflex » à deux objectifs est un appareil de belle présentation. Il n'est pas d'un grand encombrement et il est relativement léger. Deux chambres superposées lui donnent sa forme cubique. La première chambre reçoit l'image photographique tandis que la seconde permet la mise au point sur un dépoli. Il y a donc deux optiques généralement très soignées et solitaires l'une de l'autre. L'image reste visible pendant toute la durée de la prise de vue, ce qui ne peut être réalisé avec le « reflex »

direct. Cependant il faudra, aux distances rapprochées, faire une correction de parallaxe verticale.

Cet appareil présente la particularité d'employer la pellicule en rouleau 6×9 cm, mais de faire douze vues 6×6 cm au lieu de huit vues 6×9 cm.

Si les « reflex » à deux objectifs sont munis des perfectionnements les plus modernes : grande vitesse d'obturation, possibilité d'emploi de plaques en châssis spécial ou de film 35 mm, prise synchro-flash, ils peuvent rarement changer d'objectifs. Ces dernières années ont vu naître les objectifs interchangeables sur ces appareils, mais le changement de la plaquette supportant les deux optiques est une opération assez longue.

Signalons enfin un perfectionnement récent des appareils reflex. Si on place sous le verre dépoli un écran spécial Kodak Ektalite, l'image servant à la mise au point est beaucoup plus lumineuse suivant l'axe de visée par suite de la réduction de la diffusion latérale. L'écran Ektalite est constitué par un mince disque de matière plastique sur une face duquel sont moulés de petits sillons circulaires concentriques dont un bord est vertical et l'autre bord incliné d'un angle qui croît avec la distance au centre, de façon à constituer une lentille de Fresnel. Les sillons sont très serrés (10 par mm).

Il faut souligner enfin la part importante prise par l'appareil de petit format, type 24×36 mm. Cet appareil a des emplois multiples et il est très recherché pour sa forme peu encombrante, sa maniabilité, ses qualités optiques et mécaniques. L'industrie photographique mondiale modernise chaque jour ce petit appareil.

Très plat, il se met facilement dans une poche ; son optique, interchangeable dans les appareils de prix, est de très haute luminosité et peut atteindre $1/1,5$. Une gamme d'objectifs allant du grand angulaire au télé-objectif augmente les possibilités de prise de vue au maximum.

Le télémètre couplé à l'objectif existe sur de nombreux appareils 24×36 mm et permet un réglage rapide et parfait de la distance. L'obturateur à rideau donne la pose à un et deux temps, des vitesses lentes de $1/2$ seconde au $1/10$ et des instantanés de l'ordre du $1/25$ au $1/1\ 000$ de seconde.

Avec un appareil de petit format, on enregistre un grand nombre de vues ; le prix de revient du négatif est peu élevé et l'on fait agrandir les meilleures images. Cependant on ne doit pas trop insister sur le caractère économique du petit format : il est surtout l'appareil idéal du chasseur d'images.

LES VISEURS

Tous les appareils dont la visée n'est pas faite directement ou par réflexion sur un verre dépoli sont munis d'un viseur.

Le viseur doit donc permettre la mise en

page du sujet et délimiter le champ exact qui sera enregistré sur l'émulsion sensible. En réalité, il n'existe pas de viseurs suffisamment précis, car ceux-ci ne se trouvent jamais dans l'axe de l'objectif, ce qui est la cause d'un effet de parallaxe particulièrement néfaste pour le débutant photographe. D'autre part, nombre de viseurs délimitent mal l'image et nécessitent l'application de l'œil très près d'un « guidon », ils ne peuvent être employés par les porteurs de lunettes.

Le plus simple de tous est le viseur « iconomètre ». Il se compose d'un cadre métallique de la dimension du format. Ce cadre se trouve dans le plan de l'objectif. Un œilleton est monté sur la partie arrière de l'appareil. L'œil doit être collé contre lui. Le sujet est vu directement et les indications sont assez précises. Très encombrant, ce viseur est abandonné de plus en plus.

Dans le viseur direct, le grand cadre métallique est remplacé par un cadre plus petit comportant une lentille divergente.

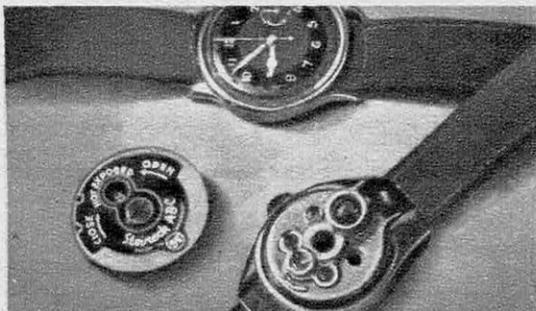
Le viseur réflecteur ou à miroir redresseur comprend une lentille convergente, un miroir incliné à 45° , une deuxième lentille convergente. Il faut être juste au-dessus de cette dernière pour bien voir l'image. Le cadrage est malaisé et ce type de viseur n'est pas à recommander.

Une combinaison optique nous a donné le viseur de Galilée. Les deux systèmes optiques : objectif et oculaire font quelquefois corps avec l'appareil ou sont montés dans un tube que l'on fixe sur le haut de l'appareil. L'image très claire n'est pas inversée.

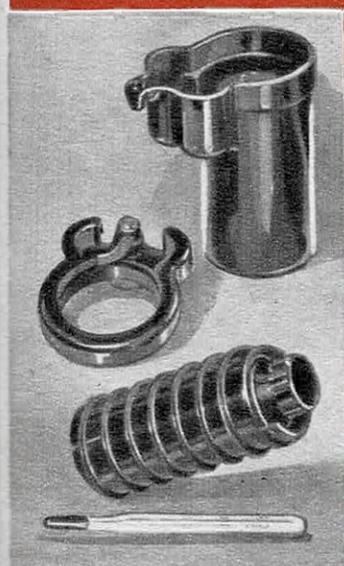
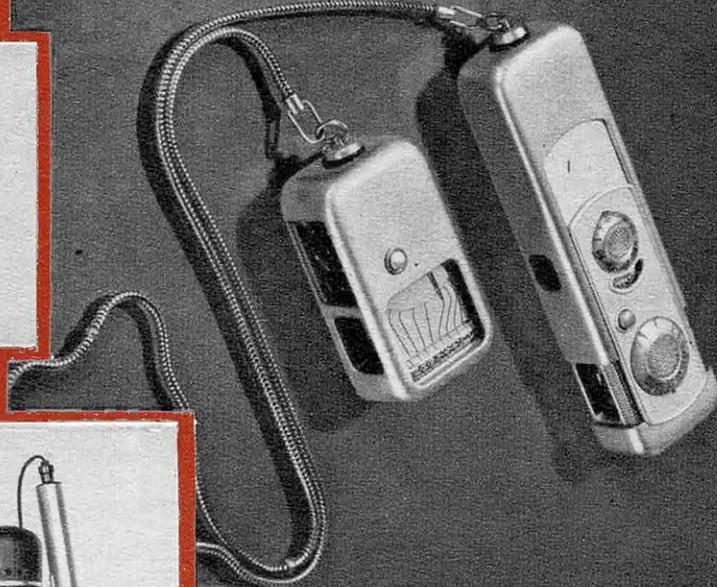
De nombreux appareils et plus particulièrement les appareils du type 24×36 mm sont généralement équipés avec ce viseur encasté dans le corps même du boîtier de l'appareil. Il se trouve combiné avec le télémètre couplé à l'objectif. Ce perfectionnement très important donne la possibilité de faire la mise au point en même temps que le cadrage.

LES TÉLÉMÈTRES

Le télémètre sert à mesurer la distance séparant le sujet de l'objectif afin de réaliser une mise au point mathématiquement exacte



● LE STEINECK A.B.C., fabriqué en Allemagne, est sans doute le plus petit appareil du monde. Semblable à une montre-bracelet, il pèse 45 g. Il prend six photos sur films découpés en forme de disques. Objectif $f : 2,5$.



● Cuve de développement à la lumière du jour et agrandisseur spécialement conçus pour les clichés 8 x 11 mm du Minox.

L'APPAREIL MINIATURE MINOX

Le Minox, malgré ses dimensions : 16 x 28 x 82 mm et son poids : 70 g, est un appareil de haute précision. Il possède un objectif Complan f : 3,5 de 15 mm ; la mise au point se fait de 50 à 20 cm grâce à la chaînette graduée qui le porte (compensation de parallaxe automatique). L'obturateur permet la pose en 1 et 2 temps et les instantanés entre 1/2 s et 1/1000 s. L'appareil comporte également deux écrans incorporés et un chargeur jumelé pour film 8 x 11 mm de 50 vues. Ci-dessus, l'appareil et sa cellule ; à gauche, l'échelle des temps d'exposition au dos de la cellule. A droite, un négatif.



et non approximative comme c'est le cas pour tous ceux qui n'emploient pas la visée réflexe ou la visée directe sur verre dépoli.

Cet instrument d'optique est fondé sur le principe de coïncidence ou de juxtaposition de deux images. La forme la plus simple utilise la réflexion sur deux miroirs dont l'un est fixe et semi-transparent, l'autre mobile autour d'un axe. Le miroir fixe semi-transparent laisse passer une partie du faisceau parallèle émis vers l'oculaire par le point objet situé à l'infini et parvient à l'œil de l'observateur. Par ailleurs, le faisceau arrivant sur le miroir mobile est réfléchi par celui-ci sur le miroir semi-transparent. L'œil voit alors les deux images d'un objet se trouvant à l'infini confondues en une seule image lorsque les deux miroirs sont parallèles.

Si l'objet est rapproché, le rayon incident frappera le miroir mobile suivant un certain angle et pour qu'il soit réfléchi exactement sur le miroir semi-transparent, il faudra dévier le miroir mobile jusqu'à ce que les deux images coïncident pour l'œil. Une échelle graduée en distances et déterminée expérimentalement

donne la mesure cherchée.

Il est évident que cet appareil doit être très précis et demande une exécution très soignée.

L'obtention de la coïncidence est facilitée par les différentes teintes des deux images. Le miroir semi-transparent donne une image bleutée tandis que l'image donnée par le miroir mobile est ordinairement verdâtre.

Dans le cas de juxtaposition, le miroir fixe n'est pas semi-transparent. Il ne donne qu'une demi-image de l'objet et l'autre moitié parvient après réflexion sur deux miroirs : l'un mobile, l'autre fixe. La mise au point est réalisée lorsque les deux moitiés d'images se complètent parfaitement. Le miroir mobile peut être remplacé par un prisme à réflexion totale.

D'autres télémètres sont fondés sur la réfraction variable d'un système de prismes ou de lentilles cylindriques.

Le télémètre n'était utilisé au début que pour mesurer la distance entre le sujet et l'appareil. Ensuite on réglait l'échelle des distances de l'objectif. Il était souvent indépendant de l'appareil. Aujourd'hui, le télémètre est combiné avec le viseur de Galilée

et couplé avec l'objectif, ce qui est un gros progrès ; on peut, tout en continuant de viser son sujet, le mettre au point et régler ainsi en même temps l'échelle des distances.

Une maison allemande vient de créer un télémètre amovible qui se couple avec tous les objectifs interchangeables. Le couplage se fait au moyen d'un levier qu'il suffit de placer sur le repère correspondant à l'objectif utilisé (Robot).

LES TÉLÉDÉCLENCHEURS

La commande à distance pour la prise de vue a toujours tenté les photographes. Avec un petit électroaimant fonctionnant sur 6 ou 12 volts, il est assez facile de réaliser un

Par exemple, si l'on désire pousser l'automatisme à l'extrême pour étudier la germination d'une graine ou la croissance d'une plante, on peut adapter un mouvement d'horlogerie qui déclenchera à des moments déterminés la commande électromagnétique. Il en résultera une série de clichés pris à des intervalles réguliers.

LA PHOTOGRAPHIE SECRÈTE

Dans ce domaine, le télédéclencheur et le Robot constituent un ensemble parfait. Les services de police utilisent également le Robot seul car ses petites dimensions permettent de le dissimuler dans une serviette ou dans une valise. Placé dans un local, dans

LE "ROBOT", FORMAT 24 × 24

Cet appareil pour amateurs ou professionnels est susceptible de nombreuses applications à la photographie scientifique, industrielle, médicale, etc. Il comporte un moteur à ressort qui fait avancer le film, réarme l'appareil et compte les images, le tout en 1/10 de seconde. On peut prendre 24 ou 48 vues aussi vite que le doigt peut presser le déclencheur. Viseur transformable en viseur d'angle, télédéclencheur, objectifs Xenar (f : 2,8) ou Xenon (f : 1,9) ; télémètre couplé démontable.



montage pour télécommander le déclenchement de l'obturateur. Le seul inconvénient réside dans l'obligation de réarmer l'obturateur à chaque vue.

Seul, à notre connaissance, le Robot, est muni d'un moteur à ressort qui, en moins de 1/10 de seconde, fait avancer le film, réarme l'obturateur et compte l'image. Il y a deux modèles de moteurs à ressort : l'un dont le remontage assure la prise automatique de 24 vues, l'autre de 48 vues. Il suffit d'appuyer sur le bouton de déclenchement 24 ou 48 fois sans s'occuper d'avancer le film ni d'armer l'obturateur. Les constructeurs du Robot se sont rendu compte des avantages énormes qu'ils pouvaient conférer à leur appareil en lui adjoignant un accessoire tel qu'un télédéclencheur électromagnétique. Les applications de cet ensemble sont multiples, d'autant plus qu'il est possible d'utiliser en même temps des lampes « flash » ou un dispositif à éclair électronique.

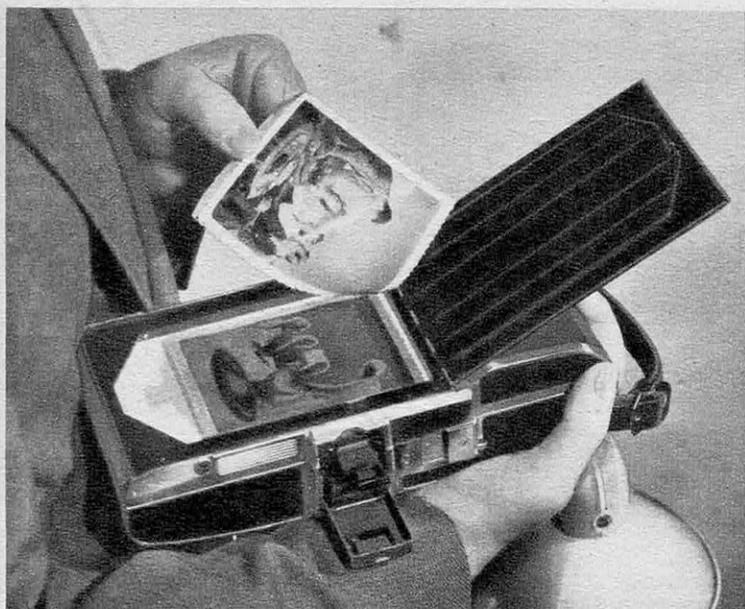
Le télédéclencheur présente un intérêt évident pour la photographie des enfants, des animaux, mais il nous paraît encore plus utile pour les travaux techniques et scientifiques.

une voiture, il peut photographier les personnes qui déclenchent elles-mêmes l'appareil en ouvrant une porte, ou en interceptant un faisceau infrarouge normalement reçu par une cellule photoélectrique placée dans le circuit du télédéclencheur.

Mais ce sont surtout les appareils miniatures qui peuvent fournir des documents photographiques très intéressants non seulement pour les services secrets mais pour les reporters et les amateurs qui recherchent un effet de surprise, une expression fugitive, un geste non étudié.

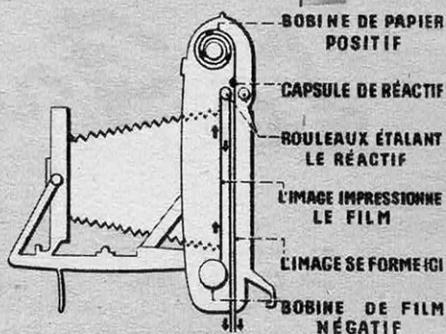
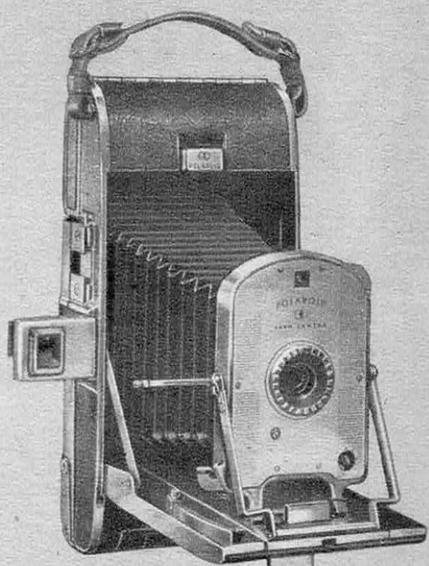
Actuellement, de nombreuses firmes ont entrepris la construction d'appareils utilisant le film 16 mm, et même le film de 9,5 mm. Ces micro-appareils sont des chefs-d'œuvre de mécanique horlogère. Le Minox, par exemple, est muni d'un obturateur donnant toutes les vitesses depuis 1/2 jusqu'au 1/1 000 de seconde. L'optique, à quatre lentilles traitées, possède une très haute définition. On peut, avec le Minox, faire des prises de vues à 20 cm, car il existe une compensation automatique de la parallaxe. Il utilise le film 9,5 mm.

Le Mikroma, d'origine tchèque, ressemble



CET APPAREIL LIVRE UN POSITIF EN 60 SECONDES

LE Polaroid-Land se charge de deux rouleaux, un pour le négatif, l'autre où se déposera l'image positive. On peut prendre 8 clichés par chargement. L'appareil comporte un seul organe de réglage à 8 positions, combinant la vitesse d'obturation et l'ouverture du diaphragme. Une cellule spéciale indique directement le chiffre à choisir suivant les conditions d'éclairage. Après chaque prise de vue, on tire les films vers le bas, ce qui met en place le négatif de l'image suivante qui peut être prise aussitôt pendant que la première se développe. Après une minute, on retire de l'appareil l'épreuve positive, format 70 x 95 mm, sépia ou noir et blanc, demi-glacée, sèche et se conservant indéfiniment sans traitement ultérieur. L'appareil peut fournir des transparents pour projection.



au Minox mais emploie le film 16 mm sonore ou à double perforation, dans des magasins spéciaux. L'objectif est ouvert à 1/3,5.

Mais le record appartient sans doute au Steineck A B C. Il pèse 45 grammes et a la forme d'une montre bracelet. Le viseur ne se met pas contre l'œil, mais se tient à une distance de 25 cm. En faisant le geste de lire l'heure à son poignet, on peut photographier à l'improviste son interlocuteur. L'objectif à plusieurs lentilles est ouvert à 1/2,5. La mise au point est réduite à néant étant donné la petitesse de la focale. L'émulsion sensible se présente sous la forme d'un disque de six vues, que l'on découpe soi-même avec un emporte-pièce, dans du film 35 mm.

LA PHOTO-MINUTE

Nous connaissons tous le photographe ambulant qui hante avec son voile noir les fêtes foraines et qui en quelques minutes nous donne notre photographie. Désormais, en une minute, un appareil inventé par le Dr Edwin H. Land permet à l'amateur de tirer une épreuve du cliché qu'il vient de prendre. Le « Polaroid Land » se présente

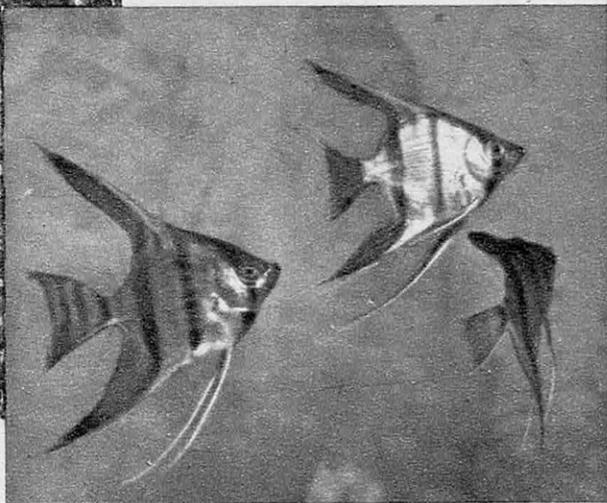
sous la forme d'un grand folding. On le charge avec deux rouleaux. Le premier rouleau est un papier négatif qui se place dans la partie inférieure de l'appareil. Il est ensuite tendu dans le plan focal, passe entre des rouleaux presseurs et se dirige vers une fente située au bas de l'appareil. Le deuxième rouleau de carteline spéciale non sensible à la lumière est mis dans la partie supérieure et passe entre les rouleaux presseurs derrière le papier négatif contre lequel il est plaqué. Sur le papier positif se trouvent à intervalles réguliers des « ampoules » contenant un produit chimique pâteux. Lorsque le cliché a été pris, on tire le film par le bas, l'ampoule s'écrase et le produit gélatineux se répand entre les surfaces positive et négative. La substance agit sur le négatif, développe et fixe. Toutes les parties non développées viennent se déposer sur le carton blanc. Une minute après, l'épreuve positive peut être retirée de l'appareil.

De principe très simple, cet appareil est sans aucun doute une grande nouveauté dans l'industrie photographique.

G. Tendon.



Lasserre.



J. M. Bauffe.

La Frise de Vue

SUFFIT-IL de posséder un bon appareil pour réussir ses photographies ? Un appareil n'est jamais qu'une mécanique et, quels que soient ses perfectionnements, il ne fournira de bons résultats que s'il est employé à bon escient. Il y a tout d'abord quelques notions élémentaires que tout photographe débutant ne doit pas ignorer.

Lorsque l'on s'apprête à photographier un sujet, on doit s'appliquer à faire quelques réglages simples : mise au point, diaphragme, vitesse d'obturation. Or, il existe une relation entre le diaphragme, la vitesse d'obturation et la sensibilité de l'émulsion, qui est à la base de la technique de prise de vue, et que pourtant bien des amateurs oublient.

LE TEMPS DE POSE

Le sujet à photographier diffuse la lumière qui l'éclaire ; c'est cette lumière qui va agir sur la couche sensible de la plaque ou de la pellicule qui charge l'appareil pour former une image, latente tout d'abord, que les opérations de développement révéleront ensuite.

Le temps pendant lequel la lumière diffusée par le sujet impressionnera la surface sensible s'appelle le « temps de pose ». Le simple bon sens conduit à la réflexion suivante : plus l'énergie lumineuse diffusée par le sujet sera grande, moins le temps de pose sera long pour impressionner l'émulsion sensible. Le temps de pose dépend donc d'une part de l'éclairement du sujet et de son pouvoir réflecteur, d'autre part de l'ouverture du diaphrag-

me qui laisse passer la lumière que reçoit l'objectif.

Le diaphragme réduit la luminosité de l'objectif suivant une suite de nombres que nous lisons sur la plupart des appareils autour de l'objectif, par exemple :

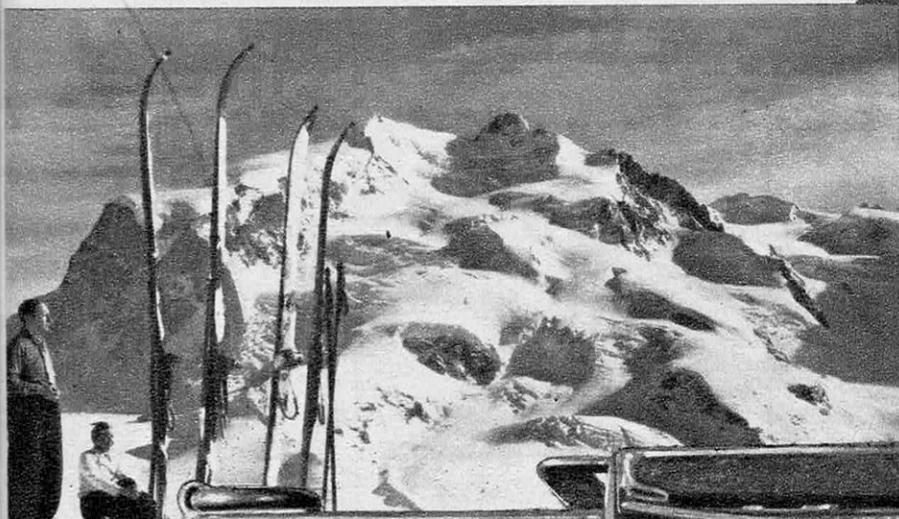
3,2 4,5 6,3 9 12,5, ou encore :
2 2,8 4 5,6 8 11 16 22

Il est établi mathématiquement que lorsqu'on passe d'un nombre de la série au suivant, le diaphragme laisse passer deux fois moins de lumière. Par conséquent, si le temps de pose est d'une seconde à 4,5, il devra être de 2 secondes à 6,3. Inversement s'il est d'une seconde à 6,3, il sera d'une demi-seconde à 4,5.

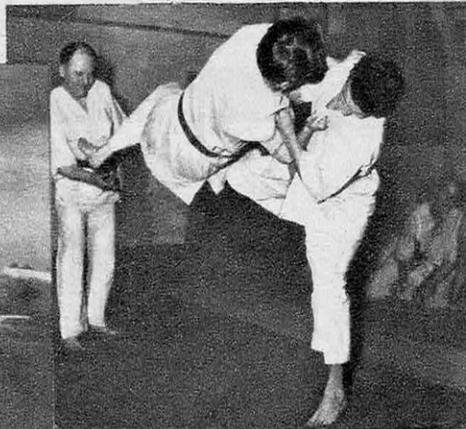
Donc le diaphragme est un des facteurs qui font varier le temps de pose, et c'est l'opérateur qui en est le maître.

Nous ne pouvons pas (sauf dans le cas de lumière artificielle) agir sur la lumière réfléchie par le sujet. Si la lumière ambiante est faible, le sujet ne diffusera qu'une très faible partie de cette lumière, et même en laissant le diaphragme à sa plus grande ouverture, il n'entrera dans l'appareil qu'une faible quantité de lumière ; le temps de pose ne pourra pas être réduit. Au contraire, si la lumière est très forte, le temps de pose pourra être écourté.

Autre facteur important : la sensibilité de l'émulsion, Il est évident que, plus l'émulsion est sensible, plus vite elle sera impressionnée. Aussi ne doit-on pas oublier de se renseigner sur sa « rapidité ».



E. Gyger.



Kodak.



Kodak.

TEMPS D'EXPOSITION MAXIMUM POUR LA PHOTOGRAPHIE DE SUJETS ANIMÉS DIVERS

	Sujets se trouvant à		Direction du mouvement par rapport à l'opérateur		
			↑↓	↖↗	↔
	Piétons, scènes de rues	8 m	1/50	1/75	1/100
	Bicyclette, cheval au trot, bateaux, véhicules lents	10 m	1/125	1/200	1/300
	Trains { 50 km/h	20 m	1/200	1/300	1/500
	{ 100 km/h	20 m	1/500	1/600	1/1000
	Automobile, avion, course de bicyclette.	15 m	1/400	1/500	1/1000

L'évaluation du temps de pose est surtout question d'expérience. Un photographe professionnel habitué à travailler dans son studio avec un éclairage déterminé, un amateur averti qui compte à son actif de nombreux clichés pris soit dans la rue, soit à la campagne, savent évaluer un temps de pose, et bien que cette détermination manque de précision, ils tombent presque à coup sûr dans l'intervalle de pose correct, assez grand d'ailleurs grâce à la latitude des émulsions photographiques actuelles.

Mais le voyageur, le reporter, l'explorateur se heurtent à un problème plus délicat, car ils opèrent dans des lieux très différents où les conditions d'éclairage sont très variées. Pour l'amateur peu expérimenté, bien entendu, tous les problèmes qui se posent sont nouveaux.

Il existe des instruments destinés à mesurer le temps de pose. En réalité, cette mesure n'est jamais précise, mais permet à l'opérateur d'éviter des erreurs grossières. Les indications données par ces appareils ou par des tables empiriques plus ou moins détaillées doivent être interprétées et non appliquées brutalement.

Le procédé le plus simple consiste à utiliser une table de pose comme en offrent en réclame les fabricants d'émulsions. Il suffit d'additionner des nombres correspondant à l'état du ciel, au genre du sujet, à l'époque de la prise de vue, à la rapidité de l'émulsion, et au diaphragme, et le total donne le temps de pose. Il existe des modèles plus perfectionnés sous forme de disques tournants, de tableaux à plans mobiles qui, par deux ou trois combinaisons donnent automatiquement le temps de pose. Il faut cependant agir avec prudence, car tous les cas ne sont pas envisa-

gés dans ces tables établies expérimentalement, et surtout les latitudes donnent lieu à des corrections importantes.

L'actinomètre n'est plus de mode, aussi n'insisterons-nous pas et signalerons simplement qu'il a pour principe de mesurer la valeur de la lumière (actinisme) qui éclaire le sujet. Cet appareil consiste essentiellement en un morceau de papier bromure sensible à la lumière que l'on expose jusqu'à ce qu'il ait pris une teinte semblable à une teinte étalon. Le temps qu'il a mis à prendre cette teinte est reporté sur un tableau où est inscrit le temps de pose. Ce temps de pose est établi en relation avec la rapidité de l'émulsion qui charge l'appareil de prise de vue et le diaphragme. De nombreux facteurs (humidité, faible intensité) rendent les mesures inexactes ou longues et font qu'à l'heure actuelle l'actinomètre ne se fabrique plus.

Les posemètres optiques se trouvent plus facilement et leur emploi est assez simple. On regarde le sujet à travers une échelle de verre, de teintes dégradées, que l'on fait glisser jusqu'à ce qu'il soit impossible de le distinguer. Chaque teinte porte un chiffre qui correspond sur un tableau à un temps de pose. Au préalable, on a réglé le tableau suivant la sensibilité de l'émulsion et en fonction du diaphragme.

Le petit posemètre « Leudi », basé sur ce principe, est excellent et rend de grands services. On peut citer également le posemètre-télémetre Sommor (Optonet) qui se place sur l'appareil photographique et permet de mesurer les distances d'une part, et de déterminer le temps de pose de l'autre.

Un autre type d'instrument est le photomètre à étalon lumineux. Il permet de comparer la « luminance » d'une région déterminée

du sujet à la « luminance » d'un étalon lumineux incorporé à l'appareil. Le posemètre de L. Lobel utilise une lampe à incandescence du type lampe de poche comme étalon lumineux. Celle-ci est alimentée par une pile sèche, et un rhéostat règle la tension. Elle est située au foyer d'une lentille qui donne un faisceau parallèle. Le filament est réfléchi sur la glace sans tain et se détache très clairement, tandis que le sujet est vu au travers de la glace en superposition. On fait alors coulisser un coin dégradé devant la lampe et l'on voit le filament diminuer de luminance pour s'estomper et se confondre avec le sujet. Le coin est gradué et en se reportant à un tableau on trouve le temps de pose. La mesure est faite sur la partie intéressante du sujet et les résultats obtenus sont excellents.

L'appareil le plus moderne, le plus sensible, mais aussi le plus fragile et le plus coûteux est sans doute le posemètre à cellule photo-électrique ou plus exactement à cellule photovoltaïque. La cellule possède la propriété de transformer l'énergie lumineuse en énergie électrique, ce qui revient à dire que toute lumière qui la frappe donne naissance à un courant sans aide d'aucun générateur. Elle est généralement composée d'une plaque de fer recouverte d'une couche de sélénium sensible à la lumière constituant la cathode et enduite elle-même d'une couche d'or ou de plomb transparent (anode). Le courant traverse un microampèremètre dont l'aiguille balaye un cadran, où la lecture d'un nombre, et souvent du temps de pose directement, est un jeu.

Malgré la facilité d'emploi et la précision, toute théorique d'ailleurs, de cet appareil, on constate souvent à l'usage de nombreux inconvénients.

Les posemètres à cellule photovoltaïque sont des appareils fragiles. La cellule ne fonctionne pas pour les faibles intensités lumineuses et elle est très sensible aux variations de température. Elle mesure l'intensité d'un champ très vaste que les objectifs n'embrassent pas et fait entrer dans cette mesure les résultats de réflexions provenant de sujets qui ne font pas partie du cadre choisi. La sensibilité d'une cellule s'étend du violet à l'infrarouge, mais elle ne correspond pas d'une façon continue à la sensibilité des émulsions pour les différentes couleurs.

Les posemètres photoélectriques sont donc surtout des guides et tout l'art est de savoir s'en servir judicieusement.

Rien ne peut remplacer l'expérience pour la détermination du temps de pose. Les appareils que nous avons décrits ont certes leur valeur, mais c'est par l'interprétation intelligente des évaluations qu'ils donnent, comparées aux résultats expérimentaux, qu'ils peuvent être d'utiles compagnons du photographe.

Il arrive que l'on soit tenu à un temps de

pose déterminé par la mobilité du sujet pour obtenir un minimum de netteté. Aussi doit-on tenir compte de la vitesse et de la direction de son déplacement. De nombreux tableaux ont été établis. Celui de la page 20 pourra fournir quelques renseignements utiles.

Dans le cas très particulier où le temps de pose est fixé à l'avance par le mouvement du sujet, le réglage de l'intensité lumineuse pénétrant dans l'appareil sera effectué par le diaphragme qui reste le seul élément sur lequel nous puissions agir.

LES FILTRES

Pourquoi utilise-t-on des filtres ? C'est une question fréquemment posée. Bien des amateurs achètent un filtre (jaune de préférence !) parce qu'ils ont lu des réclames où l'on disait que les photos ainsi obtenues étaient meilleures, ou parce que le vendeur a réussi

QUELQUES INDICATIONS SUR L'USAGE DES FILTRES

Sujets	Emulsions	Filtres	Effets
LOINTAINS, PANORAMA	ortho-chromatique panchromatique	jaune moyen sans rouge	normal brumeux verdure claire ciel foncé
CIEL AVEC NUAGES	ortho-chromatique panchromatique — —	jaune moyen jaune foncé orangé rouge	normal nuages accentués ciel foncé nuages très en relief aspect irréal des nuages
FLEURS ET FEUILLES Rouges	panchromatique —	jaune léger rouge léger sans	normal clair normal
Jaunes	—	jaune	normal
Bleues	— —	léger sans jaune	trop clair normal
EN MONTAGNE	panchromatique — —	U.V. (1500 m. et plus) jaune léger jaune foncé	normal, normal ciel foncé grand contraste
MER	ortho ou panchromatique panchromatique	jaune léger jaune moyen	normal bonne oppos. des valeurs
A LA LUMIERE ARTIFICIELLE	panchromatique	bleu	bonnes valeurs

à leur démontrer la nécessité d'un tel achat, sans d'ailleurs en donner aucune raison technique.

En réalité, il faut remonter à l'émulsion sensible et examiner comment les couleurs de la nature sont rendues sur les préparations photographiques au gélatino-bromure d'argent, c'est-à-dire en gris, noir et blanc. Les couches sensibles ne sont pas également sensibles à toutes les radiations. Par exemple, les émulsions orthochromatiques sont très sensibles aux radiations bleues, violettes et le sont beaucoup moins aux radiations vertes et jaunes et pas du tout aux radiations orangées et rouges.

Bien qu'on ait considérablement augmenté la sensibilité de ces émulsions aux radiations jaunes et vertes, il n'en reste pas moins un grand écart entre ces dernières et les bleues. On aperçoit immédiatement l'inconvénient qui résulte de ce manque de sensibilité de l'émulsion à ces couleurs. Supposons que l'on ait à photographier un bateau dont la coque soit peinte en vert avec une bande de flottaison rouge et ayant un pavillon jaune et noir, le ciel étant bleu. Avec une pose normale, le bleu impressionnera vivement la plaque ou le film, et le négatif sera très opaque, très dense ; par contre le vert, le rouge, le jaune qui n'ont pas agi suffisamment longtemps, ne produisent aucune image. Sur

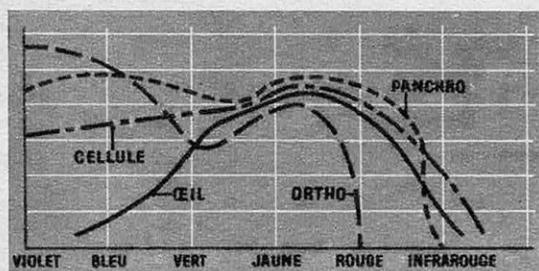


POUR LA DÉTERMINATION DU TEMPS DE POSE

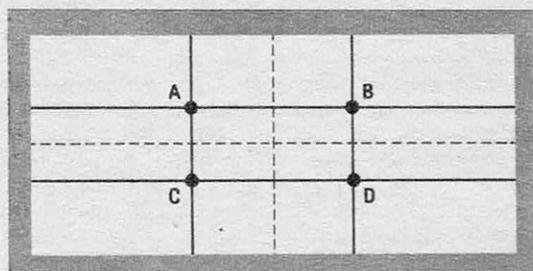
De nombreux types de posemètres ont été imaginés, donnant des indications plus ou moins précises qui doivent toujours être interprétées en tenant compte non seulement de la rapidité des émulsions et du diaphragme mais de la nature du sujet à photographier. Ci-dessus, trois modèles de posemètres modernes perfectionnés : le premier est à étalon lumineux, les deux autres sont équipés avec une cellule photoélectrique.

l'épreuve positive, le bateau sera noir avec un drapeau noir et un ciel très blanc. Et cependant on peut obtenir quelque chose de bon avec une telle émulsion si l'on a soin de réaliser un filtrage dosé des différentes radiations.

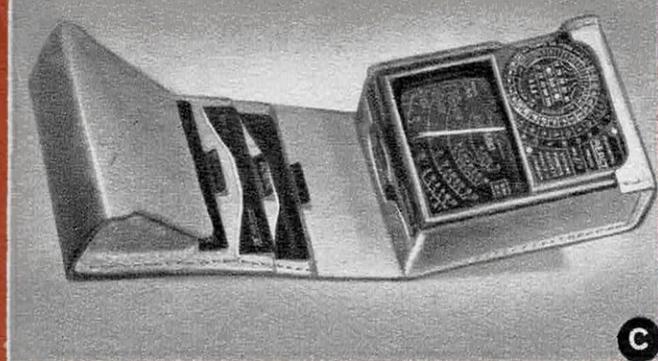
En effet, la lumière qui passe dans un milieu coloré transparent est modifiée dans sa composition. Certains rayons lumineux sont absorbés tandis que d'autres passent sans subir de grandes modifications. Nous constaterons ainsi qu'un faisceau de lumière traversant un verre jaune a pris cette couleur. C'est que le jaune est perméable aux rayons



● Sur ce graphique ont été tracées les courbes de sensibilité aux différentes radiations du spectre de l'œil, des émulsions orthochromatique et panchromatique et des cellules photoélectriques des types courants. On voit qu'alors que l'œil a son maximum de sensibilité dans le jaune-vert, les émulsions ont un premier maximum dans le bleu-violet et un second dans le jaune vert, beaucoup plus étalé pour les émulsions panchromatiques dont la sensibilité au rouge est comparable à celle de l'œil. Il existe des émulsions à haute sensibilité au rouge pour la lumière artificielle. La sensibilité de la cellule, qui a la même allure que celle des émulsions panchromatiques pour les longueurs d'onde moyennes, s'étend beaucoup plus loin vers le rouge, et même l'infrarouge, mais tombe vers le bleu et le violet, longueurs d'onde pour lesquelles les émulsions sont les plus sensibles. L'opérateur devrait en tenir compte.



● Les règles de la composition photographique sont très nombreuses, mais il en est peu d'absolues. Il s'agit avant tout de bien situer le sujet principal et le croquis ci-dessus pourra y aider. Les points A, B, C, D, à l'intersection des droites joignant les points au tiers de la longueur et de la largeur, sont dits « points forts ». On s'efforcera de grouper autour d'eux les parties importantes du sujet. D'une manière générale, on évitera de placer la ligne d'horizon au milieu de l'image et de la découper en parties égales par des sujets parallèles verticaux, de photographier tous les plans avec la même netteté, d'où manque de plastique et de relief, d'opérer trop loin du sujet principal, de laisser de grands avant-plans sans intérêt ou de choisir un premier plan trop important qui écrase le sujet principal. Souvent on pourra corriger des erreurs inévitables à la prise de vue par un cadrage adroit à l'agrandissement.

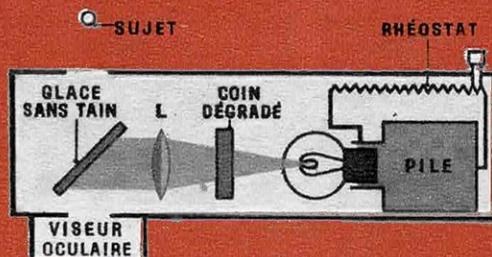


D Dans le posemètre L. Lobel dont le schéma est donné ci-contre, on compare la « luminance » du sujet à photographier à celle d'une source de lumière étalon. Celle-ci est une lampe à incandescence alimentée par une pile. Un dispositif optique comportant une glace sans tain permet de voir en superposition le sujet et le filament de la lampe. Il suffit de déplacer le « coin » dégradé et gradué devant la lampe jusqu'à ce que l'image du filament devenant moins brillante se confonde avec le sujet.

A Le posemètre « Volomat » dérive du posophotomètre Lobel dont le principe est indiqué ci-dessous. Son angle de visée très étroit permet d'effectuer la mesure sur une partie déterminée du sujet.

B Le « Cellophot » est remarquable par sa petite taille; il ne pèse que 60 grammes. Le champ embrassé est de 50°. La lecture est directe, tous les chiffres inutilisés sont cachés. (Chauvin-Arnoux.)

C Le posemètre « Réalt » comporte des cadrans interchangeables étalonnés pour une rapidité d'emulsion donnée. La lecture est immédiate pour les instantanés. Cadran-calculateur pour poses.



verts et rouges (dont le mélange donne le jaune) tandis qu'il s'oppose au passage des rayons violets et bleus.

L'extinction de certains rayons a comme principale conséquence la diminution de l'intensité lumineuse. Il faudra en tenir compte lors de l'établissement du temps de pose. Les fabricants de filtres donnent les coefficients d'augmentation du temps de pose pour chaque filtre, mais cette indication n'est pas absolue et varie avec le degré chromatique des surfaces sensibles.

Les filtres peuvent être des gélatines colorées placées entre deux lames de verre ou des verres colorés dans la masse. Ils se mettent devant l'objectif et ne modifient la netteté que d'une façon négligeable.

Nous n'insisterons pas sur les filtres sélecteurs qui sont perméables à un domaine spectral réduit et sont utilisés dans des cas spéciaux. Les filtres compensateurs, par contre, sont destinés à atténuer plus ou moins l'intensité d'un domaine spectral étendu et servent à corriger les faiblesses des émulsions sensibles.

Le principe de base qui préside à leur utilisation est le suivant : un filtre laisse passer les radiations de même teinte et réduit ou élimine les radiations de teinte complémentaire.

Un filtre jaune, par exemple, laissera passer le jaune et réduira le bleu. Avec une émulsion orthochromatique particulièrement sensible au bleu et moins sensible au jaune, nous obtiendrons pour ces deux teintes :

	sans filtre	avec filtre jaune
jaune :	gris foncé	gris clair
bleu :	blanc	gris foncé

Dans ce cas, le rendu sera nettement meilleur avec le filtre jaune, car pour l'œil et traduites en gris, noir et blanc, les teintes « chaudes » (jaune, orange, rouge) deman-

dent à être étalées dans la gamme de gris clair, tandis que les teintes « froides » (violet, bleu) seront mieux rendues dans la gamme des gris foncés.

Il existe de nombreux filtres de teintes variées et d'utilisations différentes. Certains permettent des effets et même des truquages (nuit en plein jour avec le filtre rouge).

Le coefficient de pose que l'on doit appliquer pour les différents filtres ne peuvent être qu'approximatifs. En général, il faut, avec un filtre :

Jaune clair,	multiplier par 1,5 ;
Jaune moyen,	— 2 ;
Jaune foncé,	— 3 à 3,5 ;
Vert moyen	— 2 à 2,5 ;
Rouge	— 4 à 8 ;
Bleu	— 2 à 2,5 ;
Orangé	— 2,5 à 3.

Ces coefficients varient, soulignons-le bien, suivant les émulsions.

LE FILTRE DE POLARISATION

Ce filtre est d'un usage spécial. Il est destiné ordinairement à l'élimination des reflets dus aux surfaces réfléchissantes.

En effet, on sait que la lumière se propage suivant un mouvement ondulatoire et vibre dans toutes les directions. Si sur son parcours s'interpose une surface réfléchissante, par exemple, le mouvement ondulatoire de la lumière est modifié. Il ne se produit plus dans toutes les directions, mais dans un seul plan. Ce phénomène s'appelle polarisation de la lumière.

La lumière polarisée est très répandue : c'est celle que réfléchissent les vitrines, vitres, objets de verre; la lumière bleue du ciel l'est plus ou moins, ainsi que celle que réfléchissent les feuilles des arbres, certains rochers, les toits d'ardoise, les objets d'orfèvrerie et la surface de l'eau.

Le polariseur a pour effet d'éliminer totalement ou partiellement la lumière polarisée. Il est constitué par des microcristaux organiques déposés parallèlement en couche très fine sur un support en matière plastique. Cette préparation est ensuite placée entre deux glaces.

Le filtre de polarisation se monte sur l'objectif après détermination de la meilleure position du plan de polarisation.

Le coefficient d'augmentation du temps de pose est assez élevé. La coloration du filtre d'une part et sa constitution d'autre part nécessitent une augmentation d'au moins 3 fois du temps de pose.

Les résultats présentent un certain intérêt. Le bleu du ciel sera assombri sans que le rendu des couleurs soit modifié et ceci autant pour la photographie en noir et blanc que pour la photographie en couleurs. Le filtre sera utilisé dans ce cas comme un filtre normal. Si l'on fait varier sa densité en faisant tourner le plan de polarisation, on peut obtenir une série d'effets allant du gris au noir (effet de nuit) pour le ciel sans qu'il y ait altération des autres teintes.

Les reflets que nous avons signalés précédemment sur l'eau, les vitres, les vitrines, les porcelaines, etc., seront éliminés partiellement ou complètement.

LA COMPOSITION EN PHOTOGRAPHIE

Qualité technique mise à part, une photographie captera notre attention si l'image est bien composée.

Beaucoup d'amateurs pensent que la composition n'est réservée qu'aux grands artistes photographes, et sans chercher même à savoir comment ils pourraient améliorer et

donner une signification à leurs images, ils font fi des règles les plus élémentaires.

Il y a de nombreuses règles certes, et dans un sens c'est heureux, car si les images se composaient toutes suivant trois ou quatre procédés, on engendrerait vite la monotonie. Cependant c'est avant tout par l'équilibre des lignes et des masses que l'amateur peut obtenir des photographies harmonieuses tout en gardant une composition très simple.

Ce qui attire en premier lieu lorsqu'on examine une bonne épreuve photographique, c'est le sujet principal. Comment doit-il être situé pour remplir cette condition ?

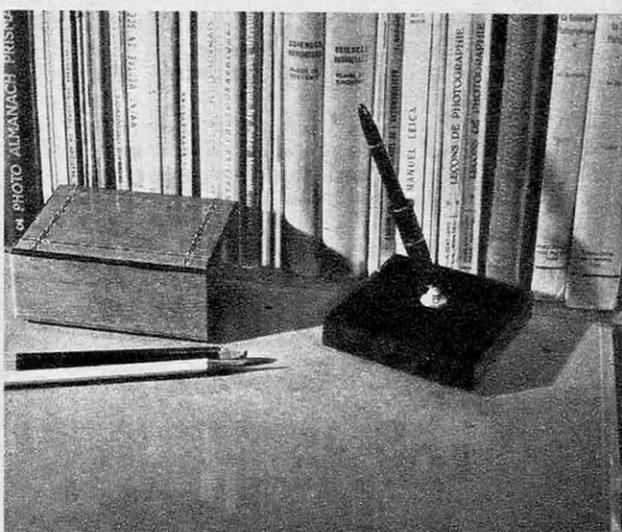
Il existe une règle qui, indépendamment de la forme et de la nature du sujet, détermine sa place : prenons le rectangle page 22 qui représente le format de l'image ; on partage chaque côté en trois parties égales et l'on joint les points opposés. Les droites ainsi tracées se coupent en quatre points. Ces quatre points sont appelés les « points forts ». On devine tout de suite que le sujet principal doit se trouver situé autour de ces quatre points ou que certaines parties importantes du sujet devront être placées sur deux ou trois de ces points. Déjà les Grecs avaient remarqué combien cette disposition du sujet principal à environ 1/3 de la longueur et de la largeur est agréable à l'œil.

Certaines dispositions sont caractéristiques par la belle impression d'équilibre qu'elles engendrent. On cite couramment la composition en diagonale (règle de Rembrandt), en triangle, en pyramide, en S, en cercle, en ellipses concentriques.

La fantaisie est cependant permise en art photographique, mais ce qu'il faut en premier lieu, c'est éviter les erreurs les plus répandues et par là même les plus graves, car elles se remarquent très nettement.

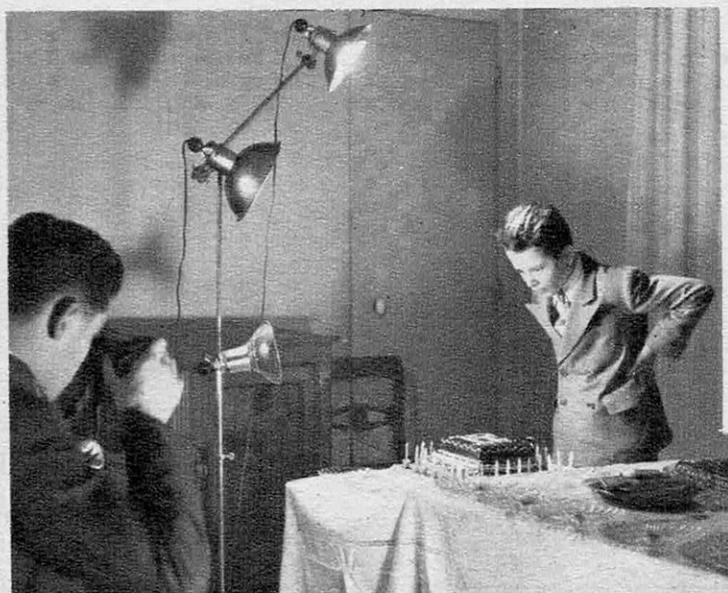
● La lumière réfléchiée par des surfaces lisses provoque des effets gênants (à gauche) que supprime un filtre spécial polarisant (à droite). Les filtres polarisants

permettent ainsi de photographier des objets à travers la glace d'une vitrine. Ils peuvent donner, même en photographie en couleurs, des effets de ciel obscur.





● De la disposition judicieuse des sources lumineuses dépend le succès des photographies d'intérieur. Un matériel simple à combinaisons multiples y pourvoira (Lita).



● Un pied-parapluie léger à tubes télescopiques supporte des réflecteurs orientables en tous sens. L'éclairage général d'ambiance sera ainsi complété par des spots.



Cl. Cambazard

● Ici l'amateur filme une scène d'intérieur. Le support léger des deux réflecteurs est solidaire de la caméra, ce qui assure une très grande liberté pour évoluer (Lita).

Les fautes ne manquent pas et les conseils que l'on peut donner non plus. On pourra former son goût à l'école des grands maîtres de la peinture et de la photographie. Cela ne veut pas dire que l'on doit les imiter servilement. La fantaisie n'est pas interdite, et personne ne blâme le photographe qui sait émouvoir par des images originales.

LA PHOTOGRAPHIE D'EXTÉRIEUR

Le paysage. Dans ce domaine plus que dans tout autre il faut savoir éviter la banalité et la monotonie. Une maison sans caractère propre, une rue ou une route toute droite nous donnent cette impression. Il faut rejeter de telles images et chercher à rendre la réalité tout en gardant une certaine originalité.

La photographie d'un paysage, c'est plus qu'un document géographique ou touristique, c'est plus qu'un simple souvenir, c'est une émotion, un état d'âme. Aussi doit-on créer une image qui plus tard saura redonner la même impression.

Dans tout paysage, il existe des éléments qui ont fait naître ces sentiments et la photographie doit en tenir compte.

Le charme et la grâce d'un paysage trouveront dans le choix et l'assemblage harmonieux des lignes obliques ou sinueuses une forme d'expression caractéristique. Par contre, l'austérité ou la monotonie des grandes plaines du Nord, les étendues sablonneuses seront traduites par des lignes horizontales convenablement orientées et réhaussées par un avant-plan foncé qui donnera du relief à l'ensemble.

La solennité, la grandeur d'un site, d'une forêt, la magnificence des arbres séculaires, seront évoquées par de grandes masses sombres ou par des lignes verticales découvrant des espaces de valeur inégale.

La lumière joue un grand rôle et contribue à recréer l'atmosphère. La légèreté des ombres et des lumières donne une sensation de calme et de finesse, les grands contrastes au contraire font ressortir les lignes et les formes. C'est pour cela qu'il faut savoir choisir, dans la journée, l'heure la plus propice à rendre ces caractères.

Dans la photographie de paysage, il n'est pas interdit d'y introduire un ou des personnages. En général, le personnage donne de la vie et du mouvement à une image. Dans les panoramas, en particulier, un personnage, en premier plan, regardant dans la ligne de fuite du sujet augmentera l'impression d'espace et combattra la monotonie qu'engendre ce genre de photographie.

Photographie de neige. La neige est blanche, tout le monde le sait, mais ce que tout le monde ne sait pas, c'est que la neige est très difficile à photographier, justement parce qu'elle est blanche. Quelle déception ce peut être pour tous les amateurs de sport

d'hiver qui croyaient rapporter des souvenirs magnifiques des étendues neigeuses qu'ils ont admirées pendant leurs vacances !

L'emploi d'un filtre éliminant l'ultraviolet est déjà indispensable pour toutes les photographies à une altitude supérieure à 1 500 m. Le coefficient de pose de ces filtres, généralement à l'esculine, est 1. Donc aucune augmentation de la pose. A une altitude inférieure, le filtre jaune léger ajoutera du modelé et opposera le ciel et la masse neigeuse.

S'il fait un temps ensoleillé, la neige reflétant le ciel aura une teinte légèrement bleutée dans la journée, tandis que le matin et le soir, au lever et coucher du soleil, elle se colorera en jaune, orangé, et rouge. L'inclinaison des rayons solaires à ces heures de la journée donnera une forte impression de relief et de profondeur.

Le temps de pose doit être déterminé avec précision, car on risque autant la sous-exposition que la surexposition.

Quand il neige et que le ciel est gris, il vaut mieux poser pour les ombres, c'est-à-dire établir son temps de pose pour le sujet principal sans tenir compte de la masse environnante.

Par temps clair, la neige envoyant énormément de lumière, on évitera la surexposition en raccourcissant le temps de pose en fonction de l'ambiance lumineuse générale.

Le posemètre à cellule sera très utile à condition de s'en servir prudemment et de l'approcher du sujet principal pour faire la mesure. La réflexion de la lumière sur la masse blanche de la neige peut modifier les évaluations de la cellule, et le sujet principal se trouve ainsi sous-exposé.

À la mer. Les photographies prises au bord de la mer sont généralement très vivantes, car il n'est pas rare de prendre pour sujet des enfants construisant des châteaux de sable, des personnages jouant au ballon, sautant, plongeant. Les vagues et les rochers offrent aussi au photographe des sujets et des effets nombreux.

Les appareils photographiques devront être protégés du sable et de l'air salé. Les parties nickelées seront légèrement graissées. On protégera le mécanisme contre les grains de sable en le plaçant dans un sac étanche jusqu'au moment de la prise de vue. Celle-ci sera exécutée à assez grande vitesse étant donné le mouvement des sujets.

Jeux d'enfants dans le sable : 1/75 s. ;

Vues sportives : 1/150 à 1 500 s. ;

Bateau à voile à 20 m : 1/150 s. ;

Nageur-plongeur : 1/250 s. ;

Vagues, écume : 1/500 à 1/1000 s.

La réverbération de l'eau et du sable mouillé nécessite l'emploi d'un parasoleil. Les filtres recommandés sont le jaune léger, le vert-jaune et, pour obtenir de jolis effets, l'orangé. Dans ce dernier cas, on fera très attention à la sous-exposition.

G. Tendron.

Flash



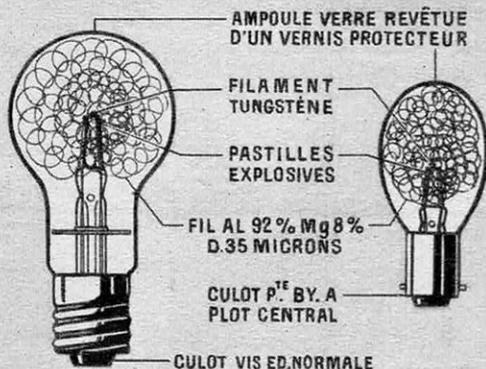
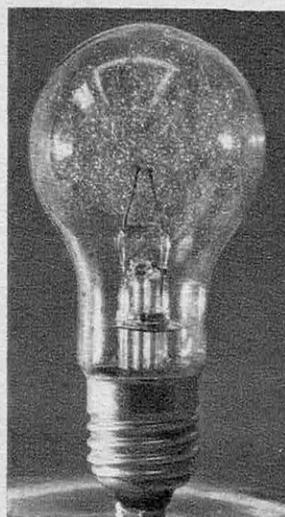
UNE POSE COMPLÉTÉE PAR UN COUP DE FLASH

(Cl. Kodak)

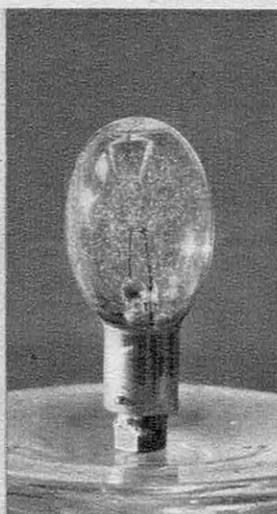
LES progrès de la photographie se sont longtemps accomplis suivant deux voies différentes : on cherchait à réaliser des émulsions de plus en plus sensibles à la lumière et des objectifs photographiques de plus en plus largement ouverts pour que le photographe pût prendre des clichés en toutes saisons et par tous les temps, sans être obligé d'allonger de manière prohibitive le temps de pose. Au studio on possédait bien des sources intenses de lumière artificielle et les reporters employaient l'éclair de magnésium, mais la seule lumière normalement utilisée par l'amateur était celle du Soleil, tombant directement sur le sujet, tamisée par les nuages, réfléchie par les murs ou encore filtrée par les vitres d'une fenêtre. Cette lumière présente bien des inconvénients : il faut la prendre telle qu'elle est, brutale si elle est directe, insuffisante le soir, à l'intérieur des maisons ou par temps couvert, et

souvent mal placée par rapport au sujet qu'on voudrait photographier. Aussi pendant les mois d'hiver, le photographe amateur remisait-il le plus souvent son appareil dans un tiroir, et renonçait à son passe-temps.

Depuis la deuxième guerre mondiale, l'un des grands progrès de la photographie a consisté dans l'emploi de plus en plus répandu des lampes éclair qui donnent au plus humble appareil, fût-ce un simple box, des possibilités nouvelles : tandis que la lampe éclair au magnésium passait du domaine de la photographie professionnelle à celui de la photo d'amateur, les lampes éclair électroniques, qui étaient autrefois des appareils de laboratoire utilisés uniquement pour l'analyse scientifique des mouvements rapides, étaient couramment employées par les reporters et les portraitistes et, leur fabrication en série tendant à abaisser leur prix, sont en passe de devenir accessibles aux amateurs.



◀ La lampe Mazda L.E. 469 à culot à vis Edison fonctionne sur pile ou secteur.
La lampe Mazda L.E. 471 à bayonnette et plot central fonctionne sur pile. ▶



LES LAMPES AU MAGNÉSIIUM

La combustion du magnésium, en ruban ou en mélange pulvérulent avec un produit oxydant (chlorate), a constitué le premier mode de production de l'éclair lumineux pour la prise de vue. Le procédé était incommodé à cause de la fumée suffocante qu'il engendrait et dangereux en raison des risques d'explosion.

Un progrès important fut réalisé lorsqu'on s'avisait d'enfermer le magnésium en feuille mince ou en fil dans une ampoule remplie d'oxygène pur.

On obtint ainsi des éclairs silencieux, une combustion rapide, un flux lumineux d'intensité sensiblement constante pour un même type de lampe. Les dangers de brûlure et la fumée disparurent. Des puissances lumineuses importantes purent ainsi être mises « en conserve » dans de petites ampoules facilement transportables.

Actuellement, les lampes flash sont constituées par un fin filament en alliage aluminium-magnésium, d'un diamètre parfaitement régulier sensiblement égal à 35 microns, obtenu

selon des procédés de fabrication très particuliers. Ce filament est réparti de façon égale dans tout le volume de la lampe, dont l'atmosphère est constituée par de l'oxygène à basse pression.

Un filament de tungstène pouvant être porté à l'incandescence par le courant le plus faible relie les deux électrodes de la lampe qui supportent à leur extrémité une parcelle de pâte explosive. Le fil incandescent enflamme la pâte explosive et le fil d'aluminium-magnésium.

Toute source de courant, pile ou secteur, débitant une intensité minimum de 0,4 A pourrait être utilisée, mais seules les lampes munies d'un culot à vis possèdent un fusible de sécurité permettant leur emploi sur le secteur.

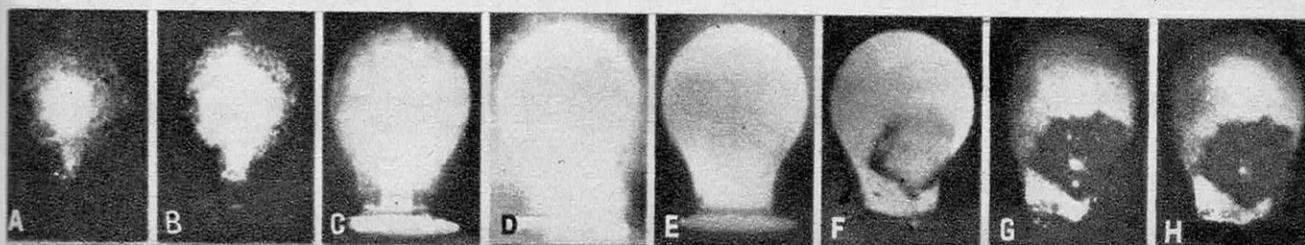
Les ampoules sont revêtues, sur les deux faces, d'un vernis cellulosique spécial qui, à l'intérieur, évite le contact direct du filament avec le verre, et à l'extérieur empêche la formation de rayures pouvant amorcer la rupture de l'ampoule et, en cas de rupture, évite les accidents que provoquerait la dispersion des fragments.



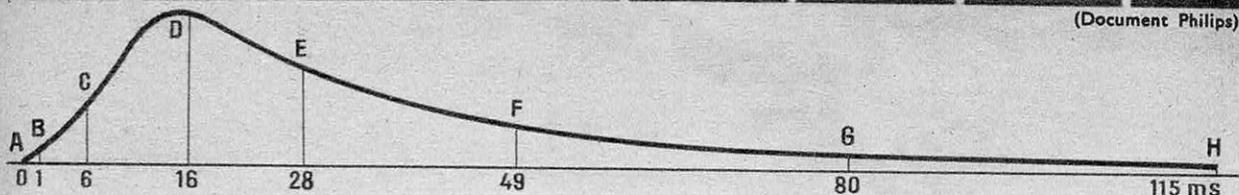
● Le projecteur de flash Kodak Ektalux peut s'adapter instantanément à tous les types d'appareils d'amateur ou de professionnel, ou peut être tenu à la main.



● La synchronisation du Kodak Ektalux est très précise grâce à l'emploi d'un condensateur chargé par une batterie de piles pour l'allumage de la lampe.



(Document Philips)



● Les différentes phases de la combustion d'une lampe flash ont été filmées à raison de 3 000 images/s. On voit ici quelques images prélevées dans le film,

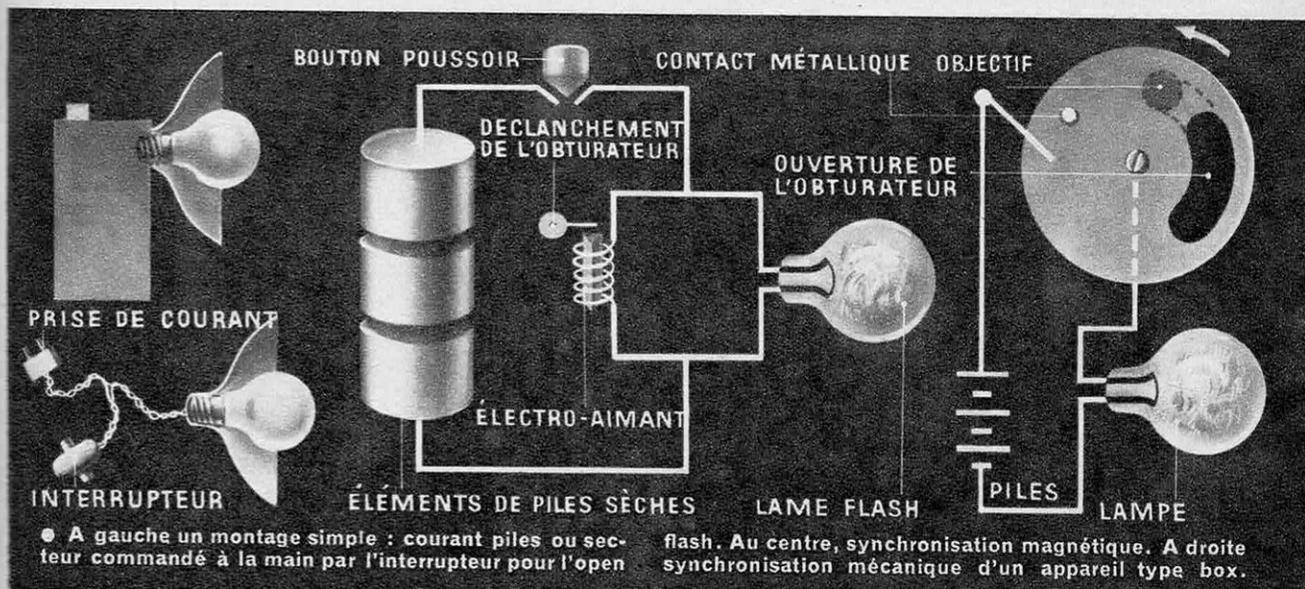
et les différents points qui leur correspondent sur la courbe lumière-temps. La tache noire (G et H) a été produite par la décomposition du vernis intérieur.

Au sommet de l'ampoule, une tache de chlorure de cobalt normalement bleue en atmosphère sèche se colore en rose si l'ampoule, par suite d'une fissure, a laissé pénétrer de l'air humide ; dans ce cas la lampe ne doit pas être utilisée.

Selon les types de lampes, il existe un retard plus ou moins grand entre le passage du courant d'amorçage et la combustion du fil. La durée de cette réaction est également variable. On distingue ainsi les types F (rapide) brûlant très vite (1/100 de seconde), M (moyen) qui brûle à la même vitesse mais avec un retard de 1/50 de seconde, le type F P (focal plane) destiné à être employé avec les obturateurs à rideau et qui, avec le même retard que les lampes M, a une durée de combustion nettement plus longue, enfin le type S (slow : lent) destiné à être employé en open-flash, c'est-à-dire l'obturateur étant ouvert pendant une durée assez longue pendant laquelle on produit le flash.

LE PROBLÈME DE LA SYNCHRONISATION

Si on veut utiliser au mieux la lumière d'une lampe flash, il faut que l'obturateur soit ouvert au maximum au moment où se produit l'éclair et qu'il le reste pendant une fraction importante de la durée de la combustion, ce qui pose un problème de synchronisation. Si on ne dispose pas sur l'appareil de dispositif de synchronisation, on pourra employer l'open-flash, méthode à laquelle nous venons de faire allusion. L'opérateur ouvre d'une main l'obturateur de son appareil, réglé sur la pose « un temps ». De l'autre main il provoque l'éclair, le réflecteur étant braqué sur le sujet. Sitôt l'éclair obtenu, il referme l'obturateur. On utilise ainsi tout le flux lumineux de la lampe, et si l'ambiance lumineuse ne dépasse pas un certain niveau, le film n'est impressionné que par le flash. Ce grand instantané s'obtient très facilement avec un





Cl. Broussard.

LATORPILLE DE REBIKOFF

Cet ensemble utilisé pour la photographie sous-marine comporte une puissante lampe éclair électronique dont le dispositif d'alimentation est logé dans une sorte de torpille. A la torpille est fixé rigidement un appareil étanche synchronisé. L'ensemble peut être aisément emporté par un seul plongeur et l'automatisme poussé des manœuvres rend son fonctionnement très simple et sûr.

peu d'entraînement ; l'ensemble des opérations peut se faire en un cinquième de seconde. Il est nécessaire de caler l'appareil ou de le monter sur un pied. Si l'ambiance lumineuse est suffisante, on obtiendra une image doublée d'un fantôme ou d'un flou.

Il est plus sûr cependant de faire monter sur son appareil un dispositif de synchronisation et la plupart des appareils modernes sont du reste munis de synchronisateurs. Ceux-ci sont magnétiques, mécaniques ou à dynamo. Dans les premiers, le courant qui allume la lampe actionne l'obturateur par un petit électroaimant. Dans les synchronisateurs mécaniques, l'obturateur assure le contact sur la lampe environ deux centièmes de seconde avant son ouverture totale. Ce système est plus sûr et plus économique, mais exige une construction spéciale de l'obturateur. Enfin, dans le dernier type de synchronisateur, une

dynamo simplifiée est lancée par un déclenchement qui devance de 21 millisecondes celui de l'obturateur ; le courant émis amorce l'éclair.

La photographie en couleurs au moyen de lampes flash peut donner d'excellents résultats.

Les lampes claires donnent une lumière blanche dont la température de couleur est de 4 000°K environ (degrés Kelvin ou absolus). Des lampes ont été revêtues d'un vernis coloré correcteur pour modifier cette température de couleur.

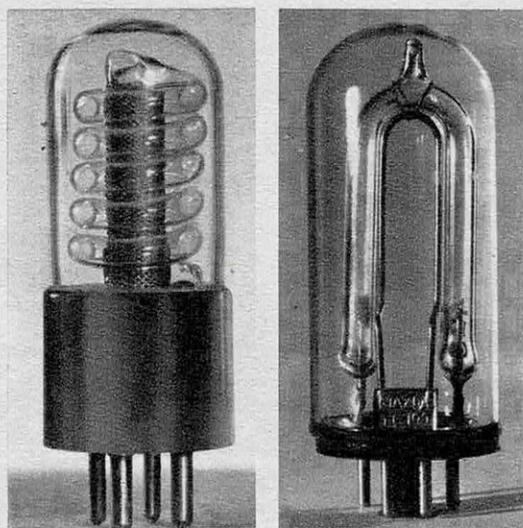
Les lampes recouvertes d'un vernis jaune (3 400°K) sont destinées à servir de source lumineuse pour la prise de vue en couleur sur films pour lumière artificielle.

Les lampes bleues (6 000°) sont prévues pour servir de source lumineuse d'appoint à la lumière du jour, pour la prise de vue en couleur sur films pour lumière naturelle.

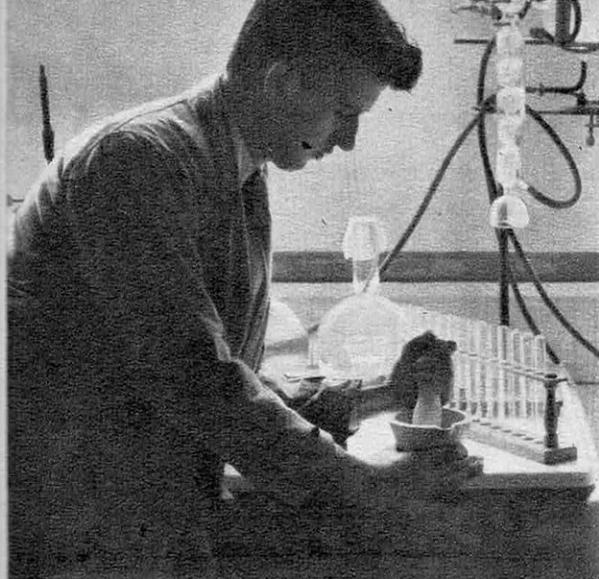
Ces lampes colorées ont les mêmes dimensions et les mêmes durées d'éclair que les lampes claires de même catégorie. Si l'absorption du vernis jaune est pratiquement nulle, les quantités de lumière se trouvent réduites pour les lampes bleues dans un rapport voisin de 3/5 et il faut donc allonger la pose dans le rapport convenable.

LAMPES ÉLECTRONIQUES

Depuis très longtemps on sait obtenir des clichés à la lumière des éclairs ou de puissantes étincelles électriques. Le procédé fut perfectionné en 1925 par les frères Seguin avec leur Stroborama dans lequel une dé-



◀ A gauche, lampe Mazda T.E. 200, à tube en hélice rempli de xénon ; l'électrode d'excitation est une grille entourant la cathode. A droite, la T.E. 100 a un tube en U. L'électrode d'excitation est un fil intérieur.



● Ce contre-jour a laissé dans l'ombre le visage du personnage, effet qui n'est pas toujours recherché.



● Un coup de flash d'intensité et de direction convenables permet d'atténuer les ombres indésirables.

charge très puissante et très brève était lancée dans un tube à gaz. L'éclair intense et bref permettait la stroboscopie des mouvements périodiques et la photographie des mouvements très rapides quelconques.

En 1936 le professeur Laporte, de l'Université de Nancy, fit les premières recherches sur l'utilisation du xénon, gaz rare de l'atmosphère, dans les tubes à décharges : le xénon, ionisé par une décharge très intense, devient conducteur, et sous l'action du courant qui le traverse est porté pendant un instant bref à une température égale ou supérieure à celle

de la surface solaire. Il produit une lumière blanc-bleutée très actinique, composée d'un spectre continu auquel se superpose un spectre de raies.

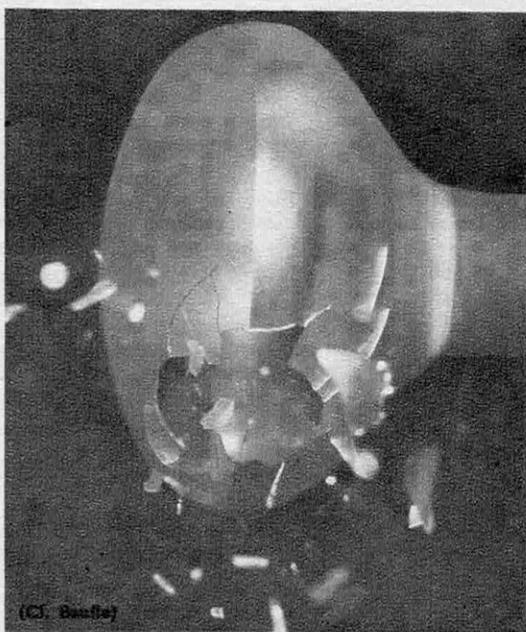
En 1939 l'Américain Edgerton, à l'aide d'un tube au xénon, réalisa la première lampe éclair à lumière blanche, qui devait être utilisée et considérablement perfectionnée aux Etats-Unis et en Grande-Bretagne pendant la guerre, en particulier pour la photographie aérienne de nuit.

L'industrie française produit depuis peu une série de lampes électroniques. Les



(Cl. Rebitcoff)

● Photo au 1/30 000 de seconde d'un jet d'eau tombant dans une cuvette. A l'œil le jet semble cylindrique.



(Cl. Baufte)

● Cet éclatement d'une ampoule électrique a été photographié à l'aide d'une lampe éclair électronique.

lampes actuelles sont constituées par des tubes à atmosphère de xénon ou de krypton à la pression de quelques millimètres de mercure. Ces tubes sont le plus souvent enroulés en hélice pour constituer une source lumineuse plus compacte. La décharge se produit entre électrodes de tungstène thorié revêtues d'un produit émissif alcalino-terreux cuit ou fondu, et entourées d'un cylindre de molybdène. Les électrodes sont refroidies par circulation d'eau.

Selon la destination de ces lampes, on peut faire varier la durée de l'éclair de 1/1 000 à un millionième de seconde. Pendant ce temps, l'énergie débitée par la lampe est considérable. Les lampes commerciales ont des puissances échelonnées de 100 W à plus de 20 kW, mais on réalise maintenant des lampes qui peuvent fournir 8 000 joules en 400 microsecondes, soit une puissance moyenne de 20 000 kW durant la décharge.

L'énergie lumineuse rayonnée au cours d'une décharge varie considérablement, donnant une courbe très pointue. La brillance peut atteindre plusieurs fois celle du soleil.

La réalisation d'une telle décharge n'est pas un problème simple au premier abord, car il faut une tension de 1 000 à 5 000 V, accompagnée d'une intensité qui peut atteindre plusieurs centaines d'ampères. On y parvient grâce à l'emploi d'un condensateur, appareil léger, peu encombrant et d'un prix modique.

Si, par exemple, nous considérons un condensateur de 100 mfd chargé par une tension de 2 000 V, on calcule que l'énergie emmagasinée par l'appareil chargé est de 200 joules. S'il se décharge en 1/1 000 de seconde, la puissance moyenne débitée sera de 200 kW et l'intensité moyenne de 100 ampères.

Pour charger le condensateur, on peut employer un bloc d'alimentation semblable à celui d'un appareil de radio, ou, au studio, on peut redresser par une soupape la tension d'un transformateur branché sur le secteur.

La tension d'alimentation de la décharge est insuffisante pour déclencher celle-ci car le gaz non ionisé n'est pas suffisamment conducteur. Pour amorcer la décharge, on applique à l'aide d'une électrode auxiliaire une tension d'amorçage beaucoup plus élevée, produite par un autre condensateur. Cette électrode peut être extérieure au tube, la tension d'amorçage étant appliquée entre l'électrode et les deux électrodes principales. Elle peut être également reliée à l'anode, la tension étant alors appliquée entre les électrodes principales.

La synchronisation des lampes électroniques doit être bien faite et soigneusement contrôlée. Elle s'effectue par un léger contact dans l'obturateur. Ce contact se ferme lors de l'ouverture optimum des lamelles. Bien fait, il est indémodable et très sûr.

Tous les obturateurs, centraux ou à rideaux peuvent être synchronisés mais la préférence

va nettement aux obturateurs centraux qui découvrent complètement et en une fois au 1/500 la surface sensible, alors que les obturateurs à rideau ne le font que partiellement au 1/50.

Les lampes éclair électroniques sont encore à l'heure actuelle d'un prix de revient élevé. Pour les professionnels cet inconvénient est largement compensé par leur durée qui est considérable : elles peuvent fournir plusieurs dizaines de milliers d'éclairs avant d'être hors d'usage, ce qui permet d'en garantir 10 000. Elles présentent l'inconvénient d'exiger un système électronique assez compliqué et fonctionnant sous des voltages élevés, ce qui offre des dangers de chocs électriques pour l'opérateur si l'appareil est mal isolé.

Enfin, un certain nombre de ces appareils « portatifs » pèsent encore plusieurs kilogrammes.

Les illustrations qui accompagnent cet article montrent les immenses possibilités offertes au photographe pour l'emploi des lampes éclairs, et plus spécialement des lampes électroniques.

Avec un appareil équipé d'un flash, appareil relativement peu coûteux, l'amateur peut opérer à l'intérieur et à n'importe quel moment pour prendre quelques vues d'une cérémonie familiale, il pourra même, s'il est un peu adroit, réaliser lui-même une installation permettant d'utiliser la combinaison simultanée de plusieurs lampes pour faire des portraits. Ces portraits sont beaucoup plus vivants que ceux qu'il réaliserait avec des lampes qui éblouissent le sujet et le figent dans une expression sans vie. Un portraitiste professionnel préférera, bien entendu, une lampe éclair électronique qui lui permettra de tirer une série de clichés tout en conversant avec le modèle.

De même, le reporter photographe préférera dans beaucoup de cas une lampe éclair électronique qui lui permettra de prendre des clichés à répétition sans être obligé de visser et de dévisser une lampe flash.

Le flash électronique permet d'arrêter les mouvements les plus rapides, de fixer avec une merveilleuse netteté une phase de compétition sportive, le bond d'un danseur, le vol d'un oiseau ou d'un insecte.

Enfin, les lampes-éclairs sont de plus en plus employées, même en plein jour, comme lumière d'appoint, permettant l'instantané par temps gris ou aux heures avancées de la journée, la suppression d'effets d'ombres brutaux sur un visage, tels que des trous noirs à la place des yeux. On donne le coup de flash du côté ombre.

L'emploi des lampes-éclairs en plein jour assure une grande facilité à l'opérateur pour choisir son angle de prise de vue : c'est ainsi que certains éclairages latéraux ou contre-jour violents coupés par un coup de flash fourniront de magnifiques tableaux.

M. Dérivé



du Négatif au Positif

BIEN des gens pensent qu'une fois la prise de vue en noir et blanc achevée, l'intervention créatrice prend fin et qu'il ne reste plus, par des opérations plus ou moins mécaniques, qu'à tirer la quintessence de ce qui est enregistré.

Cette idée se trouve encore accréditée auprès de certains amateurs par la lecture de publicités annonçant tel agrandisseur ou tireuse dont l'emploi assure, même avec un opérateur inexpérimenté, la production de centaines d'épreuves à l'heure. Il existe, en effet, des modèles d'agrandisseurs et tireuses, ceux à intégration de lumière par exemple, où il suffit de poser le négatif

pour que l'exposition se trouve automatiquement déterminée au moyen de cellules photoélectriques influencées par la densité moyenne du cliché.

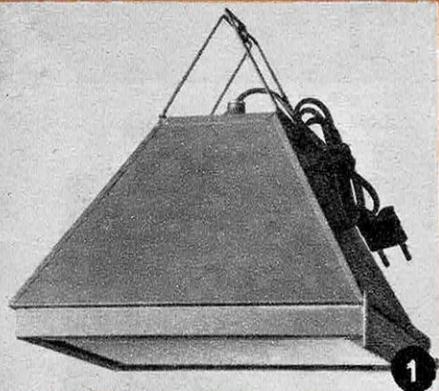
La raison d'être de ces machines perfectionnées est la production en grande série (travaux d'amateurs ou industriels) ; grâce à ces robots, avec un minimum de connaissances et sans que l'employé préposé à leur fonctionnement ait à faire preuve du moindre effort intellectuel, on obtient en un temps record des épreuves qui, pour n'être pas toujours parfaites, n'en répondent pas moins à certains besoins du marché.

En revanche, l'amateur et le professionnel

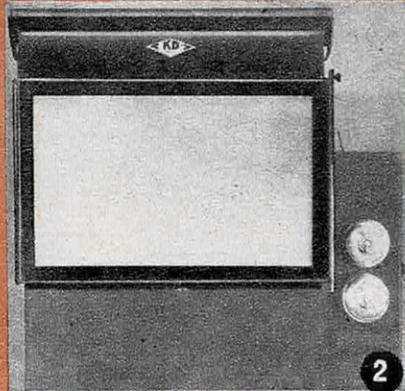
● L'agrandisseur Durst à mise au point manuelle, pour format 24×36 mm (24×24 mm avec cache), a une tête pivotante.

● Ce modèle Lynxa non automatique agrandit en entier les clichés jusqu'à 3×4 cm, en partie ceux de 3×4 à 6,5×9 cm.

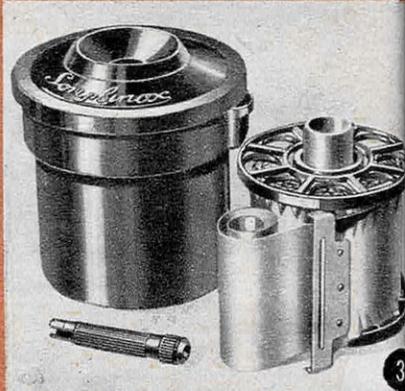
● L'agrandisseur Lynxa Auto 1, agrandit automatiquement tous clichés de 18×24 mm à 3×4 cm dans les rapports 2,5 à 12,5.



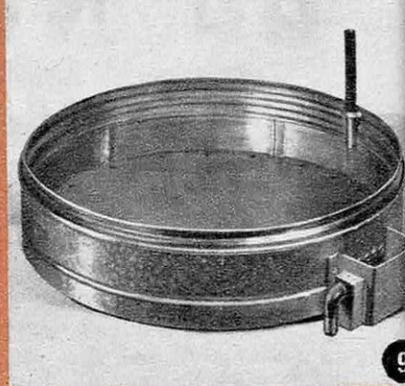
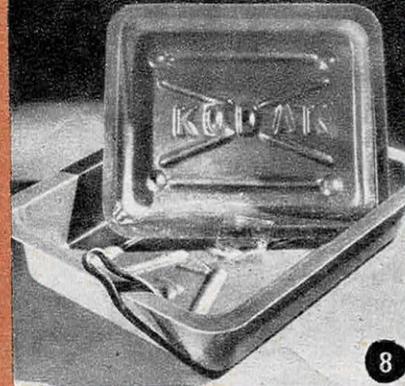
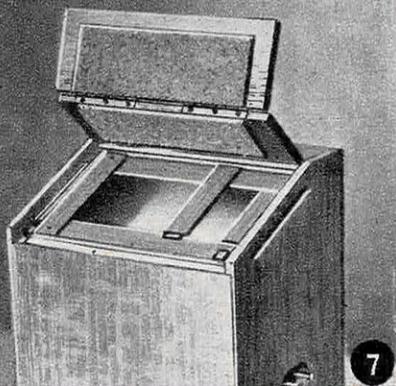
(Kolen et Delhumeau.)



(Kolen et Delhumeau.)



(Ino)



1 Le plafonnier de laboratoire peut être utilisé pour l'éclairage d'ambiance ou l'éclairage direct : développement des négatifs ou des papiers, grâce à des écrans interchangeablels.

2 Cette lanterne murale est dotée de deux interrupteurs permettant d'utiliser une ou deux lampes. Elle peut être placée en position droite ou inclinée, et recevoir des écrans colorés.

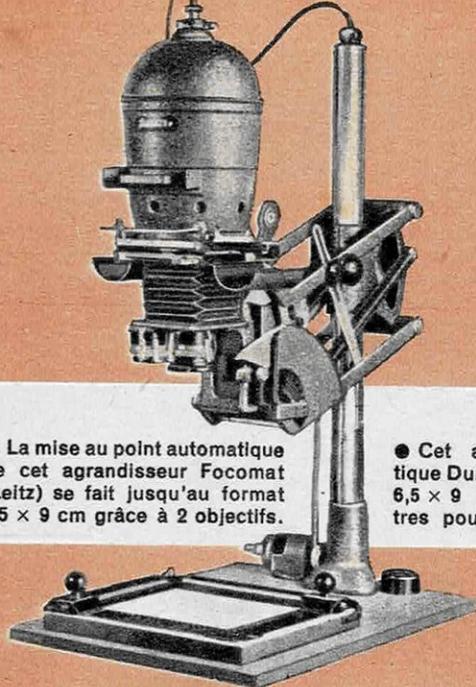
3 Cette cuve Souplinox à bande de celluloid gaufré est employée pour le développement par l'amateur des films 6×9 cm. La mise en place du film doit s'effectuer dans l'obscurité.

7 Cette tireuse donne des épreuves jusqu'à 9×12 cm. Lampe rouge pour les manipulations ; lampe blanche pour l'exposition, s'allumant par contact lorsqu'on abaisse le couvercle.

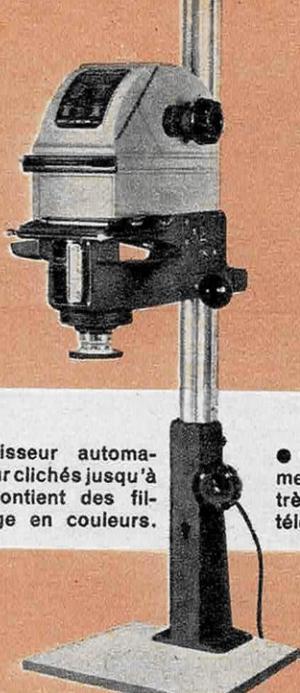
8 Des cuvettes plates, en matière inattaquable aux acides, sont utilisés après le tirage ou l'agrandissement pour le développement des épreuves. Pince à papier pour les faire sécher.

9 La cuve La Rapide K. D. est composée de deux pièces en tôle d'acier soudée à l'autogène et galvanisée. Elle permet le lavage à l'eau courante des épreuves sans les abîmer ni les froisser.

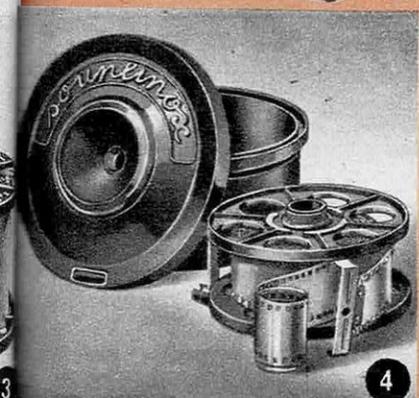
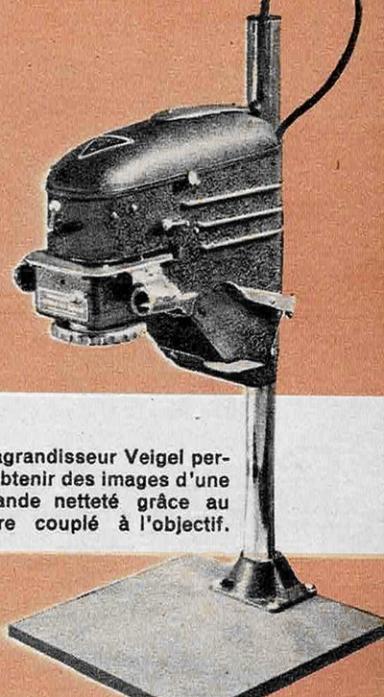
● La mise au point automatique de cet agrandisseur Focomat (Leitz) se fait jusqu'au format 6,5 x 9 cm grâce à 2 objectifs.



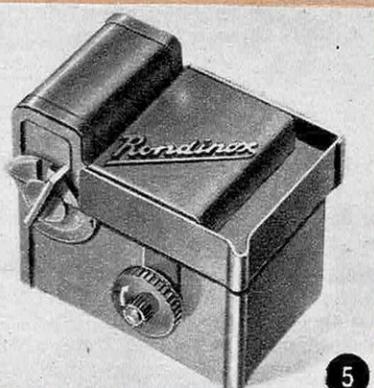
● Cet agrandisseur automatique Durst pour clichés jusqu'à 6,5 x 9 cm contient des filtres pour tirage en couleurs.



● Cet agrandisseur Veigel permet d'obtenir des images d'une très grande netteté grâce au télémètre couplé à l'objectif.



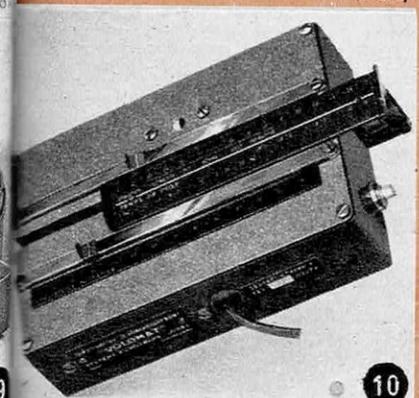
(Inox.)



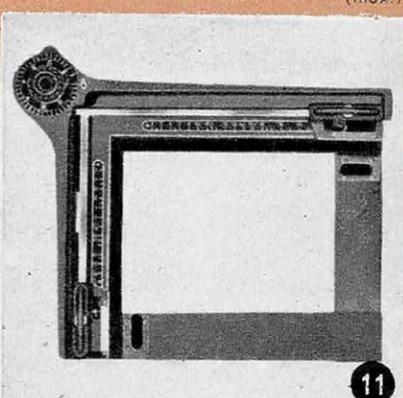
(Inox.)



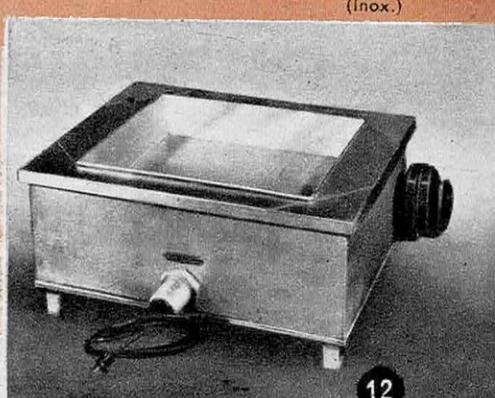
(Inox.)



(Volomat.)



(Durst.)



(Kolen et Delhumeau.)

4 Pour le développement des films 24 x 36 mm, il existe ce modèle de cuve Souplinox permettant de développer deux films à la fois. La pose de l'amorce du film se fait en plein jour.

5 La cuve automatique Rondinox est un modèle perfectionné pour les films 6 x 9 cm. Elle permet le chargement, le développement, le fixage et le lavage en plein jour; bain 200 cm³.

6 Cet autre modèle Essex est employé pour les films 24 x 36 mm. On peut voir le thermomètre incorporé et le compteur d'images permettant de couper le film avant son développement.

10 Le densitomètre d'agrandissement est un appareil de mesure permettant de déterminer avec précision pour chaque négatif, la gradation utile du papier à employer et le temps de pose.

11 Ce cadre margeur permet d'obtenir des agrandissements jusqu'au format 13 x 18 cm. Marges réglables par disque micrométrique de 4 à 40 mm. Chiffres lisibles par faible éclairage.

12 La température nécessaire pour obtenir un bon développement est 18°. Cette cuvette à température constante, grâce à un thermostat, permet de travailler dans de parfaites conditions.

qui ne se contentent pas de documents photographiques quelconques, doivent apporter à la finition des épreuves autant de personnalité, de soin et d'initiative que de recherche à la prise de vue.

Disons-le bien : toutes les théories où le caractère du négatif détermine la durée de l'exposition et le choix du papier, ne mènent qu'à des résultats médiocres. Un cliché seul ne saurait servir de base aux conditions du tirage ; nous en donnerons les raisons plus loin. Le monde réel, le monde de l'émulsion transparente et celui des papiers photographiques ont chacun leurs caractéristiques ; d'ailleurs, le négatif ne constitue qu'un intermédiaire, une phase dans la constitution de l'épreuve définitive ; il ne possède donc pas une valeur intrinsèque. Nous développons nos films de manière à faciliter, dans toute la mesure du possible, les opérations du tirage et, comme la plupart des négatifs sont amplifiés, nous avons pris l'habitude de développer, en général, à un contraste inférieur à celui de la réalité.

A l'amateur débutant, on a coutume de répéter la formule suivante : à cliché doux, papier dur, et inversement : à cliché dur, papier doux.

Voici un exemple qui montrera à quel point ce principe général peut être erroné : si nous photographions un sujet par temps gris ou brumeux, nous nous trouvons en présence d'une nature offrant un faible contraste ; le négatif résultant de la prise de vue aura nécessairement peu de vigueur. Cet aspect n'est aucunement imputable à une sous-exposition ou à une insuffisance de développement, mais au caractère même du sujet reproduit. Si le négatif est tiré d'après la règle mentionnée ci-dessus, dite règle des épreuves brillantes, nous supprimerons l'effet de brume et, ce faisant, nous éliminerons le charme essentiel de la vue (page ci-contre).

Il faut donc que le tireur sache tenir compte non seulement de la nature du négatif, mais encore de celle du sujet qu'il porte.

Ces observations peuvent s'étendre à toutes les lois sur lesquelles repose la théorie des épreuves brillantes ; on ne saurait déterminer scientifiquement le temps de pose approprié en se basant uniquement sur le négatif et en ignorant systématiquement le caractère du sujet.

Ainsi, toujours d'après la théorie des épreuves brillantes, on recommande de traduire les régions les plus foncées du négatif par le gris le plus clair de l'épreuve. Supposons un modèle à peau sombre et un autre au teint clair ; le tireur, non informé de la carnation des personnages, sera incapable, au seul vu du négatif, de reproduire les visages dans un rapport de valeurs qui concorde avec la réalité.

Ces arguments ne sont pas les seuls que l'on puisse opposer à la traduction mécanique du négatif. Citons, à ce propos, les chiffres suivants : l'œil perçoit dans la nature des

écarts de brillance de l'ordre de 1 à 100 000 que le cliché enregistre avec une facilité relative dans une gamme de valeurs qui s'échelonne de 1 à 1 000. Mais le papier photographique s'avère impuissant à reproduire des contrastes dépassant 1 à 40.

Pour tirer un négatif à grands contrastes, le photographe se voit donc obligé de sacrifier une partie des éléments qui constituent l'image monochrome négative et le tireur devra faire preuve de goût et d'un certain jugement pour décider, à bon escient, des parties qu'il peut négliger sans compromettre l'intérêt de la vue.

Et si l'on recherche dans l'épreuve photographique autre chose qu'une transcription réaliste du modèle, si l'on a le désir d'exprimer par ce langage une vision subjective et personnelle, il ne subsiste plus alors de base objective susceptible de déterminer le caractère du tirage.

Ceci explique comment bien des photographes célèbres, pour ne citer que Man Ray, Pierre Boucher, Meerson, Sougez, créent autant à l'agrandissement, dans le calme de la chambre noire, qu'à travers l'objectif de prise de vue.

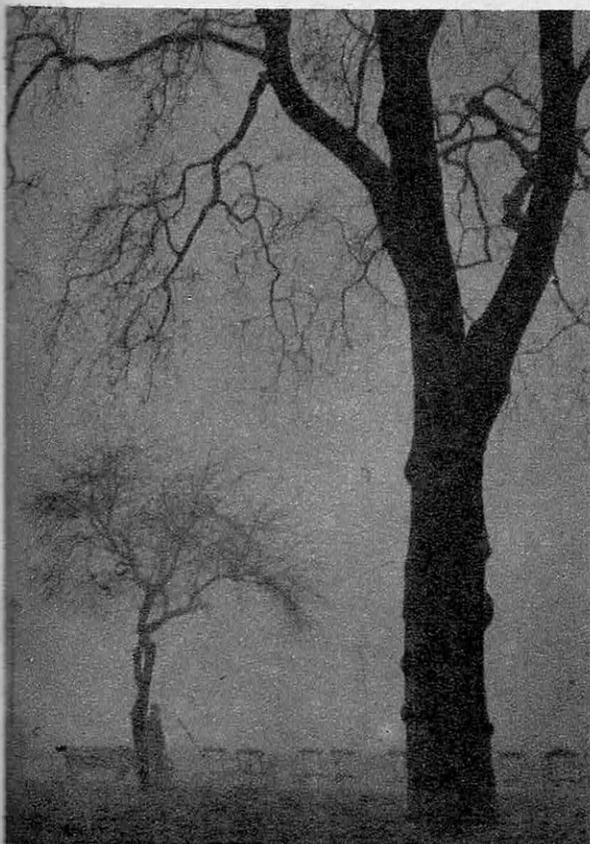
Ces considérations tendent à démontrer que le rôle créateur du photographe ne peut s'arrêter avec la prise de vue. Voyons maintenant quelles sont les diverses opérations qui mènent à l'image positive et dans quelle mesure notre influence personnelle peut s'y manifester.

Ne perdons pas de vue, cependant, que toute photographie est une interprétation de la réalité ; par le choix du sujet dans ce que nous refferons d'appeler le « milieu réel », la création d'une image photographique constitue déjà une interprétation ; en effet par la sélection même que nous opérons dans la nature, le « milieu réel » destiné à être reproduit en photographie se trouve éloigné de la vision normale. Donc le négatif nous apporte déjà une traduction de l'original dont le tirage sur une surface opaque, aux possibilités limitées, nous propose encore une nouvelle version.

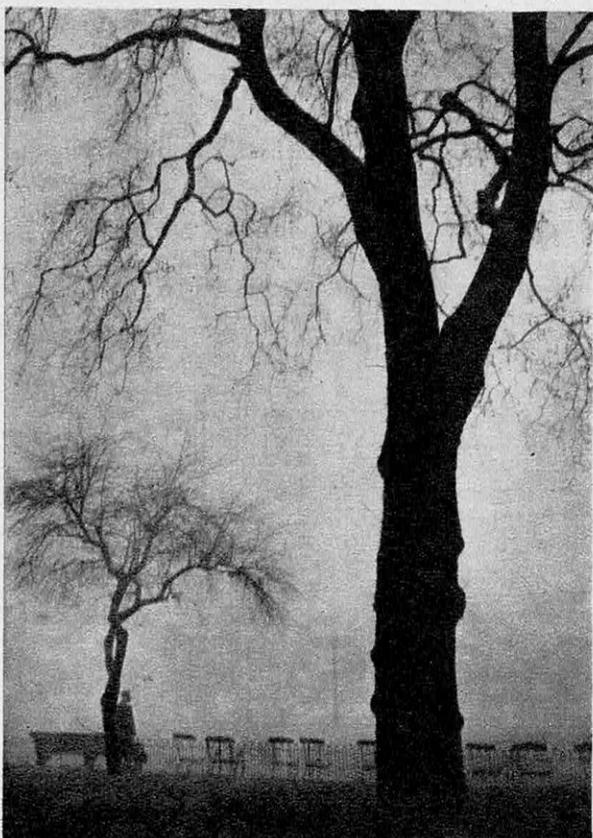
LE DÉVELOPPEMENT

De toutes les opérations dont le processus mène à l'image photographique, seul le développement doit être considéré comme un procédé automatique.

À l'heure actuelle, les émulsions transparentes, qu'il s'agisse de films d'amateurs, de films professionnels ou de bandes cinématographiques, se traitent d'une manière mécanique. Si, autrefois, on s'efforçait d'interpréter le cliché par des modifications apportées en cours de développement, aujourd'hui films et plaques sont traités automatiquement, d'après un temps déterminé à l'avance en fonction de la nature de l'émulsion, de la constitution du révélateur, de l'agitation et de la température du bain.



Voici deux tirages du même négatif sur des papiers de qualités différentes : doux à gauche et dur à droite. La règle dite « des épreuves brillantes » qui fournit



le deuxième est ici en défaut, car elle détruit le charme essentiel du cliché, pris à Londres par temps de brume et qui exige seulement de faibles contrastes.

On ne procède plus à des corrections pendant le développement ; il est entendu que l'opérateur est capable d'évaluer avec précision les conditions de prise de vue et de choisir l'exposition appropriée ; en cas de doute, il s'aide des indications que lui fournit une cellule photoélectrique.

La vogue du petit format a mené l'industrie photographique à produire des émulsions à grain très fin et à adopter des formules de révélateurs qui évitent un accroissement excessif de la granulation au cours du développement.

Aucune innovation notable n'a été apportée à la technique du traitement des films, depuis la guerre ; en principe, les émulsions de petit format sont développées dans des révélateurs peu alcalins, riches en sulfite, ce produit, en dose massive, agissant comme solvant d'argent ; parfois on incorpore au bain un solvant d'argent spécial qui évite une accumulation trop importante des grains, mais a aussi pour effet de réduire la densité et le contraste général de la vue ; l'emploi de ces produits exige donc une prolongation du temps de pose à la prise de vue.

Pour le traitement des papiers, on emploie fréquemment des agents mouillants et des produits anti-voile ; ceux-ci servent aussi au développement des films.

D'une manière générale, les fabricants procèdent à un tannage énergique de la gélatine, ce qui permet d'employer des bains relativement chauds sans risquer d'abîmer le négatif. D'aucuns estiment même que la technique du développement en bains chauds, entre 25 et 30°, est celle de l'avenir.

Les amateurs, en grand nombre, traitent leurs films dans de petites cuves perfectionnées ; le film est introduit dans un moyeu à spirales ou enroulé autour d'une bande de celluloïd dont les bords, pourvus d'un dispositif de boutons, assurent la libre circulation des bains. Cette première phase du développement a lieu en chambre noire et toutes les opérations suivantes : développement, fixage et rinçage se poursuivent à la lumière du jour.

Cette formule moderne est à recommander à tous les amateurs désireux de produire des films soignés.

TIRAGE ET AGRANDISSEMENT

L'amateur comme le professionnel procèdent au tirage direct des négatifs, mais l'un et l'autre poursuivent ainsi des buts bien différents. L'amateur qui possède un appareil 4,5x6, 6x6, 6x9 ou 6,5x11 se contente souvent de ces minuscules épreuves

qu'il colle ensuite dans un album. Pour le professionnel, le tirage par contact constituait autrefois l'aboutissement normal de son travail ; on procédait rarement à l'amplificateur d'une plaque. En ce temps, on produisait de petites épreuves avec de grands appareils ; de nos jours, on a tendance à produire, avec des appareils de format réduit, des photographies dont la taille est souvent impressionnante.

Les épreuves directes, dans ces conditions, n'offrent plus qu'un intérêt relatif ; elles servent surtout au classement des négatifs. Seul l'agrandissement nous donne entière satisfaction en apportant des possibilités d'interprétation inconnues du tirage par contact.

En premier lieu, l'amplification permet de restituer à la vue sa perspective véritable : pour produire une impression de relief, une épreuve de petite dimension devrait se regarder de trop près.

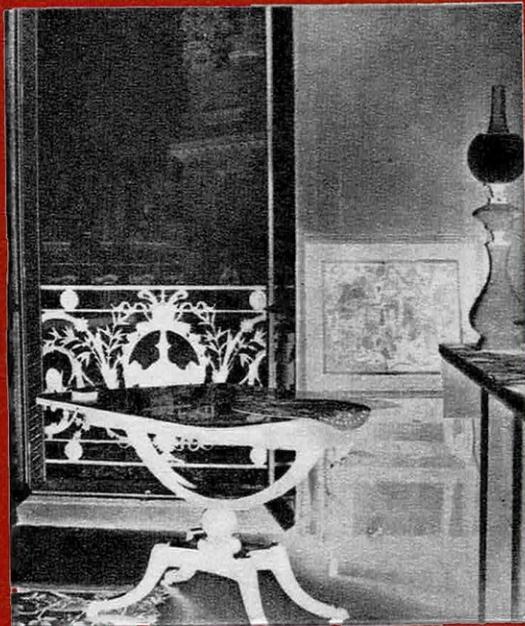
Ensuite, l'agrandissement permet un cadrage étudié de la vue ; à loisir, l'opérateur étudie la composition et décide de la plus favorable, en modifiant éventuellement l'angle initial et en éliminant les détails superflus.

Les appareils : d'une manière générale, sauf pour les agrandissements géants, on emploie à l'heure actuelle des agrandisseurs horizontaux à lumière semi-diffusée émanant d'une lampe opale et d'un condensateur. Comme nouveauté intéressante, dans ce domaine, nous constatons la suppression du condensateur par suite de l'apparition de la lumière froide donnant un contraste égal.

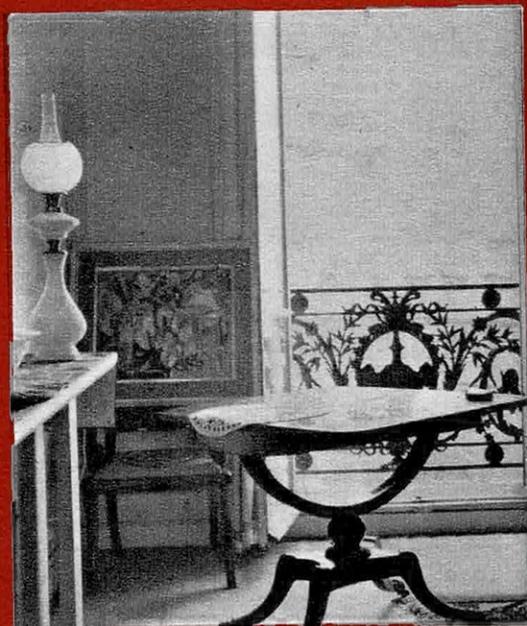
Les agrandisseurs automatiques, parfois adaptables à deux optiques différentes, sont devenus d'un usage courant ; d'autre part, un grand nombre d'appareils perfectionnés prévus pour l'emploi de filtres spéciaux permettent la sélection d'un négatif en couleurs en trois éléments monochromes. Mais, ici encore, l'après-guerre ne nous a rien apporté qui soit révolutionnaire.

Soulignons cependant les progrès considérables réalisés par l'industrie photographique française en ce qui concerne la qualité des surfaces. Retenons aussi une nouveauté curieuse qui nous vient des U.S.A. ; il s'agit du papier Verigam de Dupont. C'est une surface à plusieurs couches qui évite l'emploi de diverses gradations ; toutefois, l'usage du papier Verigam ne s'est pas encore généralisé, même aux Etats-Unis dont il est originaire.

La technique d'agrandissement : nous l'avons déjà dit : la principale difficulté de l'agrandissement tient à la disproportion qui existe entre les possibilités du film et celles du papier ; tandis que le premier peut enregistrer des contrastes d'environ 1 à 1 000, le second supporte seulement des écarts de l'ordre de 1 à 40. Or, pour la plupart des sujets faisant l'objet d'une prise de vue, nous désirons avoir des détails tant dans les ombres

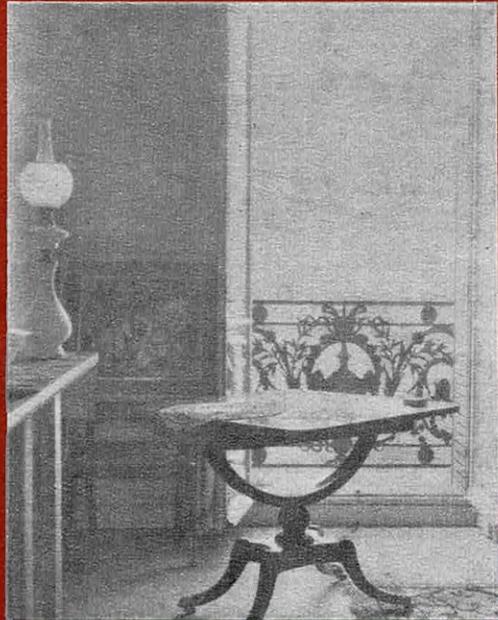


A Cliché négatif à grand contraste d'un intérieur et d'un extérieur.

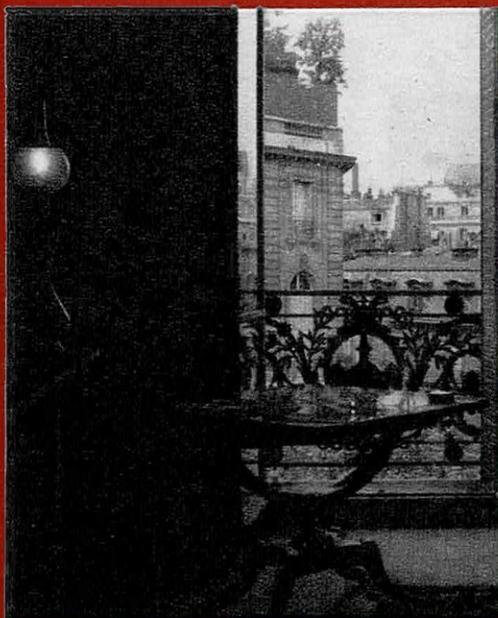


B Si l'on veut représenter l'intérieur, le paysage sous exposé reste blanc.

que dans les lumières ; pour pallier, dans une certaine mesure, les insuffisances du papier, on a recours au « maquillage » ; l'opération consiste à masquer les lumières en interposant la main ou un carton quelconque entre l'épreuve et la source d'éclairage pendant une fraction de l'exposition ; ceci revient à donner deux temps de pose : l'un pour les ombres et l'autre pour les lumières. Le maquillage est pratiqué d'une manière



C Ce cliché positif très doux sert à masquer partiellement le négatif.



D Si l'on veut représenter le paysage, l'intérieur surexposé devient noir.



E Par projection du négatif masqué, on a pu rendre convenablement ombres et lumières.

TIRAGE PAR LA MÉTHODE DU MASQUE DOUX

Le négatif photographique est capable d'enregistrer une gamme de valeurs s'échelonnant de 1 à 1000, alors que le papier photographique ne peut reproduire des contrastes excédant 1/40. Si nous faisons, même avec un papier doux, un tirage du négatif très vigoureux A, nous ne pourrions obtenir un tirage satisfaisant de l'intérieur obscur de l'appartement et du paysage très lumineux, et il faudrait sacrifier l'un ou l'autre (B ou D). On tire donc un positif très doux qui, appliqué contre le négatif à l'agrandissement, en atténue les contrastes.

courante à l'agrandissement ; lui seul permet d'obtenir une reproduction à peu près satisfaisante des sujets contrastés. Toutefois, cette technique a des limites ; on ne peut, en effet, couvrir et masquer que des régions nettement distinctes et ne se chevauchant pas trop.

Maints auteurs ont donc recherché des solutions qui permettent de reproduire, sur la même feuille de papier, les contrastes

extrêmes d'un négatif vigoureux en même temps que ses demi-teintes.

La méthode la plus connue, avant la guerre, était celle préconisée par M. Person qui d'un négatif en faisait deux : l'un pour les ombres, l'autre pour les lumières, qu'il projetait successivement sur la feuille sensible.

D'autres formules ont été également adoptées par les photographes, tel l'adoucissement du grade du papier au moyen de l'effet

Sterry, l'affaiblissement au persulfate, la méthode Jacobson, etc.

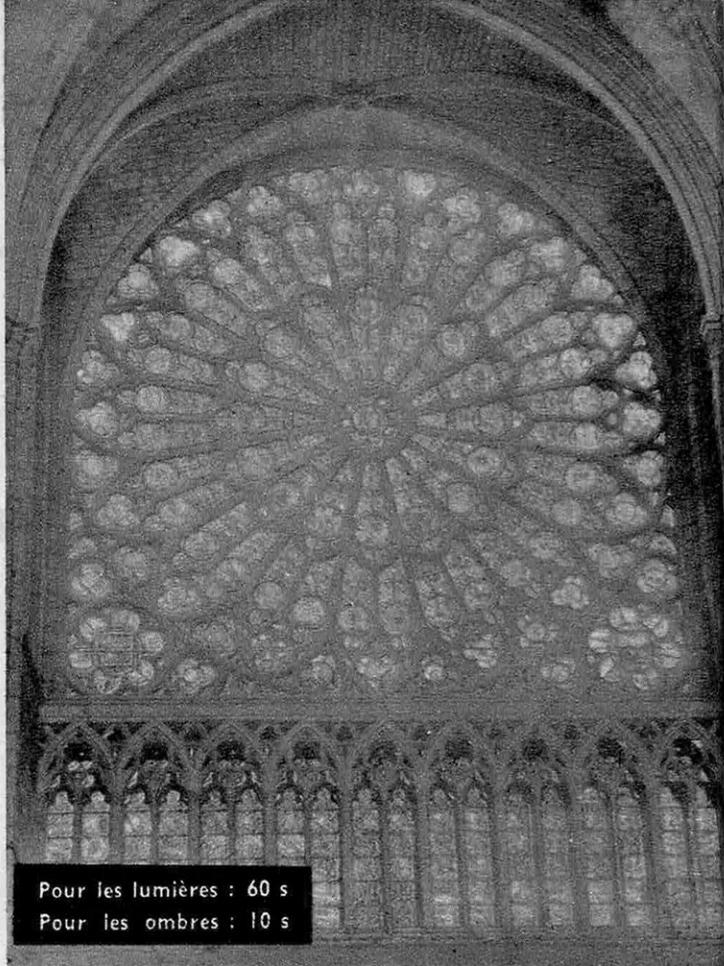
Mais, il nous est venu, de la technique des procédés en couleurs, une nouvelle possibilité de surmonter en partie ces difficultés, et ce par l'introduction des « masques » dans la technique du tirage monochrome; nous avons consacré beaucoup de temps à la mise au point de cette méthode.

Nous examinerons les deux cas : masques doux ou masques durs.

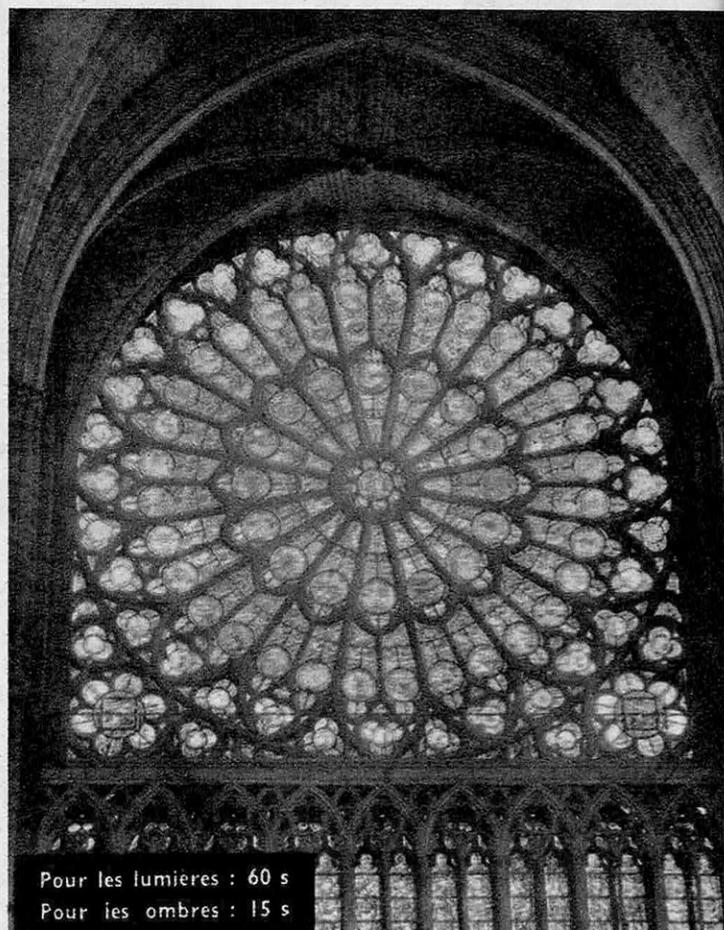
Lorsque les ombres et les lumières sont intimement liées et se chevauchent sans qu'on puisse en démêler le dessin avec précision, on a recours à la méthode du masque doux ; il s'agit de masques effectués sur une émulsion positive à très faible contraste qui ne rétrécit pas et qui subit alors un développement très court. Ce masque superposé au négatif permet souvent de faire venir la totalité du négatif, ainsi que nous le démontre la vue d'un intérieur dont la fenêtre s'ouvre sur la rue (page 39).

Lorsque les ombres et les lumières sont nettement séparées les unes des autres et que ces régions adoptent une configuration bien déterminée, (c'est le cas pour la photographie de Notre-Dame), nous parviendrons, au moyen de masques durs, à isoler complètement les ombres des lumières. Ainsi, on pose d'abord pour les lumières avec le négatif masqué et, après élimination du masque, on donne un complément d'insolation pour les ombres. C'est de cette manière qu'ont été réalisées les quatre photographies de Notre-Dame reproduites ici et pour lesquelles nous avons adopté, tant pour les ombres que les lumières, des densités variables qui modifient sensiblement l'aspect de l'image ; tantôt l'intérieur de l'édifice est clair avec une rosace sombre, tantôt l'effet se trouve inversé et les murailles paraissent foncées avec une rosace lumineuse.

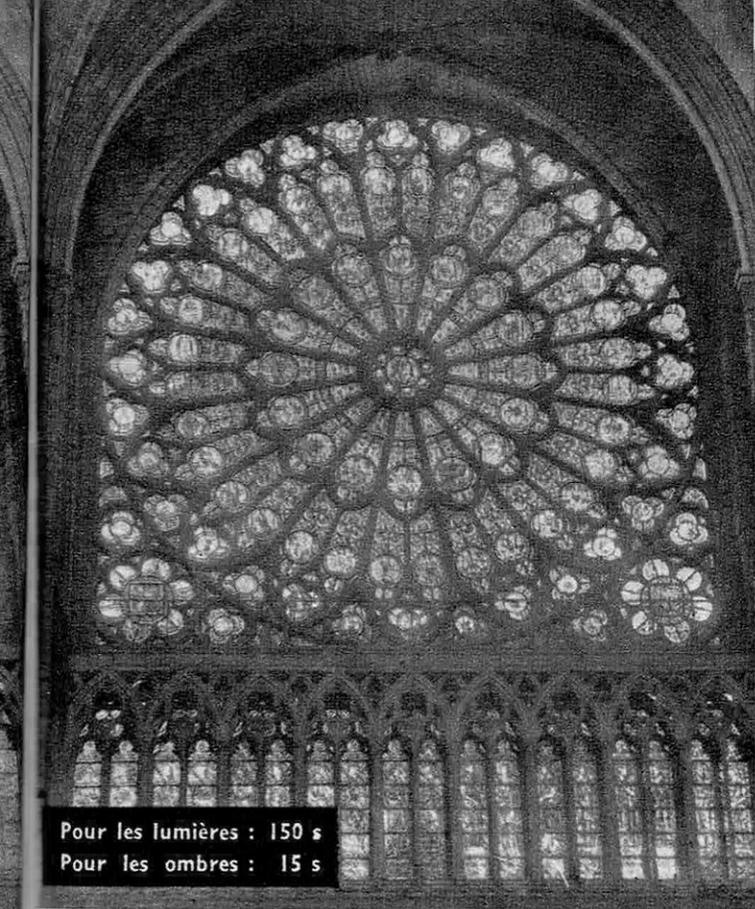
Il serait difficile, dans l'espace limité dont nous disposons, d'énumérer toutes les possibilités d'interprétation que nous apporte la technique des masques, mais elles sont fort étonnantes.



Pour les lumières : 60 s
Pour les ombres : 10 s



Pour les lumières : 60 s
Pour les ombres : 15 s



Pour les lumières : 150 s
 Pour les ombres : 15 s

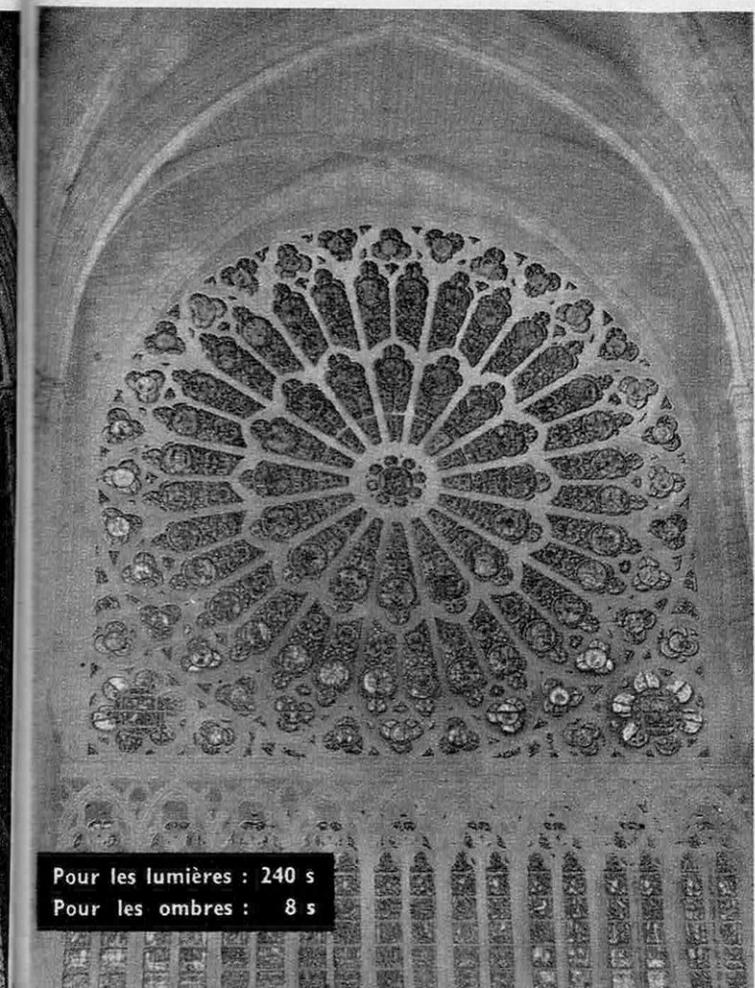
← Dans ces photographies d'une rosace de Notre-Dame, les ombres et les lumières sont nettement séparées, sans aucune demi-teinte. Dans ces conditions, on réalise à partir d'un négatif initial un masque dur que l'on superpose au négatif pour le tirage des lumières. Puis on élimine le masque et on donne un complément d'insolation pour les ombres. Comme on peut faire varier les durées d'exposition du négatif masqué et non masqué, on peut modifier les valeurs relatives des ombres et des lumières comme le montrent les quatre images obtenues à partir du même négatif : la rosace y est tantôt lumineuse sur fond sombre ou au contraire apparaît comme un dessin appliqué sur une muraille (Méthode Natkin.)

Pour nous résumer, disons qu'avec les méthodes indiquées ci-dessus nous n'avons pas cherché à réaliser des truquages photographiques ; nous désirions une reproduction plus complète du négatif.

Il existe d'autres techniques dont l'application est extrêmement intéressante car elles élargissent le champ d'action du photographe ; ces techniques s'accompagnent d'une modification du négatif et mènent à des images personnelles : nous avons mentionné les « truquages photographiques ».

TRUQUAGES A L'AGRANDISSEMENT

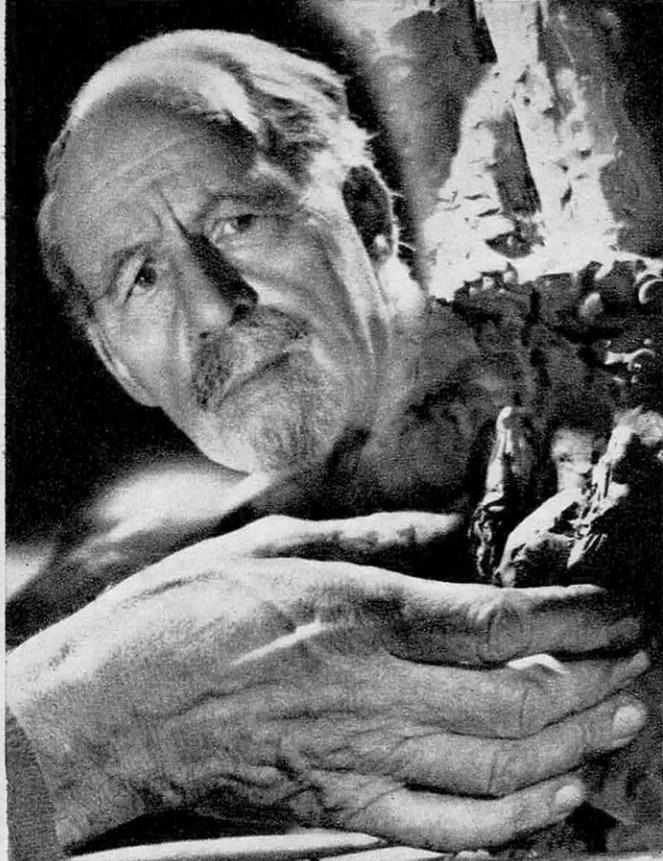
Appliqué à la photographie, le mot « truquage » évoque en nous des associations diverses ; nous entendons d'abord, par là, la création de faux documents qui conservent l'apparence du vrai, des supercheries photographiques. Nous pensons aussi à ces images cocasses d'enfants présentés dans une bouteille ou de personnages réduits aux proportions d'un appareil de téléphone. Mais, le sens dans lequel nous employons ici l'expression de « truquages en photographie » contient plus que l'idée de falsification ou de divertissement ; les truquages permettent de réaliser certaines interprétations photographiques dans le sens du graphisme ou dans celui de la création d'images stylisées.



Pour les lumières : 240 s
 Pour les ombres : 8 s



● Le plus simple des photomontages consiste à projeter deux négatifs superposés. Mais il suppose l'accord des valeurs des deux clichés. Ce sont les narcisses du premier plan qui ont été superposés au reste de la photographie.



● Une autre méthode consiste à projeter successivement plusieurs négatifs en en cachant certaines parties. Ce montage représente le célèbre sculpteur M. Landowski et l'importance donnée à la main est intentionnelle.

Les anciennes interprétations photographiques : le charbon, la gomme, le bromoïl aéraient pour ainsi dire la photographie ; ces interprétations correspondent à la période de l'impressionnisme en peinture. Par la suite, les photographes ont proclamé la vérité de leur art dans la fidèle reproduction monochrome des objets et dans un réalisme cru et nu. Le papier surglacé et les présentations sans marges étaient à l'ordre du jour. Il semblait alors qu'une photographie ne pût trouver thème plus beau qu'une clé et son ombre ou trois fruits placés en diagonale.

Mais le dynamisme de l'art naît d'une perpétuelle réaction contre le genre établi, et c'est parmi les plus ardents censeurs de la photographie picturale que nous trouvons aujourd'hui les précurseurs de ces solarisations, photomontages, etc... qui éloignent la photographie des reproductions réalistes si prisées il y a peu d'années encore.

La recherche d'une forme graphique, d'une synthèse, d'une simplification, d'un effet étonnant et publicitaire, voilà où nous mène la technique des truquages sous leur conception moderne.

Dans un photomontage, tel qu'il était pratiqué dans l'ancien temps, l'auteur recherchait surtout, ainsi que nous l'avons dit, à escamoter la réalité ; on s'efforçait de pré-

senter les objets rassemblés sous le même éclairage. La concordance des valeurs par rapport à la réalité était une condition essentielle de réussite ; le photomontage jouait le rôle de marchand d'illusions.

Aujourd'hui, la contradiction des éclairages et des points de vue ne nous choque guère ; nous ne songeons point à camoufler le truquage et, loin de vouloir lui conférer l'apparence du réel, nous aspirons à un effet de synthèse qui précisément éloigne de la réalité.

Il y a quelque vingt ans, nul n'aurait songé à composer une image dans le genre de celle qu'illustre cette danseuse prenant ses ébats sur les escaliers d'une impasse de Montmartre, une telle prise de vue serait irréalisable sous cette forme, l'escalier étant photographié d'en haut et le modèle d'en bas. Peu nous importe ; il ne s'agit point d'apparenter le photomontage à un effet possible. Si nous souhaitons une vue réaliste, nous ferons gravir au personnage les degrés, et un objectif approprié nous donnera la perspective voulue. Pour un tel but, il n'est point besoin d'un photomontage.

Aussi, lorsque nous y avons recours est-ce plutôt dans l'intention de suggérer une idée ou de créer une ambiance spéciale : quelques marches sur la butte, un pas de danse, c'est tout Montmartre que nous évoquons ainsi.



● La séparation de tons est obtenue par projection successive d'un négatif extra-dur très exposé (donne des noirs et blancs) et d'un positif très dur qu'on expose peu et qui donne seulement des gris et des blancs.

Les moyens employés pour de telles réalisations sont les mêmes aujourd'hui qu'hier avec cette différence que leur nombre s'est accru ; des techniques autres que celles alors en usage ont été mises au point, mais il est bien évident que ce n'est pas tant le développement de la technique qui importe que l'idée motrice. Voici les principales méthodes d'interprétation photographique :

Les photogrammes. Le photogramme consiste à créer une image en posant sur une feuille de papier sensible des objets quelconques dont la forme demeure marquée sur le papier après exposition.

Suivant le temps de pose, le fond devient plus ou moins sombre, et la surface correspondant à l'emplacement des objets se traduit par une réserve blanche ou d'un gris de densité variable suivant que les objets demeurent en place durant toute l'exposition ou seulement durant une fraction de l'insolation.

On peut aussi réaliser des photogrammes par agrandissement ; les effets changent suivant que l'éclairage est donné d'en haut, d'un ou de plusieurs côtés et, dans ce cas, les ombres multipliées des sujets ajoutent au dessin de leurs contours et apportent plus de complexité à l'image.

● Le désaccord entre la perspective du sujet et celle du paysage donne un aspect volontairement irréal à ce photomontage obtenu par l'emploi de masques et projections successives.



Man Ray a été le premier à mettre cette technique au point. Aujourd'hui encore, le principe du photogramme est souvent employé pour la création de fonds photographiques.

Les trames. L'utilisation de trames que l'on superpose au cliché, l'un des éléments étant net et l'autre flou, permet l'obtention d'effets amusants qui servent souvent, comme les photogrammes, à la constitution de fonds. Autrefois, les trames servaient plutôt à conférer un aspect pictural à la vue.

Le relief. Le relief photographique est obtenu en superposant un négatif et un positif transparent du même cliché, sans que leur repérage soit parfait, c'est-à-dire avec un léger décalage. Le principe est connu depuis fort longtemps par les dessinateurs qui entourent les lettres noires d'une bordure blanche.

La solarisation ou effet Sabatier consiste à créer un effet photographique qui se traduit par un trait de contour semblable à un trait de dessin, aux endroits de grands contrastes. Il est réalisé lorsqu'un négatif ou une feuille de papier sensible est développé partiellement, puis subit une insolation avant la fin du traitement ; il se crée alors, aux endroits de grand contraste, une ligne nette

qui sépare toutes les zones où les blancs et les noirs sont mitoyens. Les régions blanches sont voilées, c'est-à-dire qu'elles grisailent et c'est à la jointure que se forme une ligne blanche sur le négatif créant ainsi une image négative à fond noir avec des silhouettes au trait blanches.

Le photomontage. Le photomontage occupe la place la plus importante dans le domaine des truquages photographiques et ses emplois ainsi que les manières de procéder sont très diverses.

Il existe trois catégories de photomontages :

Le photomontage par **découpage** : la photographie est découpée et collée sur un fond photographique ; cette technique, qui semble très simple de prime abord, n'en demande pas moins une grande dextérité si l'on veut éviter que les démarcations résultant du collage n'apparaissent avec trop de netteté.

Le photomontage par **superposition de clichés** : on peut effectuer un montage en superposant tout simplement deux négatifs que l'on projette simultanément, formant ainsi une surimpression de deux vues ; cette formule se prête à la réalisation d'effets amusants ou fantasmagoriques ; c'est la forme la plus simple du photomontage. Encore faut-il que les négatifs s'accordent comme valeurs et comme composition pour constituer un ensemble harmonieux.

Dans la même classe de truquages, on peut ranger les photographies prises sur fond noir, lequel se traduit en négatif par un transparent ; il est aisé de superposer ce négatif à un fond à l'agrandissement. On situe dans la composition générale le sujet à y introduire, et la projection est des plus simples puisqu'aucun autre élément n'intervient dans la composition.

Le photomontage par **impressions successives** de plusieurs clichés : plusieurs photographies ou fractions de photographies sont projetées sur la même feuille de papier, au moyen d'impressions successives. Lorsqu'on projette la première, on cache les autres parties de la feuille sensible réservées aux clichés suivants. On recouvre ensuite la partie impressionnée d'un cache protecteur et, on projette sur une autre partie de l'épreuve la seconde image à monter. Souvent les images se chevauchent à dessein pour ne pas donner une impression de supercherie mais bien montrer qu'il s'agit d'un effet de montage voulu.

Ce genre de photomontage exige beaucoup de minutie dans la réalisation et de dextérité ; il comporte la confection préalable d'une maquette indiquant avec précision l'emplacement réservé à chaque projection, avec un dessin du contour des objets.

Le photomontage avec masques : des réserves sont pratiquées dans un cliché ; par exemple, dans la vue de Montmartre, nous avons préparé une fenêtre dont la forme et

les dimensions correspondaient à celles de la danseuse. Cette réserve est obtenue au moyen d'un masque ; on y projette ensuite l'image qui complète la vue.

Séparation des tons : il s'agit d'un des truquages les plus récents, souvent utilisé pour les photographies publicitaires aux Etats-Unis. Il consiste essentiellement à réaliser une image qui, au lieu de se composer d'une gamme infinie de gris, ne comporte tout au plus qu'un blanc, un gris ou deux gris et un noir, c'est-à-dire trois ou quatre tons au maximum.

On procède de la manière suivante : d'un négatif déterminé, on crée deux nouveaux négatifs dont l'un est peu posé et l'autre, au contraire, reçoit une lustration abondante. Ces négatifs passeront par plusieurs phases négatif-positif jusqu'à obtention de deux clichés exclusivement constitués de noir et de blanc. Le négatif largement exposé comportera de grandes plages noires avec de petites plages blanches tandis que celui peu posé montrera de petites plages noires et de larges surfaces blanches.

Du négatif peu posé, on projettera une image qui donnera un gris aux endroits correspondant aux zones transparentes et un blanc dans les zones correspondant aux parties noires. Sur cette première image, on en surimpressionne une seconde, au moyen du négatif fortement posé qui fournira les blancs et les noirs de l'image. Ainsi l'image, réduite à trois valeurs, produira l'effet d'un lavis.

Pour la photographie du violoniste, nous avons eu recours à la séparation des tons, mais au lieu d'employer deux négatifs, nous avons surimpressionné un positif et un négatif monochromes.

Cette formule, qui synthétise le sujet traité, se prête admirablement par ses grands à-plats, à la création d'affiches publicitaires.

* * *

Toutes les techniques citées ici ne sont mentionnées qu'à titre d'exemple ; la description que nous en donnons, si elle est exacte est cependant trop incomplète pour servir de mode d'emploi et le lecteur intéressé devra, pour les pratiquer, se reporter à des ouvrages spécialisés. Nous espérons toutefois que notre court exposé aura fait comprendre les énormes possibilités d'interprétation apportées par l'agrandissement et tout le parti que l'on en peut tirer.

Marcel Natkin.

Les illustrations de cet article sont extraites de trois ouvrages de Marcel Natkin, actuellement sous presse et qui constituent les premiers volumes d'une Encyclopédie photographique :

Tome I — Développement
Tome II — Tirage et Agrandissement
Tome III — Truquages. Retouche. Reproduction et Mise en couleurs.

Photographie en Couleurs

PHOTOGRAPHIE DE DEMAIN

NOUS assistons aujourd'hui, en photographie, à une véritable révolution ; il s'agit de la plus grande invention qui ait été faite dans ce domaine depuis Niepce : celle de la couleur.

Les principes fondamentaux de la photographie en couleurs ont été trouvés par deux Français : Ducos de Hauron et Cros. Depuis, maints chercheurs ont poursuivi leur œuvre. Cependant l'essor de la photographie en couleurs date de la fin de la dernière guerre. Quittant les limites étroites des images transparentes, elle a pris possession de la couverture de nombreux magazines, puis elle a pénétré à l'intérieur de ces revues. Elle s'est glissée dans le cinéma et, peu à peu, force toutes les barrières en dépit de son prix de revient encore élevé.

La clientèle de portrait affirmait, il y a encore trois ou quatre ans, dans la proportion de 90 % : « Je n'aime pas la couleur. »

Les portraits en couleurs réalisés dans les studios n'ont pas beaucoup changé depuis lors, mais, comme par enchantement, aujourd'hui

la moitié des clients demandent de la couleur dont ils ne déplorent que le prix. Il est facile de prévoir que, d'ici quelque dix ans, ils n'admettront plus la photographie monochrome.

LES POSSIBILITÉS DE LA COULEUR

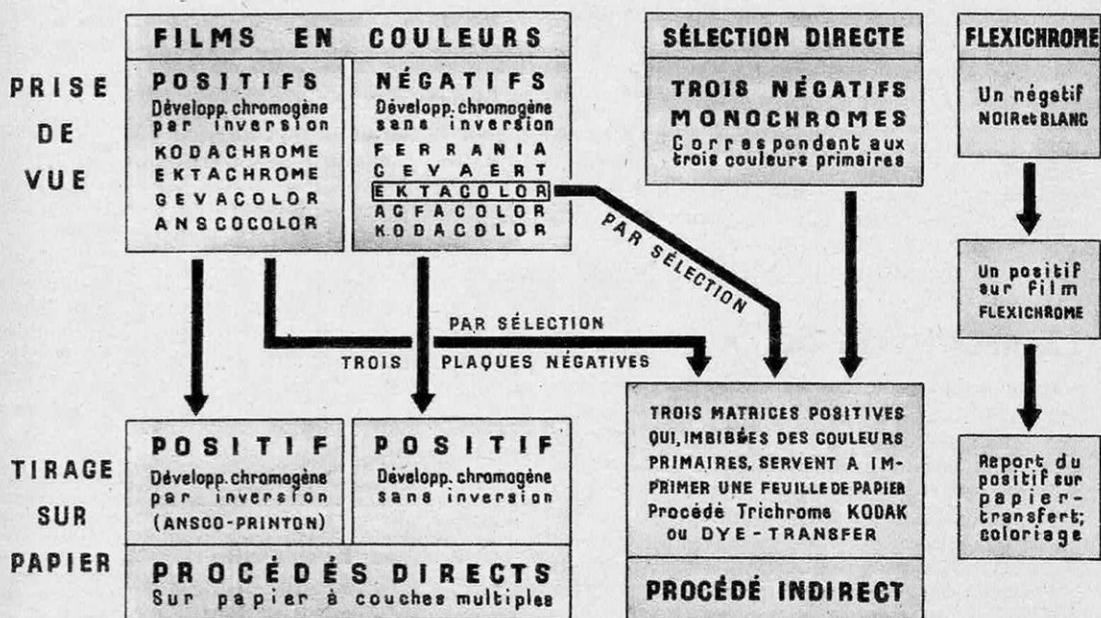
Deux arguments essentiels parlent en faveur de la couleur en photographie :

— la couleur nous rapproche plus de la réalité que le noir et blanc ;

— seule la couleur nous offre la possibilité d'interpréter d'une manière vraiment subjective notre vision du monde.

Le premier de ces arguments est évident. La reproduction polychrome permet une représentation plus fidèle que la photographie en noir et blanc : pour reproduire des échantillons, qu'il s'agisse de tapisseries ou de séries de boutons, pour effectuer une microphotographie ou un reportage, nous apprécierons d'autant plus l'image qu'elle

PRINCIPAUX PROCÉDÉS COMMERCIALISÉS DE PHOTOGRAPHIE EN COULEURS



QUELQUES TEMPÉRATURES DE COULEUR

Lumière moyenne du jour. 5 000-7 000° K (entre 2 h après le lever et 2 h avant le coucher du soleil).	
Lampes à incandescence .	2 800° K
Photoflood	3 400° K
Lampes-éclairs	3 600-4 000° K
Lampes à décharge de condensateurs	6 000° K

sera proche de l'original ; dans ce cas, la couleur est supérieure au noir et blanc.

Mais d'autres motifs nous font espérer un développement très vaste de la photographie en couleurs ; il est même curieux de constater à quel point ces motifs s'opposent au caractère réaliste de la couleur dont nous venons de considérer les avantages. Ce qui nous séduit tant, en effet, dans cette nouvelle technique, c'est surtout les possibilités d'interprétation qu'elle apporte.

Le monde de la photographie monochrome, bien qu'il soit varié à l'infini, est bien plus limité qu'on ne pourrait le supposer et ceux qui connaissent le sujet ont souvent l'impression que les moyens d'expression du noir et blanc s'épuisent, et qu'à la recherche d'effets inédits, nous tournons en rond depuis déjà un certain temps.

Certes, entre le choix du sujet, celui de l'endroit, du point de vue, du moment, entre les jeux de l'ombre et de la lumière, les possibilités offertes à l'opérateur sont étendues, mais combien minces elles nous semblent si on leur oppose celles que recèle la photographie en couleurs.

La photographie en couleurs en est encore, aujourd'hui, à rechercher la fidélité des tons ; avec le temps, elle s'éloignera certainement de ces aspirations réalistes et les images que l'on nous proposera alors ne seront plus jugées en fonction du sujet mais suivant leur valeur intrinsèque. Déjà des précurseurs montrent cette nouvelle voie. Et c'est précisément dans cet accroissement des possibilités d'interprétation, dans ce nouveau moyen qui est offert à l'artiste de s'exprimer plus librement qu'il faut voir l'avenir de la photographie.

LA RELATIVITÉ DE LA COULEUR

Sans doute ce nouveau mode d'expression exigera-t-il une éducation spéciale de l'œil ; en principe, ceux qui ne s'intéressent pas particulièrement à la question s'obstineront à considérer les couleurs comme des qualités immuables du monde extérieur : pour eux, un mouchoir est blanc, la neige est blanche, une table est marron, etc.

Et cependant, tous ceux qui se sont penchés sur le problème de la couleur savent que

celle-ci, au point de vue visuel, est fonction de deux éléments distincts : la matière et la lumière réfléchie par cette matière.

Le mouchoir dont nous parlions est blanc ou, plus exactement, il est blanc lorsqu'il est vu sous une lumière blanche, c'est-à-dire sous un éclairage dont la « température de couleur » est voisine de 6 000° K. (1). Sous une lumière rouge, mesurant 2 000° K par exemple, il présentera des reflets rosés ; en revanche, s'il est considéré sous un éclairage bleu, le mouchoir arborera des tons azurés.

Pour juger de la coloration d'un sujet, deux facteurs doivent entrer en considération : la qualité de la lumière qui frappe cet objet et les capacités d'absorption ou de réflexion de l'objet à cette lumière. C'est ainsi que notre monde ne possède pas une coloration définie ; celle-ci change avec la lumière. Les femmes ne l'ignorent pas puisqu'elles adoptent des fards différents suivant l'ambiance et l'heure à laquelle elles se montrent. Ainsi, le soir, à la lumière artificielle riche en radiations rouges, elles portent des fards rouges plus foncés que le jour où la lumière bleue les amène à choisir un maquillage moins accentué.

Pour les mêmes raisons, la cliente qui achète du tissu dans un magasin ne se contente pas de l'examiner à la lumière artificielle et s'approche d'une fenêtre pour constater quelle en est la couleur à l'éclairage naturel ; ceci est d'ailleurs un tort lorsqu'il s'agit d'un tissu destiné à une robe du soir.

Enfin, la grande masse des humains, ce que nous appelons le public, ne fait pas que regarder... Il pense. Et il en arrive à ne plus voir qu'à travers certains préjugés. Ainsi le mouchoir, dans son esprit, est blanc quelles que soient les variations de la lumière.

Pour donner à ce public une représentation de la réalité qui corresponde à ce qu'il voit ou croit voir, on a cherché une définition de la couleur. Les fabricants d'émulsions polychromes disent donc qu'un sujet est correctement reproduit lorsqu'il est présenté tel qu'il est en fait à la lumière blanche de 6 000° K.

Par conséquent on emploie, suivant la qualité de la lumière qui frappe l'objet photographié, des filtres correcteurs ayant pour but d'en ramener la coloration à cette conception standard.

En pratique, on trouve deux types d'émulsions polychromes, les unes dites « lumière du jour » correspondent à une température de couleur optimum de 5 500° à 6 000° K, les autres pour la lumière artificielle, correspondant à 3 200-3 400° K.

Ces remarques doivent rester présentes à

(1) La température de couleur, qui s'exprime en degrés absolus (désignés par K, initiale de Lord Kelvin) permet d'indiquer par un seul chiffre la composition spectrale et la distribution énergétique d'un rayonnement (ce serait celui émis par un " corps noir " porté à la température correspondante). Elle joue un rôle capital dans le domaine de la photographie en couleurs car elle caractérise la " couleur moyenne " d'un éclairage.

THERMOCOLORIMÈTRE "ORIGINAL REBIKOFF"

La notion de température de couleur ayant acquis une grande importance dans la photographie polychrome, de nombreux constructeurs ont sorti des thermocolorimètres permettant de déterminer avec plus ou moins d'exactitude le caractère de la lumière. Ci-contre, le thermocolorimètre Rebikoff. Il possède deux cellules photo-électriques, sensibles, l'une au bleu, l'autre au rouge, ainsi qu'un pont permettant de mesurer le déséquilibre entre les deux cellules. Le colorimètre étant à l'emplacement du sujet, la face sensible orientée vers la source lumineuse, l'aiguille dévie vers le secteur bleu ou le secteur rouge suivant la nature de la lumière ; en faisant tourner le cadran, on ramène l'aiguille sur le triangle noir et on lit la température de couleur à la pointe du triangle rouge inférieur ; sur une table jointe à l'appareil, on choisit le filtre correcteur à utiliser suivant la marque du film employé. On obtient en général de meilleurs résultats en amenant d'abord le triangle rouge supérieur sur « lumière du jour » ou « lumière artificielle » selon le film employé, et en réglant la lumière artificielle ou en choisissant des heures ou des angles favorables pour obtenir une température de couleur aussi voisine que possible de la valeur idéale. L'appareil est inutile avec des lampes électroniques.



l'esprit lorsqu'on examine une photographie en couleurs, qu'il s'agisse d'un transparent ou d'un tirage sur papier. Car la photographie elle-même se trouve soumise aux lois dont nous venons de parler ; elle change suivant qu'on la regarde près d'une lampe à incandescence ou à la lumière du jour.

C'est pourquoi on ne saurait estimer la fidélité d'une reproduction sans comparer le modèle à son image sous une lumière sensiblement identique.

Puisque, par convention, nous avons adopté la lumière blanche pour définir la couleur, il est indispensable, pour regarder un transparent polychrome, de disposer d'une source de lumière aussi blanche que possible, de préférence une source de lumière survoltée.

Après ces quelques observations ayant trait à l'interprétation de la couleur d'une part et au réalisme de la photographie polychrome d'autre part, nous allons essayer d'exposer, en un très bref résumé, quels sont les divers procédés photographiques actuellement utilisés pour la reproduction en couleur (1).

SÉLECTIONS MONOCHROMES ET TRANSPARENTS EN COULEURS

Comme pour la photographie monochrome, le premier stade de cette reproduction est celui du transparent, lequel peut être constitué d'un élément unique en couleurs ou de

plusieurs clichés monochromes. Ensuite, nous attaquons la seconde phase du procédé qui consiste à reporter l'annotation première résultant de la prise de vue ; celle-ci nous a fourni soit un transparent en couleurs, soit une sélection directe ; il s'agit maintenant de tirer l'un ou l'autre sur une surface opaque par voie photographique ou par un procédé d'impression.

Nous allons donc nous intéresser en premier lieu à la prise de vue et considérer les techniques qui permettent d'enregistrer les couleurs originales du modèle.

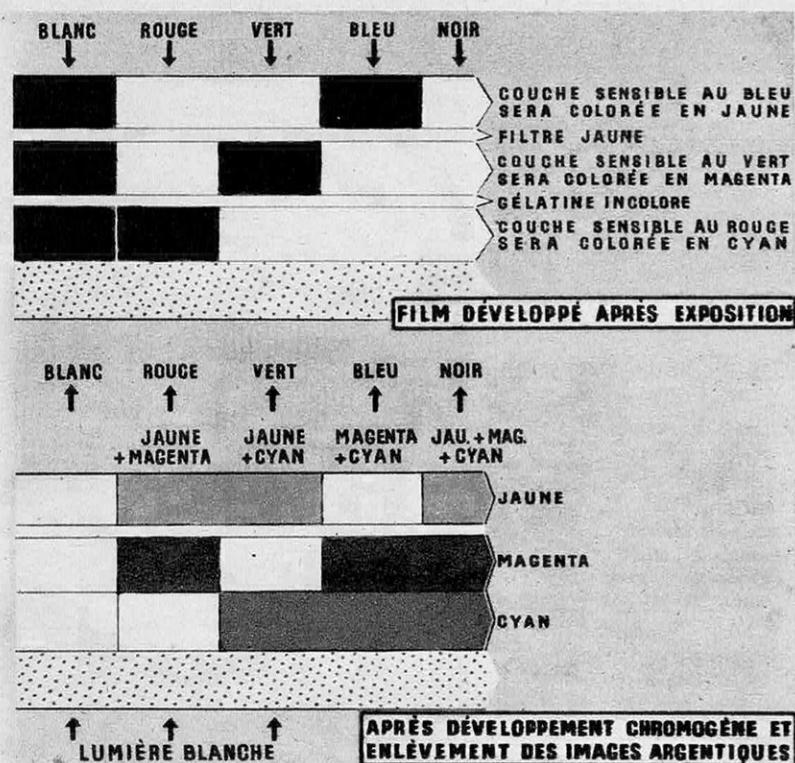
Le principe de la photographie en couleurs peut se résumer dans la phrase suivante : toute couleur est susceptible d'être obtenue à partir de trois couleurs fondamentales ou primaires ; par un dosage approprié de chacune d'elles, on reconstitue toutes les autres. Le problème consiste donc, en premier lieu, à décomposer une couleur déterminée réfléchie par le sujet en trois couleurs primaires, et à reformer ensuite la couleur initiale par le mélange de ces trois éléments de base.

Il existe deux méthodes permettant de décomposer la couleur :

La sélection directe est la méthode la plus ancienne et aussi la plus classique ; elle consiste à prendre successivement trois plaques ou trois films à travers trois écrans colorés ; c'est ce qu'on appelle une sélection de couleurs successives.

Evidemment, cette technique ne peut être appliquée qu'à des natures mortes pour lesquelles la durée du temps de pose ne joue pas ; dès avant la guerre, il existait un appa-

(1) Voir également : **Pour réussir nos photos en couleurs** par Marcel Natkin (Tiranty Ed.) et **Théorie et pratique de la photographie en couleurs** (ouvrage encyclopédique) par Marcel Natkin et K. Schwerin (Tiranty Ed.)



◀ Schéma de principe d'un film tripack intégral. Les colorations sont obtenues dans les diverses couches au cours du développement. Certains films renferment les « copulants », pour d'autres on les introduit dans les bains.

leurs de la manière exposée plus haut, les diverses couches du film sont impressionnées simultanément. Les trois émulsions principales qui constituent le film correspondent aux couleurs primaires ; entre ces émulsions, d'autres couches jouent le rôle d'agent filtreur.

Ainsi, toute couleur se trouve décomposée, sur les trois couches, en trois couleurs primaires et, une fois l'impression achevée, autrement dit, une fois la photographie prise, le film subit un développement « chromogène » en sept bains différents dont l'ensemble dure 90

reil qui enregistrait les trois plaques montées dans un châssis coulissant, ce qui abrégait l'exposition et la ramenait à 3 ou 4 secondes. Depuis, on a mis au point des appareils avec lesquels il est possible de fixer les trois plaques simultanément. Pour un portrait, avec un modèle bien éclairé au moyen de lampes à incandescence puissantes, on parvient à des expositions de l'ordre de 1/5 de seconde environ, à pleine ouverture de $f:4,5$.

La sélection obtenue avec un appareil à prise de vue simultanée n'est pas aussi pure que la sélection due à trois plaques enregistrées successivement. Les appareils à prise de vue simultanée ont pour avantage la brièveté relative des expositions, mais ceux à prise de vue successive apportent les plus grandes garanties de qualité.

Que l'on adopte l'une ou l'autre formule, on aboutit, après la prise de vue, à trois plaques constituant la sélection.

On peut aussi se rallier à une autre méthode qui consiste à photographier le sujet sur une émulsion en couleurs que l'on regarde par transparence ; les **transparents en couleurs** s'obtiennent aujourd'hui d'après la technique de la sélection soustractive (par opposition à la méthode additive qui consiste à mélanger les lumières). La méthode soustractive procède par mélange de colorants ; en combinant, par exemple, un colorant jaune et un colorant vert, on obtient un bleu.

Le film en couleurs par transparence que nous connaissons tous sous les noms de Kodachrome, Ektachrome, Gevacolor, Ansco-color, etc., est une émulsion à base soustractive, à couches multiples. Au lieu de sélectionner successivement les trois cou-

minutes environ.

Le principe du développement chromogène est le suivant : il existe des matières qui adoptent une couleur déterminée au contact de certaines solutions ; immergée dans un bain déterminé, chaque couche du film polychrome se teinte dans une des couleurs primaires. Avant de subir le développement chromogène, chacune de ces trois couches a reçu une lamination proportionnée à la quantité de jaune, magenta (rouge) et cyan (bleu) réfléchi par le sujet. Après le développement chromogène, l'image argentique disparaît ; la couche supérieure se colore en jaune, celle intermédiaire en magenta (rouge) et celle inférieure en cyan (bleu) ; le blanc s'obtient par l'absence de colorants, alors qu'aux endroits où les trois couches atteignent leur saturation complète il se forme un noir.

LA PRISE DE VUE SUR FILM EN COULEUR

La prise de vue sur film transparent en couleur ne présente à l'heure actuelle aucune difficulté technique ; en ce qui concerne le rendu des couleurs, ces émulsions ont atteint un très haut degré de perfection ; toutefois, elles sont encore deux fois moins rapides que les émulsions monochromes de sensibilité moyenne. D'autre part, elles exigent des expositions très précises, surtout pour les films inversibles, c'est-à-dire les films en couleurs qui montrent directement une image positive.

Il faut encore, si l'on veut une reproduction fidèle de toutes les couleurs, que le sujet

n'ait pas trop de contraste ; celui-ci ne doit pas excéder le rapport de 1 à 6 environ, tandis que les émulsions monochromes s'accommodent d'écart allant de 1 à 1 000.

Pour travailler avec beaucoup de précision, il est également nécessaire de prendre en considération la lumière ambiante et de mesurer sa qualité (température de couleur) ; toutefois, cette dernière précaution ne concerne que la photographie professionnelle mais, de toute façon, un photomètre à cellule très précis devient l'accessoire indispensable du photographe qui opère en couleurs.

La prise de vue sur film polychrome peut elle-même adopter deux formes : suivant l'émulsion employée, on obtient tantôt un transparent positif tantôt un transparent négatif en couleurs complémentaires. Les films Ektachrome, Ansco-color, Kodachrome, Geva-color donnent des vues positives par transparence.

A l'heure actuelle, plusieurs maisons préparent la sortie de films en couleurs complémentaires ; parmi ces firmes, citons Gevaert, Agfa, Telka, Ferrania ; il existe, en outre, une émulsion plus ancienne, le Kodacolor et une nouveauté de Kodak, l'Ektacolor dont nous parlerons en détail plus loin.

Tous les films en couleurs par transparence, qu'ils soient négatifs ou positifs, subissent un développement chromogène, mais alors que l'émulsion positive exige une inversion, le film négatif n'a pas besoin de passer par cette phase du processus.

L'un des principaux inconvénients des films traités par inversion réside dans leur faible latitude de pose dont nous avons déjà fait état ; les films positifs, en effet, ne peuvent enregistrer avec fidélité des contrastes supérieurs à 1 : 4 ou 1 : 6 au maximum ; en revanche, le film négatif non inversé bénéficie d'une latitude bien supérieure, ce qui est fort appréciable. Ce film, par contre, est peu commode à l'usage, en ce sens qu'il est difficile de se rendre compte d'après le document original de ce que pourra être le résultat final.

LE TIRAGE SUR PAPIER

En ce qui concerne le tirage sur papier, nous indiquerons trois méthodes : la première peut être appelée : méthode directe, la seconde : méthode indirecte, et la troisième : méthode du coloriage (Flexichrome).

Tirage direct : Kodacolor (U. S. A.), Ansco (U. S. A.), Gevaert, Ferrania, Telka (ces derniers à sortir prochainement en France). Pour le tirage direct, on utilise une surface opaque constituée de couches superposées

Principe du procédé « dye-transfer » pour le tirage couleur sur papier. On part de trois négatifs obtenus par sélection des couleurs primaires. On n'a représenté ici que les opérations correspondant à l'un d'eux.

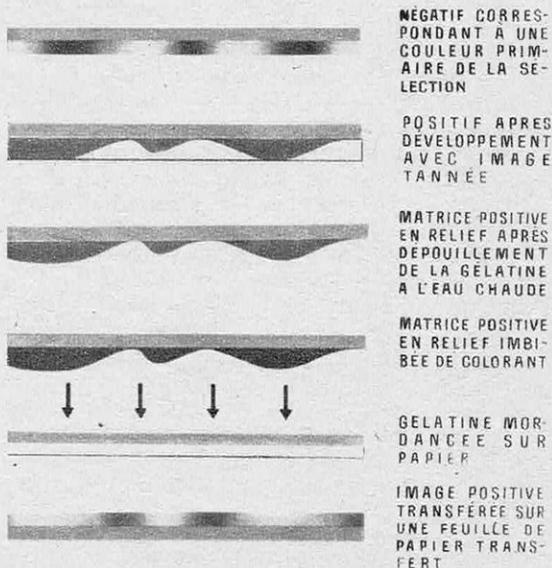
comparables à celles du transparent ; il s'agit d'un papier à couches multiples qui subira ultérieurement un développement chromogène.

On procède au tirage de la manière suivante : supposons qu'il s'agisse d'un film positif ; on le place dans l'agrandisseur et on en effectue la projection sur un papier spécial à couches multiples ; l'image est agrandie en corrigeant éventuellement les coloris au moyen de filtres de couleur. S'il s'agit d'un film positif, comme nous venons de le préciser, il résultera de la projection une image négative. Elle deviendra positive lorsque le papier aura subi, tout comme le film, un développement chromogène à inversion, opération dont la durée est de 90 minutes. Ainsi, en partant du transparent positif, on aboutit directement à un tirage positif.

Pour abréger les manipulations, les Américains ont construit des machines à développement chromogène, d'une extrême complexité et qui traitent les émulsions d'une manière automatique. La machine Powell est la plus connue de ce genre, aux Etats-Unis ; elle assure un débit considérable et permet de produire des tirages en couleurs d'après les documents dus aux amateurs, à un prix relativement peu élevé ; ces tirages sont effectués sur papier Ansco-Printon ou par Kodak sur Kodacolor.

Par rapport au positif, le film négatif en couleurs offre donc un double intérêt : celui d'une latitude de pose supérieure et d'un développement plus court puisqu'il n'y a pas lieu de l'inverser ; le développement du film dure trois quarts d'heure environ et celui du tirage de 35 à 45 minutes puisque, là encore, l'inversion est évitée.

Ainsi, par le tirage direct sur une surface appropriée, nous avons obtenu une épreuve en couleurs d'après un film polychrome ; toutefois, les tirages qui en résultent n'offrent





● Beau temps, de deux heures après le lever du soleil à 2 heures avant son coucher. Température de couleur 6 000° K environ. Ne pas employer d'écran correcteur.



● Le soir, rayons rouges abondants. Filtres bleutés de la « série froide ». Au-dessous de 5 000° K, pas d'émulsion lumière du jour, sauf effets spéciaux.

pas toute satisfaction ; les couleurs en sont denses et la gamme des tons limitée. C'est pourquoi la pratique du tirage direct, formule bon marché, n'a pris de l'extension que dans le domaine des travaux d'amateurs.

Tirage indirect. Par « tirage indirect » nous entendons celui qui est effectué à partir d'une sélection ou re-sélection comportant trois éléments, sur plaques ou films. ●

Il est évident qu'à partir d'un transparent on peut toujours constituer, par la suite, trois plaques selectives. Nous obtiendrons donc les trois éléments représentant chacun l'une des trois couleurs fondamentales, qu'il s'agisse d'une sélection provenant de la sélection d'un diapositif ou d'une sélection réalisée directement d'après le modèle.

Ces trois plaques pourront être tirées soit par un procédé d'impression soit par l'une des deux techniques de tirage photographique sur papier.

Les deux méthodes qui permettent de reproduire une sélection sur papier sont celles du Carbro et celle du « dye-transfer », ou tirage trichrome Kodak.

En dépit des très beaux résultats que le Carbro assure, ce procédé, qui consiste à préparer trois gélatines extra-minces correspondant aux trois couleurs primaires et à les superposer sur un papier transfert, est en voie de disparition pour les raisons suivantes : le procédé est très compliqué ; les épreuves suivantes exigent presque autant de temps et de soin que la première et il est d'ailleurs difficile d'obtenir plusieurs épreuves identiques. La place qu'a occupée un certain temps la technique du Carbro est prise aujourd'hui par le tirage trichrome Kodak.

L'avantage principal de ce procédé tient à ce que, une fois les matrices constituées, on peut tirer d'après elles une série d'épreuves ne nécessitant qu'environ 1/2 heure de travail par tirage.

Les phases du dye-transfer sont les suivantes : à partir de trois négatifs que l'on

présume devoir être parfaits, l'opérateur constitue, après une série d'essais préliminaires, trois positifs tirés sur un film spécial appelé film-matrice. On provoque sur ces émulsions un relief gélatineux. Les matrices sont immergées dans des solutions de couleurs diverses et ensuite déchargées successivement sur le papier transfert pour reconstituer l'image positive (c'est le principe de l'impression et du Technicolor).

LE FILM NÉGATIF EKTACOLOR

Nous avons parlé plus haut de l'économie de temps réalisée par l'emploi d'une émulsion négative en couleurs pour le tirage d'une image polychrome sur une surface à couches multiples. Il est évident que l'on aurait pu abréger considérablement la durée du procédé trichrome Kodak en usant d'une émulsion négative ; on aurait évité ainsi de passer par trois plaques négatives pour former les trois matrices positives ; en effet, si le film transparent en couleurs est négatif, il suffit de le reselectionner pour obtenir directement les trois matrices positives. Nous trouvons une solution de ce genre dans l'Ektacolor, film négatif pour le tirage indirect qui évite également de constituer des « masques » intermédiaires.

L'Ektacolor, en effet, est non seulement un film négatif à couches multiples, mais encore il contient le « masque » nécessaire à la correction des couleurs ; c'est ainsi qu'en partant d'une émulsion Ektacolor on obtient directement, par agrandissement, les trois matrices.

LA MISE EN COULEURS AVEC LE FLEXICHROME

Nous venons de passer en revue les diverses techniques de tirage direct et indirect ; il nous reste à envisager la troisième formule.

Le principe du Flexichrome est le suivant : il faut disposer d'un négatif monochrome de



● Soleil caché par les nuages, peu de rayons rouges, température de couleur élevée. Les vues tendent vers le bleu. Filtre jaune-orangé de la « série chaude ».



● En haute montagne (ou au bord de la mer), quand le ciel est très brillant, abondance de rayons ultraviolets. Ecran absorbant spécial dit « voile atmosphérique ».

qualité dont on procède à l'agrandissement sur un film spécial, le Flexichrome. Ce film est un film en creux, c'est-à-dire une émulsion dont la surface porte un relief gélatineux. Une fois l'agrandissement terminé, le film est reporté sur un papier transfert. On obtient alors une image positive comportant un relief de gélatine. Cette image sera ensuite mise en couleurs au moyen de produits spéciaux fournis par la maison Kodak.

En principe, le problème essentiel d'une mise en couleurs ordinaire réside dans la difficulté de respecter la brillance des hautes lumières tout en recouvrant l'image des colorants appropriés. Or, dans le cas du Flexichrome, l'émulsion ne « prend » la couleur qu'en fonction de l'intensité des ombres. On peut passer et repasser des colorants sur les zones de lumières sans que celles-ci s'en trouvent obscurcies. Ainsi, on ne fera jamais un noir d'un gris clair et inversement, les noirs de l'image ne pourront jamais être que très faiblement éclaircis.

L'application de la couleur sur une épreuve Flexichrome se fait d'une manière qui est automatique, proportionnellement à l'intensité des ombres ; autrement dit, la luminosité des hautes lumières est respectée et c'est ainsi que l'image conserve son aspect photographique.

L'usage du Flexichrome comporte de très nombreux avantages ; l'un des principaux réside dans la possibilité d'éliminer les parties de l'image qui sont inutiles ou indésirables. Le coloriste peut rectifier son travail, modifier les tons autant de fois qu'il le juge bon.

Le Flexichrome connaît de multiples applications ; outre sa commodité d'emploi due à la possibilité d'y apporter toutes les corrections voulues, il se prête bien au photomontage et aux truquages photographiques.

Il n'en demeure pas moins que la pratique du Flexichrome exige certaines précautions ; le temps de pose à l'agrandissement doit, notamment, être précis à 5 ou 10 % près et

la mise en couleurs ne peut être effectuée que par des spécialistes ayant reçu une formation particulière. Par ailleurs, seuls les négatifs de qualité donnent des résultats satisfaisants.

On peut aussi exécuter des Flexichromes à partir d'un positif transparent en couleurs d'après lequel on confectionne un négatif monochrome qui sert au transfert, tandis que la vue en couleurs guide le coloriste.

* * *

Pour nous résumer, nous dirons que le tirage sur papier est devenu une réalité ; les techniques relativement simples de négatifs en couleurs complémentaires que l'on tire sur un papier à couches multiples conviennent surtout aux travaux d'amateurs ; les procédés indirects, plus complexes, du Carbro, du tirage trichrome Kodak et du Flexichrome constituent à l'heure actuelle l'apanage des professionnels avertis.

Mais l'orientation réservée à la photographie dans un avenir assez proche ne fait aucun doute ; dès cette année, les amateurs pourront faire tirer leurs transparents sur papier pour un prix raisonnable ; en effet, plusieurs grandes marques équipent des laboratoires perfectionnés et spécialisés.

Les professionnels se réserveront de produire des vues en couleurs de classe grâce aux techniques plus délicates dont nous venons de parler.

Des perfectionnements à venir simplifieront les méthodes en cours jusqu'au moment où ces procédés ne comporteront pas plus de difficulté que n'en présente pour nous, à l'heure actuelle, la photographie monochrome.

Et voici ce que nous dirons en guise de conclusion : cette année, nous ferons des photographies en couleurs ; bientôt, dans peu d'années, nous ne ferons plus que des photographies en couleurs.

Marcel Natkin.

TECHNIQUES D'AVENIR du Cinéma

B IEN que souvent appelé « 7^e Art », le cinéma est avant tout un ensemble technique qui fait appel aux ressources les plus diverses de la mécanique, de l'optique, de la chimie, de l'acoustique, de l'électricité et de l'électronique ! Ce sont ses moyens techniques qui commandent ses modes d'expression artistique.

On s'en aperçoit aujourd'hui. La crise de désaffection du public vis-à-vis du cinéma ne traduit-elle pas une sorte de lassitude envers un spectacle qui n'a pas renouvelé ses attraits depuis l'apparition du « parlant » (1926-1928) et la diffusion progressive (quoique encore limitée) du film en couleurs ?

C'est en grande partie d'un nouveau technique que dépend l'avenir du cinéma ; et c'est en se plaçant du point de vue du spectacle cinématographique qu'il faut envisager le problème.

La recherche de solutions nouvelles doit être conduite en fonction de l'intérêt qu'elles présentent pour le public. Par ailleurs, il faut songer aux sujétions que peut imposer telle innovation au regard des équipements de projection dont sont munies les 100 000 salles du monde et dont le coût unitaire moyen est de 2 à 3 millions de francs.

Un **Congrès International de Technique du Cinéma** organisé récemment à Turin avait ainsi fort judicieusement choisi pour thème : « la Salle de Cinéma d'aujourd'hui et de demain ». Ayant présidé les séances de travail, nous en avons ainsi dégagé les résultats généraux :

« C'est au stade de la salle de projection que les inventions décisives, les innovations et les perfectionnements se présentent sous leur aspect définitif ; car il est relativement facile d'appliquer au stade de la réalisation des films et du tirage des copies tel procédé nouveau, telle méthode originale, tel mode de traitement plus ou moins complexe ; il ne s'agit alors que de la transformation de quelques appareils, de quelques locaux et de la mise en jeu de capitaux relativement restreints.

« Il n'en est plus de même dès qu'il s'agit

PRINCIPE DU CINÉMA PANORAMIQUE

LE procédé de cinéma panoramique récemment mis au point aux Etats-Unis sous le nom de « Cinerama » reprend les dispositions essentielles du « triple écran » français expérimenté dès 1927 par Abel Gance et les Ets Debrle. Les trois films composant le panorama sont projetés en synchronisme par trois projecteurs sur un vaste écran courbe où les images viennent se juxtaposer en occupant respectivement les emplacements E₁, E₂, E₃. La séparation entre les images est effacée par empiètement graduel. D'autre part, la reproduction sonore est assurée par six haut-parleurs à partir d'un enregistrement sextuple. Ce dernier est lu par un reproducteur spécial qui alimente respectivement deux haut-parleurs installés derrière l'écran courbe, deux haut-parleurs latéraux et deux haut-parleurs placés derrière les spectateurs. Etant donné sa largeur et sa courbure, l'écran, d'après les promoteurs de ce système, donne aux spectateurs une certaine impression de relief, renforcée par la disposition des haut-parleurs qui permet d'obtenir des effets « stéréophoniques ».

des théâtres cinématographiques : la moindre modification doit aussitôt s'appliquer à des milliers de salles pour chaque pays, à des dizaines de milliers pour chaque continent... et l'on se souvient encore de l'effort qu'a représenté la mise en œuvre du cinéma sonore, il y a de cela vingt-cinq ans.

« Aujourd'hui même, le besoin d'un nouveau technique se fait sentir plus ou moins confusément : ceci signifie qu'il va falloir choisir à bon escient les solutions valables les plus rationnelles, tout en maintenant l'effort de rénovation indispensable pour assurer le niveau de qualité et de confort auquel le spectateur a droit.

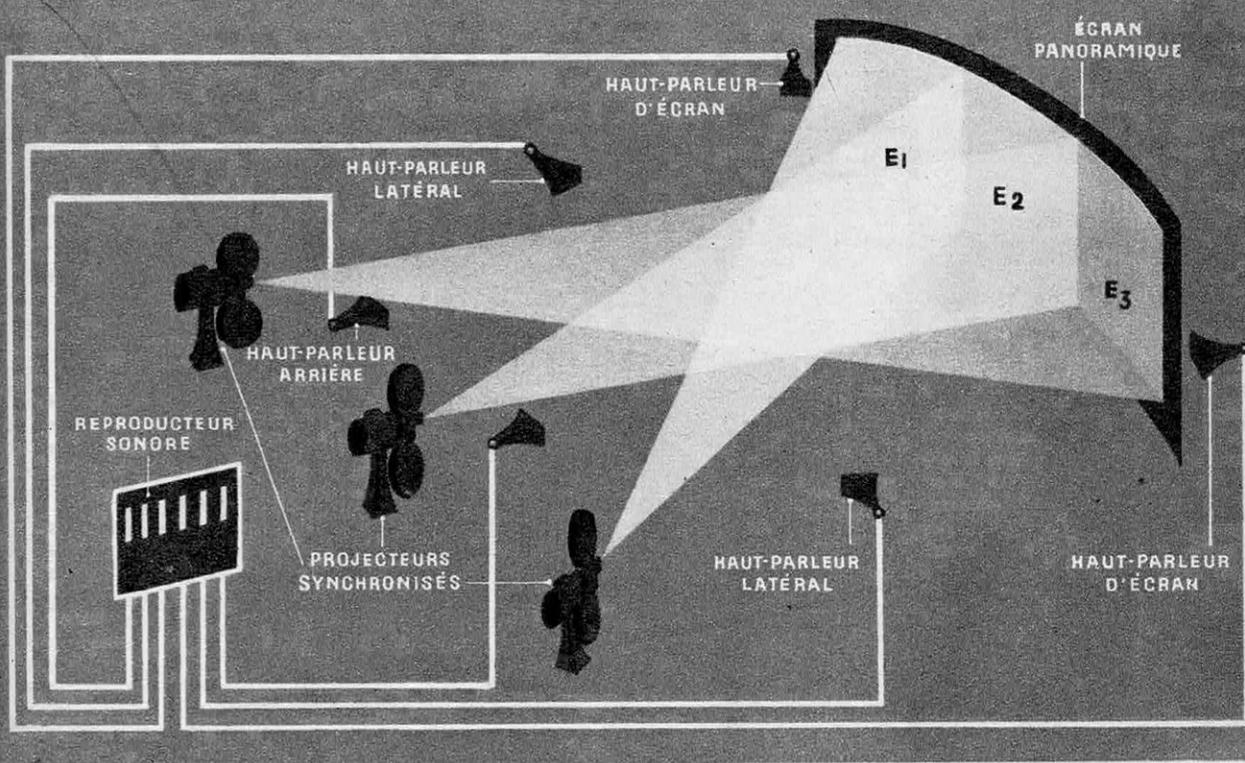
« Le Congrès a clos ses travaux ; il s'agit maintenant de poursuivre l'aboutissement des buts qu'il a précisés pour une évocation prochaine : **écran panoramique, son stéréophonique, télédiffusion, relief...** »

Ce sont ces possibilités techniques nouvelles que nous allons examiner succinctement.

L'ÉCRAN PANORAMIQUE

Tout Paris était déjà accouru en 1927 voir au Cinéma « Marivaux » le **triple écran** innové par Abel Gance, avec le concours des Ets A. Debrle, pour son film « Bonaparte » ; les difficultés d'utilisation d'un groupe de trois caméras à la prise de vues et d'un ensemble de trois projecteurs à la projection ne permirent pas à l'époque de reprendre cette réalisation.

Pourtant, sous le vocable de « Cinerama », un procédé identique vient de revoir le jour aux U.S.A. Faisant appel cette fois à un écran courbe, il proclame même sa préten-



tion de fournir au spectateur l'illusion du relief, rejoignant ainsi l'opinion que nous avons souvent énoncée en affirmant que **la restitution du champ naturel de vision binoculaire devrait précéder toute réalisation de relief**. On ne saurait cependant cacher que, même avec les moyens actuels, la solution du « Cinerama » reste lourde et onéreuse.

A la suite du « triple écran » de 1927, les recherches entreprises dans la voie du **film large** aboutirent moins de deux ans plus tard, chez Paramount, à ces remarquables images allongées enregistrées sur film 65 mm avec la caméra spécialement construite à cet effet aux Ets A. Debrie ; mais la nécessité d'un changement de format apparut rapidement prohibitive.

C'est dans ces conditions qu'un des plus éminents opticiens de notre époque, le professeur Chrétien, proposa l'emploi d'un dispositif optique additionnel — basé sur l'emploi d'une combinaison d'éléments cylindriques — pour parvenir au même allongement d'image (8×3) en conservant le film normal.

L'Exposition Internationale de Paris 1937 devait nous permettre d'en apprécier les possibilités sur l'immense écran de 60×10 mètres du Pavillon de la Lumière, quoiqu'on ait légèrement extrapolé les possibilités de projection de l'époque et rencontré de ce fait diverses difficultés ; mais la réalisation demeure : des images panoramiques furent vues dans leur grandiose plénitude, sans que toutefois les milieux du cinéma aient paru s'intéresser à cette réalisation d'autant plus valable qu'elle ne fait appel qu'à un minimum de transformations :

— un système additionnel devant l'objectif de la caméra de prise de vues ;

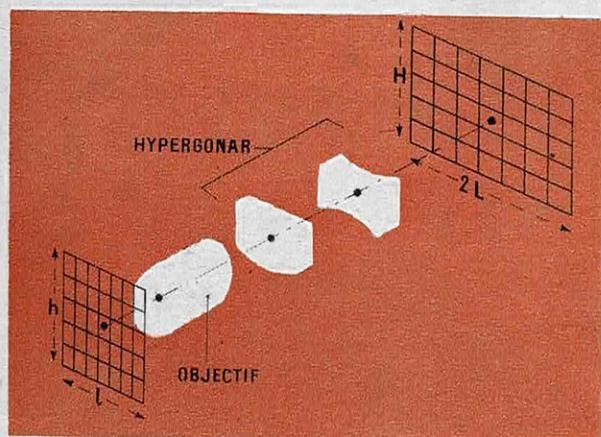
— deux éléments « Hypergonar » montés sur les objectifs de projection ;

— un écran de largeur double.

Cependant, quand l'architecte Gridaine conçut son Palais des Festivals de Cannes, il en dessina les plans en fonction de l'implantation d'un **écran panoramique doté d'une légère courbure**, écran qui est actuellement en place sur son armature de poutrelles métalliques ; un projet fut même élaboré en vue d'inaugurer ce Palais avec un film panoramique en couleurs faisant appel aux ressources du son stéréophonique. Qu'une occasion favorable ait été ainsi manquée ne doit pas pour autant nous faire abandonner l'espoir d'une mise en œuvre prochaine dans une salle ; il suffira seulement qu'un producteur comprenne l'intérêt du procédé, qu'un réalisateur étudie les règles de composition de l'image panoramique, et que les directeurs de théâtre réalisent l'adaptation de l'écran en largeur à leurs salles. De récentes démonstrations, dont celle effectuée à la salle « Al Valentino » de Turin, parviendront peut-être à vaincre les inerties inexplicables rencontrées jusqu'à présent.

LE SON STEREOPHONIQUE

L'écran panoramique apparaît d'ailleurs comme la condition essentielle de mise en œuvre du son stéréophonique : à quoi servirait en effet de vouloir communiquer au spectateur une sensation de déplacement ou de multiplicité des sources d'émission sonore dans le cadre étriqué des projections actuelles ?



La stéréophonie a par ailleurs toujours été considérée en association avec les techniques permettant de réaliser une **dynamique** (1) plus étendue et on ne peut que s'en féliciter : malheureusement, les solutions capables d'assurer un tel résultat se sont révélées coûteuses et complexes, tant qu'il a fallu s'en tenir à l'enregistrement photographique.

Or l'**enregistrement magnétique** réalise de lui-même un accroissement notable de la dynamique qui peut suffire amplement pour une première étape ; par ailleurs, on sait avec quelle facilité **il est possible d'inscrire plusieurs pistes sur la même bande magnétique**, et également d'assurer leur reproduction ; la mise au point de ces techniques est acquise, et la seule sujétion que pose dès lors l'application de la stéréophonie au film est celle d'un défilement synchrone séparé de la bande sonore : on conviendra qu'elle est minime.

D'ailleurs la mise en exploitation du film à images panoramiques avec son stéréophonie peut se concevoir suivant un processus qui serait de nature à faciliter son introduction sur le marché ; il serait en effet normal — au moins pour une période de démarrage — de réserver la présentation du nouveau spectacle aux salles d'exclusivité ; l'exploitation générale du film pourrait ensuite être assurée avec des copies normales, dont les images seraient tirées par anamorphose des vues panoramiques et les sons enregistrés à partir des éléments de la bande magnétique stéréophonique.

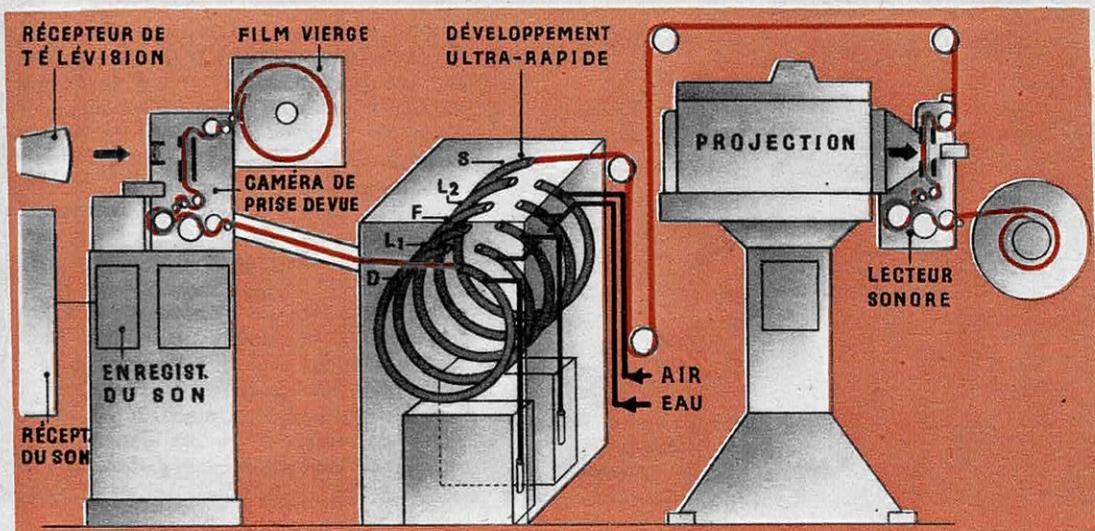
Ainsi l'effort d'équipement ne serait exigé au départ que des théâtres bénéficiant de tarifs nettement plus élevés que ceux de la moyenne des salles.

LA TÉLÉDIFFUSION

Or voici que l'on envisage très sérieusement de mettre à profit les ressources de la transmission des images par voie hertzienne pour modifier les conditions d'exploitation des salles moyennes.

(1) On désigne par ce terme l'écart obtenu entre le niveau sonore le plus faible et le niveau le plus élevé que permet le procédé de restitution.

● Le système « Hypergonar » du Professeur Chrétien comprend essentiellement deux éléments cylindriques à génératrices verticales placés devant l'objectif de l'appareil de prise de vues. Le champ (h, l) de l'image correspond à un champ réel dont les proportions sont doubles en largeur (H, 2L). Un quadrillage carré donne sur la pellicule un quadrillage rectangulaire. Le processus de projection se présente de façon absolument identique et l'image enregistrée avec sa compression en largeur (photo 2) est restituée avec ses proportions normales sous forme d'une vue panoramique (photo 3), englobant un champ de largeur double de celle des vues normales (photo 1).



● Le « mariage » cinéma-télévision : une caméra enregistre les images sur l'écran d'un récepteur de télévision ; le film est développé, lavé, fixé, lavé, séché et projeté aussitôt dans la salle. Tout est automatique et

le délai est réduit à moins d'une minute grâce à la technique du développement rapide à 45/50° C, telle qu'elle est appliquée dans l'équipement Radio-Industrie-Debie qui est représenté sur le schéma ci-dessus.

L'idée est économiquement valable et susceptible d'accroître la diffusion rurale du cinéma ; sa réalisation ne fait appel qu'à des moyens techniques déjà éprouvés ; elle consiste essentiellement à **assurer l'émission télévisée du film lors de sa projection dans la grande salle d'un centre provincial** et à diriger cette émission par faisceaux hertziens sur les antennes de réception des salles rurales réparties autour du centre. La puissance mise en jeu pour ces émissions dirigées reste faible et l'exclusivité de la diffusion est assurée : la seule sujétion est évidemment celle de la vue directe entre les antennes d'émission et de réception, mais cette condition ne pose pas de difficultés dans la grande majorité des pays de plaine ou de faible relief.

Voici certainement un aspect des rapports cinéma-télévision que l'on n'a pas l'habitude de considérer ; on parle plus couramment des possibilités de **projection sur les écrans des salles des émissions de la télévision**. Des essais très intéressants ont déjà permis de juger des résultats des trois procédés principaux actuellement utilisables :

- projection directe des images formées sur l'écran fluorescent d'un tube cathodique au moyen d'un système optique à miroir concave et lame correctrice (système de Schmidt) ;

- projection par modulation du flux d'une source de lumière (lampe à arc) au travers de la couche à accumulation contrôlée d'un système « Eidophor » ou de la cellule à ultrasons d'un système « Scophony » ;

- projection différée d'un film 35 ou 16 mm sur lequel ont été enregistrées les

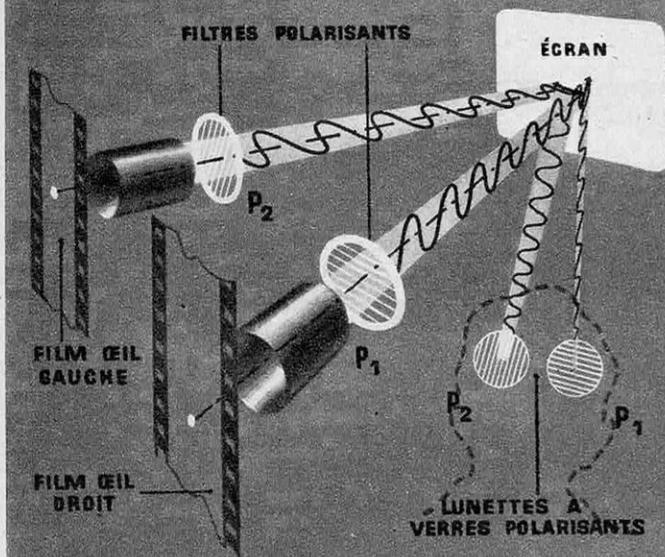
images télévisées, le développement étant conduit à la cadence même de prise de vues en un temps réduit (environ 1 à 2 minutes).

De récents exemples ont permis de juger des qualités techniques et pratiques de ces procédés.

Nous citerons plus particulièrement les projections entreprises au cours de l'année 1951 en exploitation régulière à la salle du Telekinema de Londres ; l'équipement Cintel à optique de Schmidt avec tube cathodique alimenté sous 50 000 V y assurait dans les meilleures conditions de définition, de stabilité et de brillance la projection sur un écran de près de 5 mètres de largeur.

Dans la catégorie des systèmes à film intermédiaire, le public parisien a connu il y a un an, au « Cinéma Madeleine », les premiers résultats d'exploitation de l'équipement Radio-Industrie-Debie fonctionnant avec film 16 mm et projetant sur l'écran normal de la salle le programme diffusé par la Télévision Française.

L'équipement américain Paramount, de conception analogue et utilisant le film 35 mm, a été en service au Palais de Chaillot (O.N.U.) dans un but différent : on y mettait à profit la sensibilité plus élevée du processus de prise de vues en télévision (par rapport au cinéma) pour effectuer le reportage des réunions dans les conditions normales d'éclairage ; en outre, par l'utilisation simultanée de deux caméras braquées sous des points de vues différents, il était possible de procéder directement au « montage » des scènes successives, et d'enregistrer ainsi le film sous sa forme de présentation définitive.



DEUX SOLUTIONS AU PROBLÈME

VOICI le schéma de principe d'un système faisant appel à la lumière polarisée. Les vues gauche et droite du couple stéréoscopique sont projetées en superposition sur l'écran à travers deux écrans polarisants dont les axes de polarisation sont orientés à angle droit l'un par rapport à l'autre. Le spectateur est assujéti à porter une paire de lunettes comportant deux écrans identiques; l'œil droit ne peut voir que l'image droite car son écran arrête la lumière qui a traversé l'écran de projection à axe croisé; de même l'œil gauche ne peut voir que l'image gauche. La position du spectateur par rapport à l'écran est absolument indifférente; il doit seulement veiller à ne pas donner à sa tête une inclinaison latérale excessive.

LE RELIEF

Si l'on excepte le **cinéma olfactif** — qui a déjà donné lieu à d'extravagantes anticipations — la restitution du relief apparaît bien comme le terme ultime des perfectionnements techniques du cinéma.

N'en déplaise aux amateurs de nouvelles sensationnelles, il ne nous apparaît pas prudent d'annoncer dans un délai assez proche la vulgarisation du cinéma en relief : nous en sommes au stade expérimental et il nous faudra considérer encore pour quelques années le relief comme une attraction d'un caractère exceptionnel ; il est même certain qu'en raison du grand nombre d'individus ne présentant pas une vision binoculaire normale, le cinéma en relief restera en définitive inconnu d'une certaine minorité.

Sur la base indispensable de la **restitution stéréoscopique**, (qui constitue — malgré certaines affirmations gratuites — l'un des éléments primordiaux de la sensation de relief), les solutions proposées se présentent en deux groupes distincts, selon que le procédé de restitution exige le port de **sélecteurs individuels** (sous forme de lunettes) ou assure au contraire une vision directe au travers d'un **sélecteur collectif**.

Au premier groupe appartiennent les systèmes démontrés successivement en Allemagne (1938), aux Etats-Unis (1939) et à Londres (1951), mettant en œuvre les propriétés de polarisation de la lumière.

Au second groupe se rattachent le système soviétique Ivanow à trame fixe en exploitation à Moscou depuis 1945 et le système français Savoye à grille rotative dont des modèles réduits ont fonctionné à diverses reprises.

Ces deux ordres de solutions présentent encore des inconvénients d'utilisation sur le plan pratique : si la projection en lumière polarisée ne pose pas de difficultés et s'adapte

immédiatement aux équipements des salles existantes, par contre l'obligation du port des lunettes est considérée comme une gêne par certains spectateurs. De leur côté, les systèmes à vision collective entraînent l'installation d'un dispositif sélecteur assez coûteux, l'implantation spéciale des sièges, enfin, l'immobilité relative des têtes qui peut apparaître comparativement plus gênante que l'emploi de lunettes.

En fait, on connaît le principe des solutions qui pallieraient la plupart des inconvénients précédents : c'est ainsi que l'emploi d'un écran à gaufrages lignés concurremment avec l'enregistrement d'images composites à points de vues multiples apporterait au cinéma tous les avantages acquis sur les « reliégraphies » de Bonnet, en particulier une plus grande liberté dans les mouvements de tête et la sensation intéressante du déplacement perspectif des plans ; mais les possibilités de réalisation apparaissent encore assez lointaines.

RÉFLEXION FAITE...

Ce n'est pas le hasard qui nous fait placer en tête du paragraphe réservé à un essai de conclusion, le titre même du dernier livre de René Clair.

L'éminent cinéaste qui a toujours soutenu la **suprématie de l'image** dans le spectacle cinématographique, n'écrit-il pas :

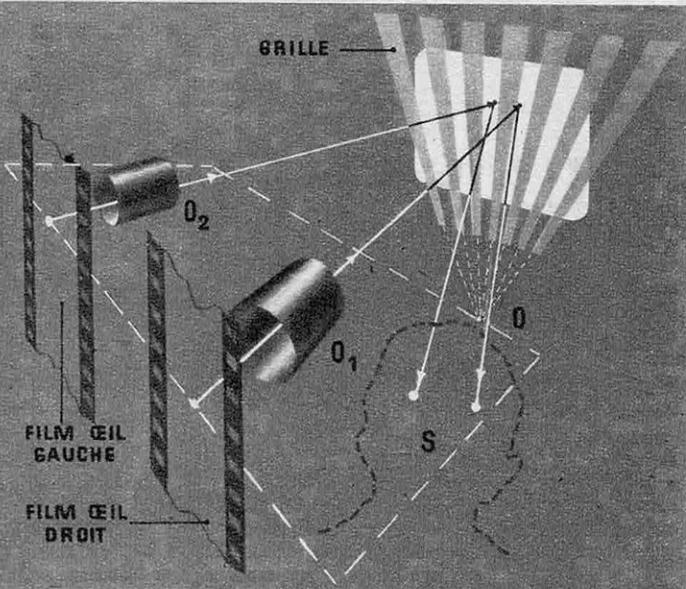
« Nul ne regrette que le son ait été ajouté à l'image... On ne déplore que l'usage arbitraire qui en a été fait... »

« Si l'on peut se permettre un vœu rétrospectif, disons qu'il eût été souhaitable que les progrès techniques du cinéma se fussent produits dans l'ordre suivant : le relief d'abord, ensuite la couleur, enfin le son et la parole... »

Nous essaierons donc de mettre en harmonie ces vœux justifiés avec les possibilités techniques dont nous venons d'esquisser les grandes lignes.

E DE LA PROJECTION EN RELIEF

DANS le cas d'un système à trame (fixe ou mobile), les images droite et gauche sont encore projetées en superposition sur l'écran, mais celui-ci est précédé d'une grille à éléments alternativement opaques et transparents. Les lois de la perspective imposent pratiquement d'avoir recours à une grille convergente, dont le point de convergence doit se trouver dans le plan des yeux des spectateurs; les objectifs de projection doivent également se trouver dans ce plan. En outre, les spectateurs doivent être alignés sur le point de convergence de la grille, leurs yeux occupant les positions où les images droite et gauche se conjuguent parfaitement; les spectateurs sont donc astreints à conserver la tête verticale et une certaine immobilité.



Ce sera d'abord pour affirmer que dans l'ordre normal d'évolution, la projection panoramique doit précéder le relief; en effet, dans cette recherche en vue de la restitution de la sensation d'espace, il nous paraît indispensable de réaliser en tout premier lieu l'élément primordial de cette sensation, savoir l'effet d'ambiance que procure le large champ de la vision normale.

Les moyens techniques étant dès maintenant à notre disposition, il importe que l'on étudie au plus vite les possibilités artistiques nouvelles qu'offre l'écran panoramique, à la fois dans les effets de composition qu'offre l'ampleur de son cadrage, et dans les effets de transition qui peuvent être ménagés sur des cadrages intermédiaires.

En même temps, il convient d'inaugurer la période d'essais indispensables aux recherches sur le relief, avec les moyens techniques même imparfaits dont on dispose à l'heure actuelle.

La création d'une salle expérimentale se révèle absolument nécessaire, suivant l'exemple que nous ont déjà indiqué l'U. R. S. S. et l'Angleterre.

C'est en effet dans le seul cadre de cette expérimentation, au contact direct du public que le cinéma en relief pourra trouver son esthétique propre.

Les remarquables films stéréoscopiques « dessinés », projetés au récent Festival de Grande-Bretagne, montrent bien que — en dépit de certaines affirmations — le cinéma est encore capable de créations dignes d'intérêt et pleines de promesses.

Concernant le son stéréophonique, il semble inutile de soutenir la mise en œuvre par un effort particulier, le relief sonore apparaissant comme le complément normal de la vision panoramique et du relief visuel.

On le voit, notre conclusion sur les possibilités d'avenir du cinéma est loin d'être pessimiste, ... d'autant qu'il n'est pas impos-

sible de prévoir également certaines évolutions dans des domaines techniques considérés jusqu'ici comme définitivement acquis. Nous citerons par exemple la recherche de la projection continue à enchaînement d'images qui libérerait le spectacle cinématographique de l'effet pénible de scintillement et autoriserait un accroissement de brillance sur les écrans.

Nous citerons aussi les possibilités qui — sur le plan optique — permettront peut-être de remettre en pratique le remarquable procédé de projection additive en couleurs par film gaufré (procédé Berthon), grâce auquel un progrès fondamental serait accompli dans la qualité de reproduction des couleurs.

Sans doute la mise à disposition de nouvelles ressources techniques entraînerait-elle aux mêmes erreurs, aux mêmes abus auxquels a donné lieu l'invention du film parlant; et il serait vain d'espérer que l'on tirât profit de l'expérience précédente pour nous épargner les « déplorables utilisations » qu'on n'a pas manqué de faire en particulier sur les deux ou trois bandes expérimentales de films en relief.

Cependant, de même que nous avons connu certaines réussites dues à une habile conjugaison de l'image et du son, de même avon-nous pu déjà apprécier l'intérêt résultant de l'apport du relief au dessin cinématographique.

Aussi devons-nous souhaiter que l'on sache au plus tôt assurer la mise en œuvre des possibilités d'avenir du cinéma, auquel les techniques de la télévision apporteront par ailleurs des ressources accrues tant pour la production que pour la diffusion des films.

Jean Vivié

Ingénieur Civil des Mines

Professeur à l'École Technique du Cinéma

LES EFFETS SPÉCIAUX

PHOTOGRAPHIE DANS L'INVISIBLE

ON pense généralement que la photographie est un reflet fidèle de la vérité. Bien au contraire, elle permet dans une très large mesure, non seulement l'interprétation, mais encore la falsification.

En voici un exemple. Supposons que nous photographions une fleur rouge sur un fond de verdure. Plaçons devant l'objectif un filtre rouge : la fleur ressortira très claire sur un fond plus foncé.

Dans cette voie, il est aujourd'hui facile d'aller bien plus avant, puisque nous savons réaliser des photographies dans l'ultraviolet et dans l'infrarouge.

En utilisant des plaques ordinaires et un filtre noir de Wood, nous réalisons une photographie ultraviolette.

De même, en utilisant des plaques spéciales, sensibilisées à l'infrarouge, et un filtre rubis foncé ou infrarouge (noir au Manganal), nous réalisons une photographie infrarouge.

Pour aller plus avant dans l'infrarouge ou l'ultraviolet, des techniques plus particulières sont évidemment nécessaires, mais les procédés que nous venons d'indiquer, faciles à mettre en œuvre par tous, fournissent déjà des résultats des plus attrayants.

Grâce à la photographie dans l'invisible, en effet, les objets qui nous environnent peuvent prendre un aspect nouveau.

Photographions, par exemple, un pommier chargé de fruits. En infrarouge, fruits et feuilles apparaissent blancs. Mais le ciel noir laisse ressortir nettement les nuages. En ultraviolet, au contraire, toute la végétation apparaît sombre. Le ciel est uniformément clair ; les nuages disparaissent.

En cinématographie il est possible d'obtenir de véritables truquages. Une scène de ski sur champ de neige sera obtenue sur une verte pelouse, par beau soleil, en opérant en infrarouge.

Les photographies dans l'ultraviolet et dans l'infrarouge ne présentent pas seulement un divertissement pour le photographe. Elles permettent aussi maintes études au service de la biologie, de l'expertise...

Dans les laboratoires, c'est surtout à des sources artificielles que l'on aura recours. Il est également possible de réaliser de curieuses images en couleur des aspects invisibles des objets qui nous entourent.

Ainsi prenons trois vues d'un même sujet, dans l'ultraviolet court (2 537 Å°), dans l'ultraviolet moyen (3 100 Å°), dans l'ultraviolet proche (3 600 Å°.)

Ces trois zones correspondent à des raies ou groupes de raies du mercure, et peuvent être isolées par des filtres spéciaux.

Les vues dans l'ultraviolet moyen et court sont prises au moyen d'optiques de quartz ou en sténopé (simple chambre noire à trou très fin).

Colorons chaque photographie dans une couleur de base de la trichromie et superposons-les. Nous aurons transposé un aspect



coloré invisible à l'œil.

Un procédé similaire consiste à prendre une série de trois photographies : une dans l'ultraviolet proche (3 600 Å°), une en lumière blanche, une dans l'infrarouge (8 000 Å° environ).

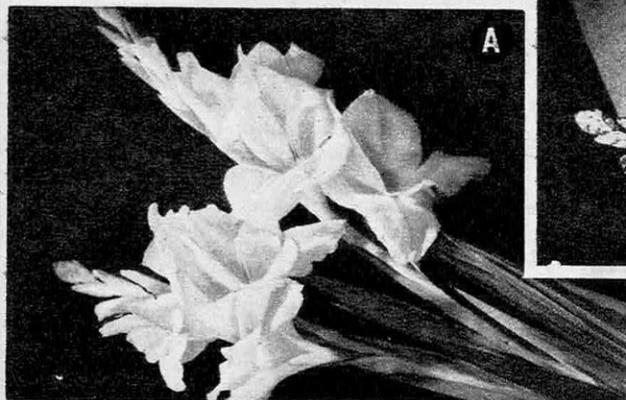
La première sera colorée en violet-bleu, la deuxième en vert, la troisième en rouge.

En superposant les trois vues, on obtiendra ce que verrait notre œil s'il avait une sensibilité nettement élargie, allant de 3 000 à 8 000 Å° au lieu de 4 000 à 7 200. Cet élargissement peut nous montrer des aspects nouveaux fort instructifs.

La photographie dans l'invisible peut constituer ainsi un moyen très complet d'investigation et d'identification, notamment en criminologie et pour l'expertise des documents et des tableaux.

On désire assez souvent prendre des images dans l'obscurité, à l'insu des sujets photographiés. Il s'agira, par exemple, sur le plan pédagogique et psychotechnique,

A En ultraviolet, des glaïeuls clairs posés sur un tissu brun paraissent parfaitement noirs. Le tissu par contre réfléchit une partie des radiations.



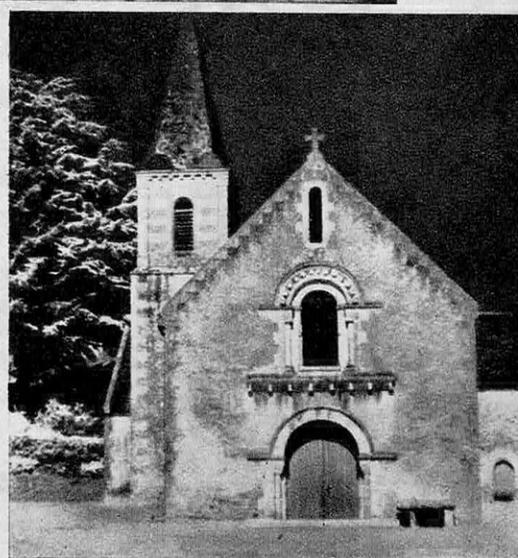
(Photos G. Tendron.)

B L'infrarouge pénètre la brume atmosphérique et précise les lointains de ce paysage de montagne. Sur la prairie, au premier plan, effet de neige.



(Photos J. Porchez.)

C La seconde photo de cette église prise sous le même éclairage que la première, mais avec un filtre infrarouge, rend un effet de clair de lune.



(Photos M. Déribéré.)

d'examiner des enfants regardant une projection cinématographique ou d'étudier des animaux opérant dans l'obscurité.

Jusqu'ici c'est à l'infrarouge invisible que l'on a fait appel pour de telles techniques. Des lanternes à lampes infrarouges avec filtres Manganal permettent d'opérer en pleine obscurité avec des poses d'une durée de 5 à 10 s.

Le fait de poser est évidemment gênant. L'emploi de lampes plus puissantes (phares de 1 kW) permet des instantanés mais nécessite une installation spéciale.

Des lampes flash infrarouges existent sur le marché américain mais ne sont pas disponibles en France. Pourtant on peut fort bien utiliser des photo-flash ordinaires, logées dans un réflecteur fermé par un filtre.

Lanternes et flash infrarouge ne sont pas totalement invisibles et s'accompagnent d'une lueur rougeâtre.

Par contre, il est possible d'opérer dans l'ultraviolet à l'aide de lampes à éclats élec-

TRUQUAGES AU CINÉMA

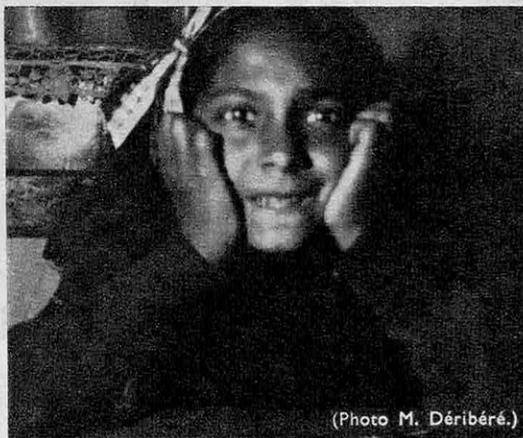
Les truquages peuvent être pratiqués soit en cours de prises de vues, soit au tirage. Nous n'envisagerons dans ce qui suit que ceux qui sont à la portée de tout cinéaste, donc ceux parmi les plus classiques réalisés au cours de la prise de vues.

Le plus simple est le ralenti ou l'accélééré. La projection des images se faisant à l'écran à une vitesse uniforme, il suffit d'accélérer ou de ralentir la vitesse de prise de vues.

L'effet de ralenti n'est nettement perçu que lorsque la fréquence de prise de vue atteint 4 à 5 fois la fréquence normale. Le grand ralenti est obtenu à 8 fois cette fréquence. Des fréquences beaucoup plus élevées ne sont réalisables qu'avec des dispositifs spéciaux.

Pour l'accélééré, il n'y a aucune limite à la réduction de la fréquence à la prise de vues. On peut enregistrer une ou deux images à la seconde et restituer ainsi à l'écran en quelques secondes un lever de soleil ou le déplacement des nuages. Si l'on adopte la fréquence d'une image toutes les minutes ou toutes les dix minutes, il sera possible de suivre sur l'écran l'éclosion d'une fleur, la croissance d'une plante, etc.

L'effet de mouvement inverse sera obtenu en effectuant la prise de vues après avoir fait tourner la caméra de 180° autour de son axe optique. Autrement dit, la caméra sera placée comme si le pied sur lequel elle se trouve fixée normalement pendait au plafond au lieu d'être sur le sol. La partie du film



(Photo M. Dérivé.)

● Prise de vue en ultraviolet réalisée dans l'obscurité au moyen d'un flash électronique avec verre de Wood. Le visage paraît noir.

ironiques, qui donnent une forte proportion de radiations ultraviolettes. Disposées dans un petit réflecteur dont la face libre reçoit un filtre de Wood, elles fournissent un éclair très peu visible (bien moins que celui du flash infrarouge).

Un visage humain est d'un blanc transparent dans l'infrarouge et au contraire noirâtre dans l'ultraviolet. Mais cette modification des valeurs de l'image n'empêche aucunement d'observer la physionomie et les réactions du personnage.

M. Dérivé.

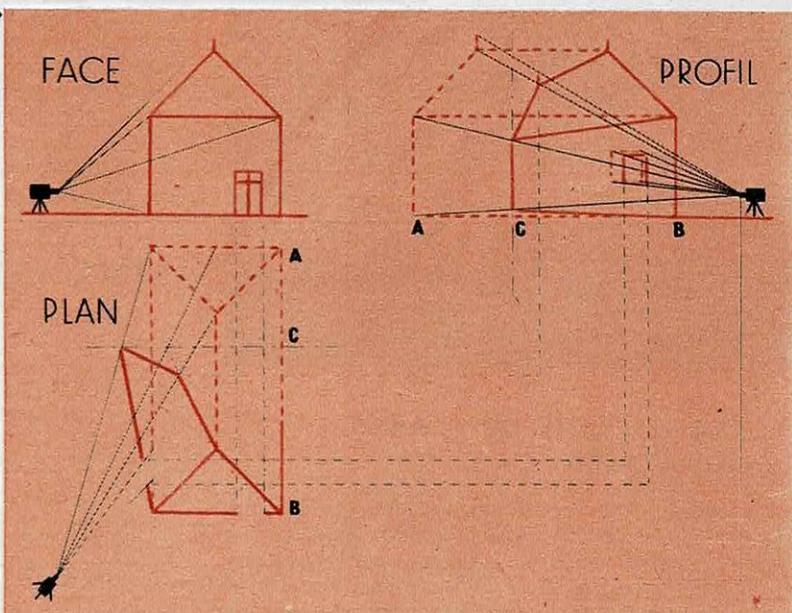


● Cet effet de cauchemar ou d'hallucination a été réalisé par la superposition de deux impressions.



● Le film est passé trois fois dans la caméra pour obtenir la juxtaposition de ces trois impressions.

Une maquette doit être exécutée avec une profondeur réduite CB (en trait plein) afin de rétablir un effet de perspective réelle. En pointillés, la maquette avec sa profondeur normale AB.



ainsi enregistrée est passée dans le projecteur, inversée bout pour bout.

Ce procédé peut rendre de grands services. Par exemple, un travelling en arrière sera remplacé par un travelling en avant, la rencontre d'un piéton et d'une voiture pourra se tourner sans danger, etc.

IMPRESSIONS MULTIPLES ET SURIMPRESSIONS

Le cas le plus simple d'impressions multiples est celui de la « double impression » dans lequel la surface totale de l'image est impressionnée en deux fois, mais en parties juxtaposées.

Pour la réaliser, on place devant l'objectif un cache obturant partiellement le champ utile et la première prise de vues est ainsi faite ; après remontage du film dans la caméra on procède à la deuxième prise de vues, l'objectif étant obturé par un nouveau cache (appelé contre-cache) couvrant exactement la partie restée libre à la première impression.

Ce procédé permet de présenter à l'écran la juxtaposition de deux plans différents.

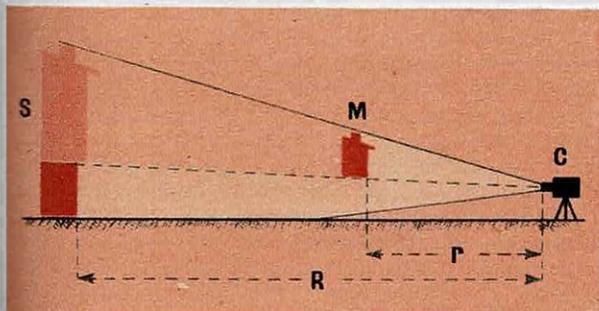
Par exemple, dans une partie de l'écran on verra une personne s'éloignant lentement tandis que simultanément, dans l'autre partie, une autre personne (ou la même) arrive en courant. Ou bien encore, l'écran divisé en deux parties inégales représente dans la petite le gros plan d'une main actionnant les volants ou leviers de manœuvre d'une

locomotive, dans la plus grande une vue générale du paysage qui défile, etc.

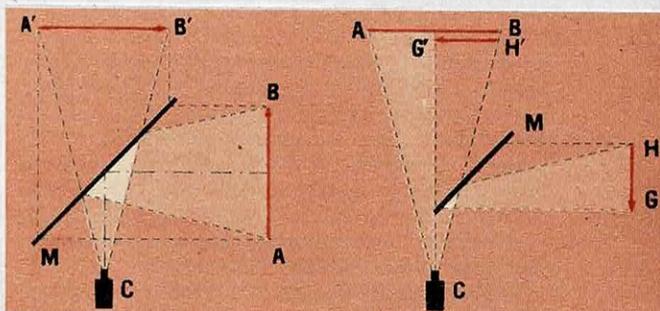
On peut donner à l'écran l'impression d'une disparition progressive de l'acteur en le faisant déplacer, au cours de la première impression, de telle façon que son image se trouve coupée progressivement par le cache fixé devant l'objectif. La deuxième impression sera évidemment faite sans acteur en utilisant le contre-cache.

Lorsque le spectateur voit à l'écran se superposer un sujet principal d'une façon plus ou moins accentuée, plus ou moins précise, à d'autres images, il a été procédé à la prise de vues à une « surimpression ».

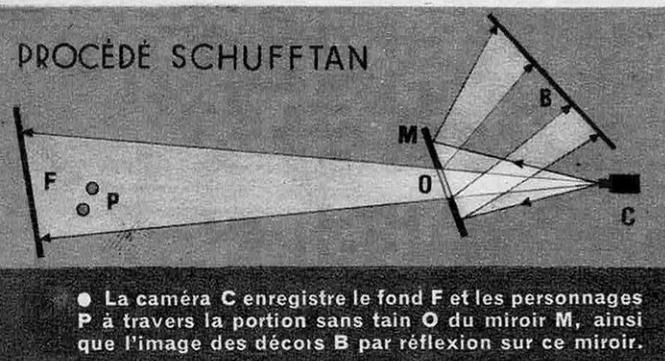
La surimpression qui est utilisée dans les scènes de rappel, de souvenir, de vision, etc., est obtenue en faisant défiler une deuxième fois dans la caméra le film qui a déjà reçu une première impression, puis une troisième ou quatrième fois s'il y a lieu.



● Pour éviter la construction du décor en grandeur réelle S, la caméra étant placée en C, la maquette M de ce décor devra être réduite dans le rapport r/R .



● Au moyen du miroir M, la caméra C enregistre à gauche l'image A' B' du sujet AB, à droite l'image H' G' du sujet HG à côté de la partie AG' du sujet AB.

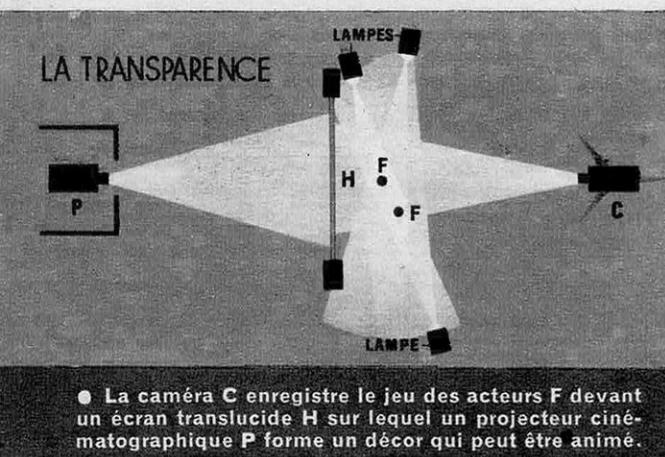


TRANSITIONS DE PLANS OU SÉQUENCES

Dans un film qui n'est constitué en fait que par une suite de plans se succédant à l'écran à un rythme déterminé, on est conduit à varier le mode de transition de ces plans, ou encore à parfaire leur liaison, ou au contraire à les séparer plus nettement.

Différents procédés mécaniques sont utilisés à ces fins. Parmi eux signalons « le fondu » et le « fondu enchaîné ».

Lorsque le spectateur voit sur l'écran une scène apparaître progressivement à partir du noir jusqu'à sa valeur normale, ou inver-



sement finir progressivement au noir, l'opérateur a effectué, dans le sens de l'apparition, une ouverture en fondu, dans celui de la disparition, une fermeture en fondu.

Pour la réalisation de ces effets, il suffit de faire varier progressivement soit l'ouverture du diaphragme de l'objectif, soit celle de l'obturateur, soit enfin de déplacer un écran dégradé placé devant l'objectif.

En combinant les deux fondus, l'un en fermeture, l'autre en ouverture, après avoir remonté le film dans la caméra, on réalise un « fondu enchaîné ». Le spectateur voit ainsi à la projection, en fin d'une scène,

celle-ci disparaître lentement en noircissant, laissant place à la scène suivante qui, elle se précise petit à petit en se superposant à la précédente pour, en fin de compte, la remplacer définitivement.

Des effets du même ordre seront obtenus en déplaçant devant l'objectif soit des volets aux contours plus ou moins variés, soit un simple rideau.

MODÈLES ET MAQUETTES

Le scénario d'un film peut exiger la présentation de certaines scènes qu'il est matériellement impossible de tourner sur le vif et que seule l'utilisation de la maquette, d'ailleurs le plus souvent combinée avec d'autres procédés, permet de réaliser.

L'image photographique d'un modèle réduit sera identique à celle du sujet réel lorsque les prises de vues seront faites dans des conditions et sur des objets homologues.

On est ainsi conduit à se fixer un rapport de réduction et la maquette est construite avec des dimensions égales à celles de l'objet qu'elle représente multipliées par le rapport de réduction. Puis la maquette est filmée à la distance qui aurait été adoptée sur le sujet en grandeur naturelle, multipliée par le rapport de réduction adopté.

La distance de la caméra à la maquette devient ainsi faible et il est souvent impossible de placer à la fois l'avant-plan et l'arrière-plan de la maquette dans l'intervalle de champ net de l'objectif.

Ainsi est-on conduit à construire une maquette comprimée dans sa profondeur. Pour rétablir la perspective de l'image enregistrée, on est amené à donner certaines déformations à la maquette.

Pour fixer les idées, la figure page 61 représente le tracé d'une maquette très simple comprimée dans sa profondeur. Il reste évident que ce tracé n'est valable que pour le seul point de vue que l'on s'est fixé.

La maquette peut encore être utilisée en raccord sur un sujet ou décor en grandeur naturelle. Elle permet ainsi de modifier l'aspect ou l'étendue du sujet naturel.

Mais comme précédemment il faut que maquette et sujet se trouvent dans l'intervalle de champ net de l'objectif. Cette considération interdit pratiquement l'adoption d'une maquette suffisamment petite pour qu'elle puisse être économiquement fabriquée. Nous verrons dans la suite différents procédés permettant de tourner cette difficulté.

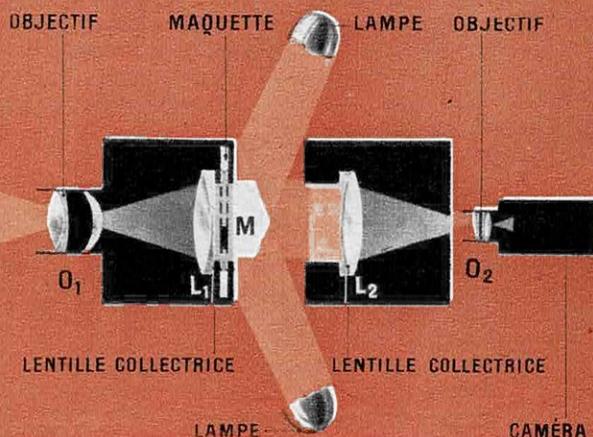
S'il y a dans la maquette un objet en mouvement, il faudra que sa vitesse soit réduite dans le même rapport que celui adopté pour la réduction de ses dimensions. Ce sera là souvent une grosse difficulté.

Dans la majeure partie des cas, on sera conduit à prendre une fréquence de prise de vues supérieure à la fréquence normale car on ne sera pas maître de réduire la vitesse des mouvements dans la proportion voulue.



● Dans le Simplifilm, on forme du sujet AB, à l'aide de l'objectif O_1 , une image aérienne réduite dans le plan de la maquette découpée M. Les lentilles L_1 et L_2 ont pour mission de rabattre sur O_2 tous les rayons de l'image aérienne qui seraient perdus pour cet objectif. La mise au point doit donc se faire directement sur M. Dans un modèle pour amateur, une lentille supplémentaire rejette les images à l'infini sur lequel le réglage de la caméra est fait une fois pour toutes. Ci-dessus, une scène telle qu'elle a été tournée dans la réalité (à gauche) et telle que le film l'enregistre dans le décor truqué (à droite).

SUJET



Par exemple, s'il s'agit d'un modèle réduit de bateau se déplaçant dans un petit bassin, on conçoit facilement que l'on puisse régler à la vitesse voulue le déplacement du bateau alors qu'il est impossible de réduire la vitesse du mouvement des rides de l'eau. On n'y parviendra dans des limites acceptables que pour un enregistrement d'au moins huit fois la fréquence normale.

Pour le cas de la chute d'une machine (locomotive, voiture) dans le cadre d'une maquette, il est nécessaire que le temps de chute du modèle réduit soit égal à celui de l'objet réel. Pour établir cette égalité à l'écran, la prise de vue sera portée à l'accélééré.

L'emploi de la maquette se justifiera encore mieux dans la représentation du fantastique et de l'irréel. Nous pourrions nous jouer des lois de la pesanteur et de celles de la résistance des matériaux. La forme des choses, la répartition de leurs masses, les lois de la perspective ne seront plus que question d'imagination. L'effet sera appuyé par l'angle de prise de vue (plongée, contre-plongée) ainsi que par les jeux de lumière.

DISPOSITIFS OPTIQUES SPÉCIAUX

Nous allons maintenant passer rapidement en revue les principaux effets utilisables en interposant entre le sujet et l'objectif des dispositifs optiques plus ou moins complexes.

Le plus simple sera constitué par un miroir plan.

Les figures pages 61 et 62 schématisent quelques dispositions types. On jugera facilement des effets qui peuvent être obtenus par simple mouvement de rotation partielle ou de balancement de miroirs.

Si l'on veut multiplier à l'infini certaines parties d'un modèle réduit telles que candélabres, colonnes, etc., on fera usage de deux miroirs parallèles. Nous mentionnerons seulement ici que l'emploi d'un prisme devant l'objectif permet des effets de dédoublement.

Le procédé Schufftan permet de filmer des personnages dans un décor photographié ou dessiné de dimensions réduites. Il ne s'applique que lorsque les acteurs n'évoluent que dans une partie limitée du décor.

Ainsi que le montre schématiquement la figure page 62, l'utilisation d'un miroir réflecteur avec une ouverture permet la vision directe des personnages en même temps que celle par réflexion d'un dessin ou d'une photographie du décor.

En exécutant le décor on tiendra compte de la nécessité de reproduire en grandeur la partie devant laquelle joueront les acteurs ; on choisira des éléments permettant une construction simple et un raccord facile ; les éclairages devront être réglés de telle manière que toute démarcation entre le fond réel et l'image du dessin soit imperceptible.

Il est toujours difficile de réaliser le raccord du sujet réel à une maquette réduite

Dans le procédé « Simplifilm », dû à M. Dufour, les dimensions de la maquette sont réduites au minimum. Sa section dans le plan vertical pourra n'avoir que $0,18 \times 0,24$ m; elle peut d'ailleurs être remplacée par un dessin ou une photographie de mêmes dimensions (page 63).

Les possibilités de réalisation avec cet appareil sont illimitées et ce n'est pas peu dire. Mais de nombreuses difficultés sont à vaincre dans son emploi afin que la photo-décor s'intègre à la scène réelle : accord des éclairages, des perspectives, cadrage et échelle des personnages, sans parler du soin qui doit être apporté au découpage des photographies, au maquillage des bords découpés, etc.

ATTÉNUATION DE LA DÉFINITION DE L'IMAGE

Dans certains cas, on se trouve obligé de réaliser des images enveloppées. On peut les obtenir en utilisant un « objectif anachromatique », mais il oblige à travailler avec une seule ouverture du diaphragme. Aussi préfère-t-on utiliser l'objectif ordinaire devant lequel on placera une « bonnette diffusante » ou encore une « trame ».

Les bonnettes diffusantes sont constituées par un élément de verre à faces parallèles dont l'une est très légèrement gaufrée ou porte un très léger réseau de traits.

Un moyen plus simple consiste à placer devant l'objectif normal une surface bien tendue d'un tissu transparent. Suivant la finesse de la « trame », sa couleur et son éclairage, les effets obtenus sont différents.

Ils peuvent évidemment être localisés sur une partie de l'image.

LA TRANSPARENCE

Ce procédé consiste à faire jouer les acteurs en studio devant un fond projeté sur une glace transparente en verre dépoli et à enregistrer l'ensemble par une caméra.

Ce procédé présente le gros avantage d'éviter de transporter les acteurs dans le lieu où se passe l'action et de permettre l'enregistrement de leur jeu entièrement au studio. Par contre, de très grosses difficultés sont à surmonter pour sa bonne réussite. En particulier le réglage des éclairages s'avère très laborieux; la puissance lumineuse du projecteur cinématographique est toujours déficiente.

Remarquons qu'il est nécessaire que les rotations des obturateurs du projecteur et de la caméra soient rigoureusement synchrones et que, de plus, les deux obturateurs des deux appareils restent exactement en phase.

La « transparence » offre des possibilités innombrables dans le domaine de l'irréel et du fantastique, ne serait-ce que par la facilité

qu'elle donne de réaliser des échelles très différentes pour le décor ou les objets représentés par le fond projeté. Il est possible de donner une importance relative variant jusqu'à l'infini aux acteurs et au milieu où ils évoluent.

Utilisée dans un cadre bien plus réduit, la transparence peut servir de complément dans l'enregistrement d'une maquette, soit pour situer cette dernière dans le décor projeté, soit encore conjointement ou séparément pour compléter certaines de ses parties qui auront été échancrées dans ce but.

La maquette sera simplement disposée devant la glace. Elle devra avoir la plus faible profondeur possible afin que la glace et l'avant-plan se trouvent toujours dans l'intervalle de champ net.

Si la maquette ne comporte en elle-même aucune partie en mouvement ou encore si les parties en mouvement se silhouettent constamment sur la partie fixe non transparente de la maquette (et non sur le fond projeté), on pourra procéder à la prise de vues en deux fois afin de diminuer les difficultés de réglage des éclairages. La première prise de vues sera faite la glace étant recouverte par un voile noir de velours aussi mat que possible et la maquette éclairée avec les effets voulus, sans avoir à se préoccuper de l'éclairage du fond qui reste entièrement noir. Après avoir enlevé le voile, on procède à la deuxième prise de vues au cours de laquelle la projection est faite sur la glace formant fond, mais la maquette n'étant pas éclairée. Entre ces deux opérations, le film aura été réemboîné dans la caméra d'une longueur égale à la première prise de vues; l'enregistrement sera donc fait suivant la méthode de la « double impression ».

Cette technique en impressions multiples et successives sera également adoptée lorsque l'on utilisera des dessins avec échancures où chacune de celles-ci nécessite la projection d'un film différent.

A chaque enregistrement, des caches noirs judicieusement collés ou piqués derrière le dessin obtureront les échancures des autres parties déjà enregistrées ou qui demeurent à enregistrer.

Le verre dépoli doit être à grains extrêmement fins (certains papiers calques peuvent le remplacer). On peut adopter comme dimensions 18×24 cm. Dans ces conditions, en format 16 mm, un projecteur de 750 watts suffit et permet l'enregistrement à une ouverture d'environ $f/4$ sur film panchromatique d'une rapidité de 25° Scheiner.

Le projecteur doit être chargé avec le film retourné. Avec certains appareils utilisant le film de format réduit (16 mm), il est inutile de rechercher le synchronisme et encore moins la mise en place des obturateurs, ce qui simplifie les choses.

G. Archer

Ingénieur I. E. G.

Caméras d'Amateurs



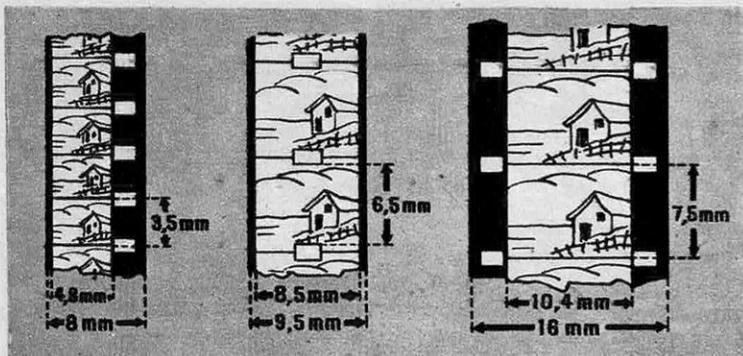
● Camera Ciné Kodak Spécial 16 $\frac{35}{24}$: reflex, magasin interchangeable, ralenti, accéléré, vue par vue.

LE cinéma d'amateur est représenté par trois formats, triple sujet d'hésitation, pour ceux qui désirent s'adonner à une des plus passionnantes distractions qui soit.

Le créateur du cinéma de format réduit en France, Pathé-Baby, a opté pour un film de 9,5 mm de large à perforations centrales. Aux Etats-Unis, Kodak s'est inspiré du film professionnel 35 mm ; la largeur a été réduite à 16 mm avec deux rangées de perforations latérales. En comparant les schémas page 66, on constatera combien ingénieuse est la solution française puisque, pour une surface d'image sensiblement égale au 16 mm, le 9,5 est d'un prix de revient moindre. Toutefois, à l'usage, apparaissent les avantages du 16 mm, qui l'ont fait adopter comme format substandard international.

Puisque, plus réduit est le format, meilleur marché il peut être vendu, les fabricants ont cherché à créer un film plus étroit encore. Les progrès accomplis en chimie photographique, la finesse de grain des émulsions modernes, les possibilités d'agrandissement qui en résultent, ont conduit Kodak à une solution simple : couper longitudinalement un film spécial 16 mm en deux parties égales, d'où un troisième format de 8 mm de large.

Il existe pour chaque format des émulsions en noir et blanc et en couleurs. Le



LES TROIS FORMATS

AMATEURS. Le film 8 mm est présenté ici après développement et coupe. En effet, à la prise de vues, ce film a 16 mm de large (double-huit), ce qui permet d'enregistrer côte à côte deux séries d'images distinctes; le film passe donc deux fois dans la caméra. On remarquera également que le champ embrassé est identique pour chacun des trois formats : c'est bien le même paysage que nous apercevons, seule varie l'échelle de reproduction.

procédé employé est dénommé inversible ou positif direct, c'est-à-dire que le négatif de la prise de vues est transformé au cours de son traitement par des laboratoires spécialisés en images positives, celles-là mêmes qui défileront sur l'écran. Il n'y a donc qu'un seul film d'utilisé, et la suppression du négatif intermédiaire se traduit par une économie appréciable. Rassurons ceux qui ont besoin de plusieurs exemplaires d'un même film en les informant que l'on obtient d'excellentes copies d'après inversible.

L'appareil de prise de vues étant destiné à être glissé dans une valise ou suspendu à l'épaule au long des randonnées, sa forme, son volume, son poids seront les premiers éléments d'appréciation. Disons-nous que plus petites seront les dimensions de la caméra et plus grande notre satisfaction ? Le pro-

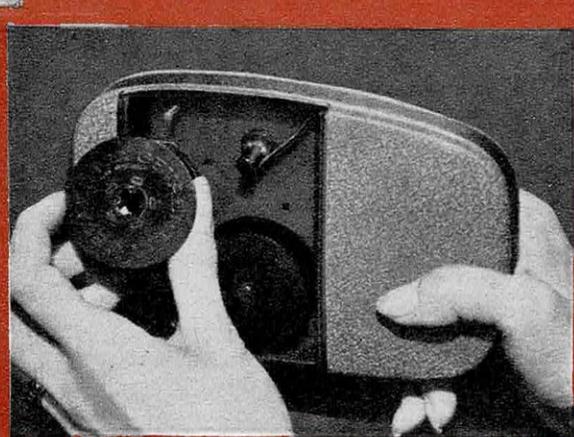
blème ne se présente pas tout à fait sous cet angle. Il est certaines données qui s'imposent et déterminent l'encombrement des caméras. Nous pouvons déjà nous représenter qu'un appareil utilisant le 16 mm est nécessairement plus volumineux que celui qui reçoit du 9,5 ou 8 mm. Mais ce qui domine ces considérations, c'est avant tout le mode de chargement, par chargeur ou par bobine.

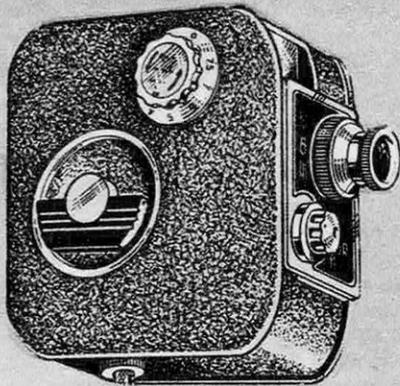
LE CHARGEMENT DES CAMÉRAS

L'idée ingénieuse qui a présidé au système du chargeur est de faciliter la tâche de l'opérateur par la rapidité de mise en place du film dans la caméra et par la possibilité de changer d'émulsion en cours d'exposition. La substitution d'un chargeur non terminé peut s'opérer en plein jour, le film se trouvant

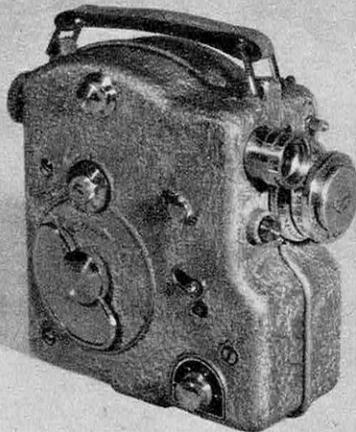


● La Carena 8 mm comporte un œilleton et un viseur escamotables : l'appareil conserve ainsi sa forme plate. Un bouton latéral commande le diaphragme dont les divisions apparaissent dans une fenêtre. Un logement protège l'objectif de la lumière et contient deux filtres basculants. Vitesse réglable 8 à 32 images. Ci-dessous, la petite bobine de double-huit est facilement engagée dans l'appareil qui n'a pas de débiteur.

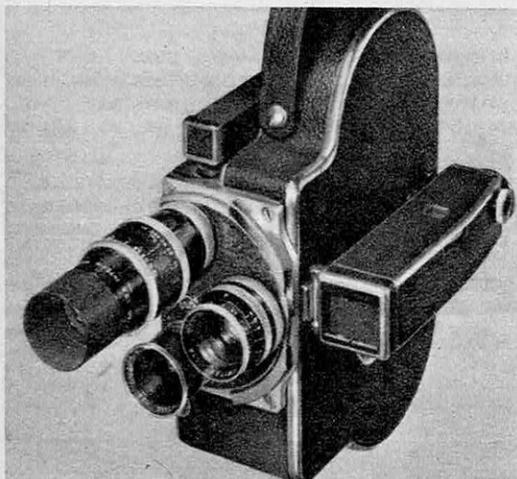




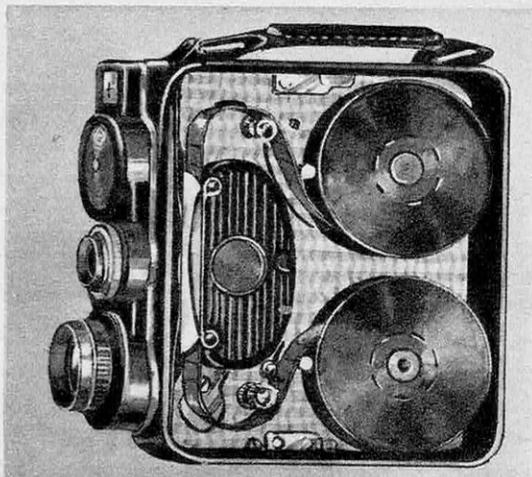
● La caméra Armor 8 mm utilise le film double 8 en bobines de 7,5 m. L'objectif est interchangeable. Mono-vitesse 16 images/s; prise image par image.



● La nouvelle Camex 9,5 ou 8 mm est équipée d'un viseur universel pour l'emploi d'objectifs différents. Vitesse 8 à 32 images/s, vue par vue, marche arrière.



● La caméra Paillard H 16 ou 8 mm comporte : chargement semi-automatique, viseur reflex, vit. 8 à 64 images/s, vue par vue, pose, marche arr. intégrale.



● La caméra Eumig 8 ou 9,5 mm a une cellule coupée. Ci-dessus, caméra à bobines double-huit; on voit comment le film franchit le couloir d'exposition.

protégé par le boîtier. Selon le modèle utilisé, on voile une ou plusieurs images, perte insignifiante, même dans le cas le plus défavorable. D'ailleurs le type de chargeur dit « magazine » est doté d'un volet qui obture automatiquement la fenêtre d'exposition dès que l'on ouvre la porte de la caméra. Si l'on ajoute à ces avantages que les caméras 8, 9,5 et même 16 mm sont d'un encombrement réduit, on comprendra l'attrait exercé sur l'amateur par ce système. En contrepartie, le poids et le volume des chargeurs sont plus importants, à métrage égal, que ceux des bobines; le prix de revient est également plus élevé. Enfin, les perfectionnements rencontrés sur ces caméras sont plus limités que ceux des caméras à bobines.

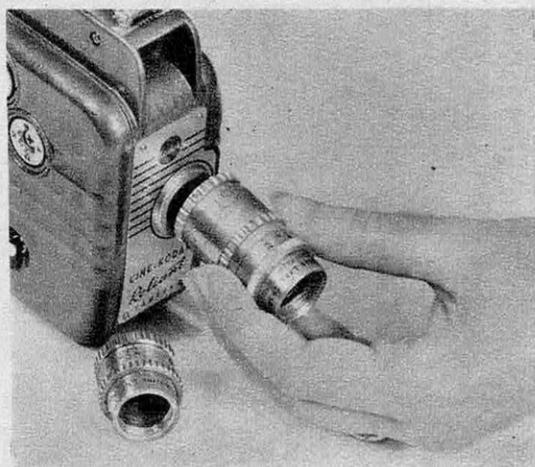
Le système de la bobine rappelle le principe de la pellicule photo, familier à tous, c'est-à-dire qu'une bobine plate à jous pleines renferme et protège le film précédé d'une amorce pour le chargement en plein jour. Après exposition, une longueur de film

est réservée pour que le déchargement s'effectue dans les mêmes conditions de sécurité. Le métrage disponible dépasse généralement celui des chargeurs: 15 et 30 m sont les longueurs courantes. Des films de 60 et 120 m sont utilisables dans les caméras professionnelles 16 mm.

Ceci posé, examinons quel parti les fabricants ont su tirer, pour chacun des formats, des deux modes de chargement en présence.

Format 8 mm

Une bobine de double-huit renferme 7,50 m de film, ce qui correspond à une durée de projection de 4 mn 10 s. Petite — son diamètre est de 5 cm —, légère — elle ne pèse que 50 g —, la bobine 8 mm représente une solution très satisfaisante (si l'on en excepte la possibilité d'échange de l'émulsion en cours de prise de vues). Les caméras 8 mm à bobines sont donc petites, ce qui n'exclut pas les perfectionnements très poussés, ainsi que nous le verrons plus loin. Dans ces condi-



◆ Ainsi qu'on peut le voir sur cette camera Kodak 8 mm Reliant à vitesse de 8 à 32 images/s, la mise en place des objectifs interchangeables est assez rapide.

tions, on comprend que, pour ce format, les caméras aient été les dernières à être conçues dans le type « magazine », dont l'encombrement n'est pas plus réduit.

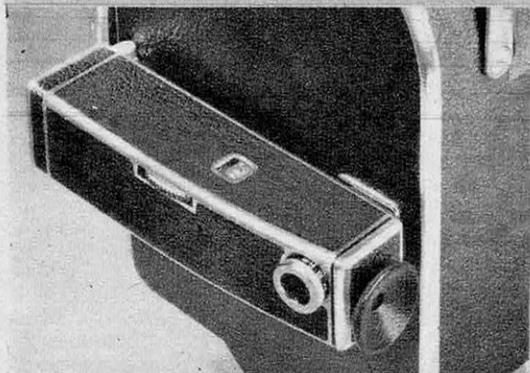
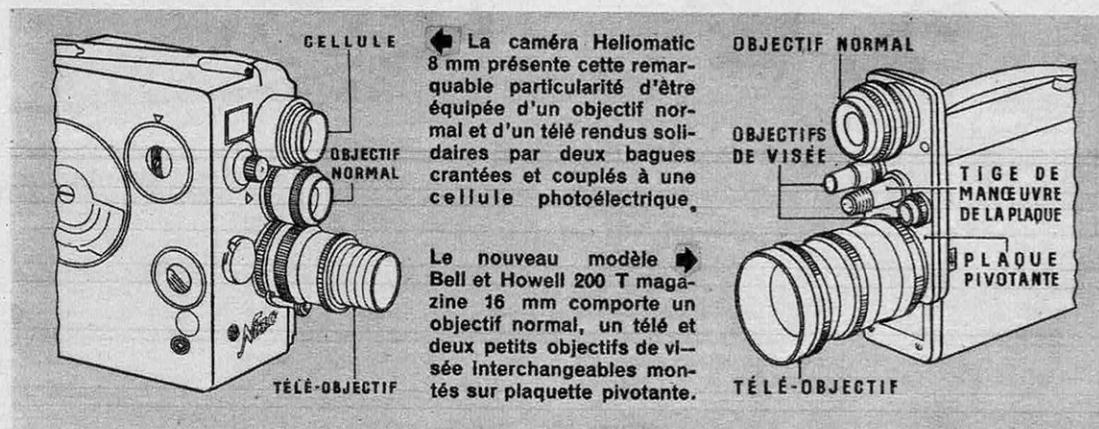
Format 9,5 mm

La formule du chargeur est ici la plus répandue. La galette de 9 m qui garnit habituellement les boîtiers correspond à 1 mn 45 s de projection. Ce métrage a été retenu par

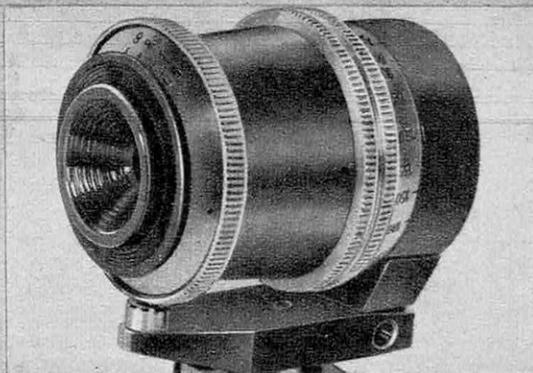
la plupart des fabricants, ce qui leur a permis de créer des appareils très portatifs et d'un usage agréable. Les perfectionnements apportés aux émulsions 9,5 mm, la récente possibilité de tourner en Kodachrome « lumière du jour », la grandeur des projections, ainsi que les demandes des fidèles adeptes de ce format ont incité plusieurs firmes à lancer sur le marché des caméras 9,5 à bobines, répliques exactes des modèles 16 mm. Citons notamment E.T.M., Pathé Webo M et Starlett.

Format 16 mm

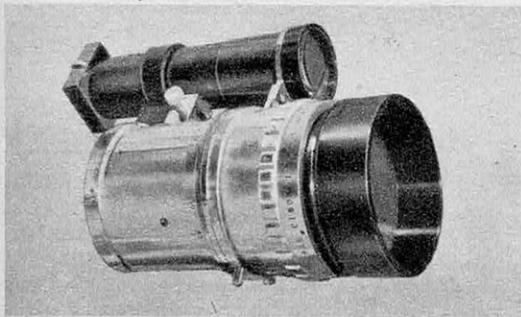
Le plus coûteux des formats s'adresse nécessairement à des utilisateurs plus exigeants. Aussi les deux formules, chargeurs et bobines, connaissent-elles un développement parallèle, à cette réserve près que le modèle « magazine » est plus répandu en Amérique qu'en Europe. A ceux qui aiment réduire leur équipement convient le système à chargeur, les commodités d'usage, surtout en voyage, faisant oublier le prix de revient plus élevé. Quant aux caméras à bobines, elles intéressent les cinéastes qui recherchent la qualité



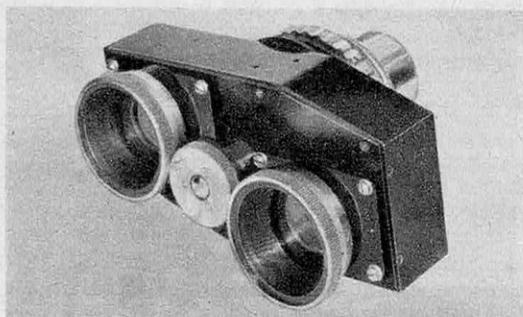
LE VISEUR MULTIFOCAL PAILLARD



LE VISEUR UNIVERSEL EXAPLAN



● L'objectif à focale variable Pan-Cinor à viseur couplé dont les cadrages correspondent au champ embrassé, rend possibles des combinaisons très variées.



● Le dispositif Stéréo-Cinor se monte sur les caméras à la place de l'objectif normal. Il permet d'enregistrer deux images juxtaposées pour l'obtention du relief.

16 mm, sous une forme plus économique que précédemment, ainsi que les réalisateurs de films industriels, sportifs, éducatifs ou scientifiques.

QUELQUES PERFECTIONNEMENTS

En préface à l'examen des différents types de caméras, il n'est pas inutile d'évoquer quelques-uns des perfectionnements rencontrés sur les appareils.

Nous constaterons fréquemment que l'objectif monté sur la caméra comporte un pas de vis. De ce fait, on peut remplacer l'optique normale par des objectifs de caractéristiques différentes. Pour un sujet éloigné, un télé-objectif sera mis en service. En intérieur, où le recul fait défaut, un « grand angle » permettra de cadrer en entier les personnes filmées. Puisqu'il est utile de se servir de plusieurs objectifs, on peut se représenter l'intérêt de les fixer à demeure sur la caméra, d'où l'apparition de la tourelle dont la rotation met en place, face à la fenêtre de prise de vues, l'objectif désiré. L'angle de champ variant pour chacune de ces optiques, il est indispensable que le cadrage soit rectifié en concordance ; certains viseurs sont donc à combinaisons variables.

La vitesse normale de prise de vues est fixée à 16 images par seconde. Mais il est souvent intéressant de modifier la vitesse d'enregistrement des images. A 8 images, on obtient un accéléré. Entre 24 et 64 images, apparaît le ralenti. On peut aussi filmer vue par vue : effet d'ultra-accélération ou technique propre à l'animation et aux dessins animés.

Il est agréable pour les spectateurs de voir des scènes enchaînées par fondus, entendez par là que les dernières images d'une séquence s'estompent en même temps que se précise un nouveau sujet. Film technique ou scénario demandent parfois qu'apparaissent sur l'écran des surimpressions d'images. Ces deux effets se réalisent directement à la prise de vues et non par tirage ultérieur comme le font les professionnels. La caméra

doit donc être pourvue de la marche arrière. Après la première exposition, le film est ramené sur la bobine débitrice afin d'être impressionné une seconde fois. Un compteur d'images fonctionnant dans les deux sens est souhaitable pour les repérages.

L'exposition correcte des films est obtenue le plus souvent par l'emploi d'un accessoire : le posemètre à cellule photoélectrique. Aussi quelques fabricants ont-ils incorporé une cellule à la caméra.

Parmi les organes plus spéciaux, nous citerons l'obturateur variable, permettant de réduire à volonté le temps d'exposition qui du 1/32 habituel passe au 1/64 ou même au 1/128, ce qui augmente la précision des images ou permet d'exposer, en plein soleil, un film ultra-rapide. C'est aussi grâce à cet obturateur que l'on réalise facilement les fondus. Le viseur reflex, perfectionnement exceptionnel, se compose d'un dispositif optique approprié reprenant l'image fournie par l'objectif de prise de vues et la dirigeant vers le viseur. L'opérateur met au point et cadre ses sujets avec la plus grande exactitude ; cette vision directe prend toute sa valeur avec les petits objets et les titres. Terminons cette rapide description avec le moteur électrique, accessoire complémentaire de la caméra qui supprime les interruptions en cours de tournage. Le moteur à ressort n'entraîne en général que le quart de la bobine 16 mm de 30 m, ce qui peut constituer un handicap.

L'ÉQUIPEMENT OPTIQUE

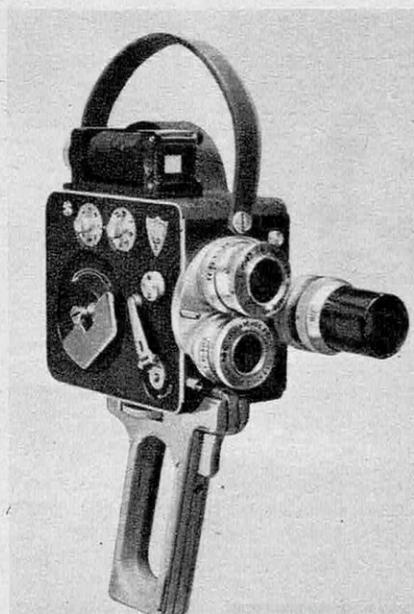
C'est plus particulièrement dans ce domaine que se rencontrent les innovations. Les objectifs de cinéma ont été parmi les premiers à offrir de grandes ouvertures, étant donné l'obligation de toujours opérer au 1/30 de seconde, même dans des conditions d'éclairage défavorable. Aussi un objectif ouvert à 2,5, 1,9 ou 1,5 n'a rien d'excessif.

Les montures tiennent compte de la rapidité de manœuvre exigée par des sujets très mobiles, les chiffres de distance et de

diaphragme sont assez lisibles, mais nous estimons qu'ils pourraient l'être encore davantage. Nous noterons chez Kodak l'équidistance des repères de diaphragmes pour toutes les divisions; ainsi on ne confond plus 11 et 16, par exemple, ces indications étant nettement détachées l'une de l'autre. Innovation heureuse aussi chez Bell et Howell et S.O.M. Berthiot avec le crantage de la bague des diaphragmes, ce qui évite les dérèglages accidentels. Renseignement utile chez Kern-Paillard grâce à l'échelle automatique de profondeur de champ portée sur les montures. La firme Kinoptik, bien connue des professionnels, étend sa production au domaine amateur en proposant une série nouvelle d'objectifs de haute qualité. Détail intéressant, les maisons d'optique livreront prochainement sur demande les objectifs gradués en ouverture relative (présentation actuelle) ou en valeur photométrique correspondant à l'exacte transmission des rayons lumineux. Autrement dit, ce système tient compte des différences inévitables observées d'un objectif à un autre de marque et de type différents.

Le système à vis est le plus fréquemment employé pour monter les objectifs sur la caméra. Bien que l'on passe ainsi en quelques instants d'une optique à une autre, les fabricants se sont efforcés de rendre cette manœuvre plus rapide encore par l'emploi de la monture à baïonnette.

La tourelle comporte en général trois combinaisons. Objectif normal, grand-angle et téléobjectif sont montés en permanence sur la caméra et se placent presque instantanément devant la fenêtre de prise de vues. Le plus souvent la tourelle est ronde, mais afin de réduire l'épaisseur de la caméra, d'autres solutions ont été choisies. La tourelle Paillard est mi-ronde à 3 emplacements; on a ainsi une caméra plate et, de plus, les deux objectifs montés verticalement sont assez éloignés l'un de l'autre, ce qui permet d'associer, sans crainte de couper les rayons, un grand-angle et un téléobjectif de 75 mm. C'est pour cette raison que sur la tourelle à deux emplacements de la Ciné-Kodak Spécial 16 mm, le montage rend divergent l'axe de l'objectif non utilisé. S'il est commode de disposer sur-le-champ de trois objectifs, ce besoin s'impose moins à certains amateurs. Aussi la formule à deux objectifs semble prévaloir sur les caméras lancées récemment.



● La poignée avec gâchette de mise en route de la caméra LD 8 mm est une commodité que l'on apprécie.

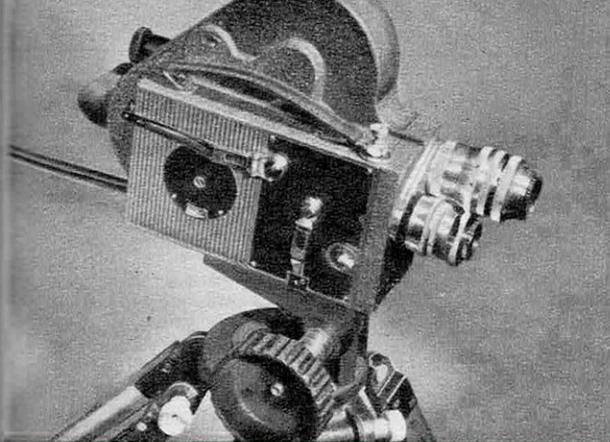
Deux optiques sont montées sur une plaquette pivotante, ce qui conserve à l'ensemble la forme plate si pratique. En Allemagne, Siemens fabriquait déjà avant guerre une caméra 16 mm à chargeur avec trois objectifs montés en ligne sur une plaquette coulissant verticalement; cette disposition vient d'être reprise par Nizo pour ses deux caméras 8 mm type S E à deux objectifs.

L'emploi de focales différentes appelle une rectification appropriée du cadrage. Avec une caméra mono-objectif, c'est l'opérateur qui met en place cache ou lentille, ramenant le champ aux dimensions convenables. Cette obligation s'étend aussi à certains modèles plus complets. L'automatisme de cette manœuvre,

pour si désirable qu'elle soit, n'a pu être réalisée jusqu'ici que sur les caméras à tourelle. Une lentille correctrice ou un objectif de visée est monté sur la tourelle même à côté de l'objectif correspondant. Le fait d'entraîner la tourelle, pour passer d'un objectif à un autre, modifie automatiquement le cadrage. C'est dans ce but que l'on trouve de petits objectifs de visée sur quelques caméras Bell et Howell et que G I C a encasturé dans la tourelle de sa caméra E.T.M. 16 ou 9,5 mm des lentilles correspondant au cadrage pour 15, 25 et 75 mm. Nizo, de son côté, a réalisé pour la caméra précédemment nommée le couplage automatique du viseur pour les focales de 12,5 et 37 mm.

Etant donné le nombre important des focales disponibles, d'autres constructeurs ont prévu de nouveaux viseurs à champ multiple, de type non automatique. Tel est le cas pour le nouveau viseur universel de la Camex, pour le Visemel de la caméra Emel 8 mm, focales de 6,5 à 50 mm et le Multifocal Paillard, focales de 15 à 150 mm (film 16 mm). Le viseur Exaplan à champ variable se monte sur le couvercle de n'importe quelle caméra.

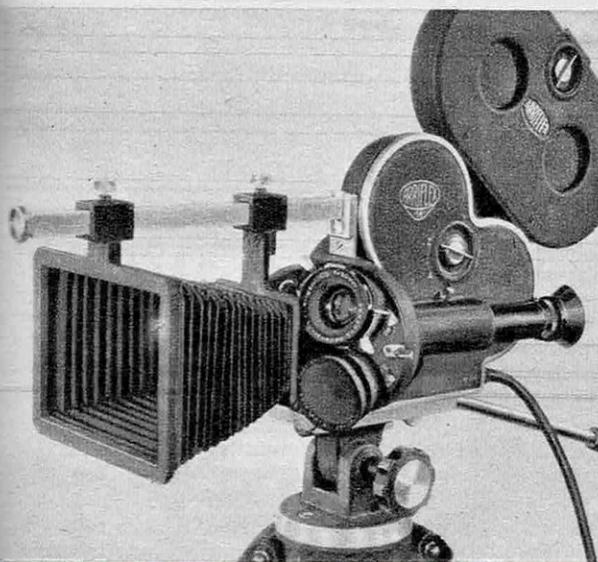
Le but recherché étant d'accorder la visée au champ de prise de vues, la meilleure solution est celle qui consiste à observer le sujet par l'intermédiaire de l'objectif lui-même. La visée reflex, délicate à réaliser pour les constructeurs, ne se rencontre à ce jour que sur trois modèles de caméras: Ciné-Kodak Spécial 16 mm, Pathé Webo M 9,5 ou 16 mm et la caméra 16 mm professionnelle Arriflex. Les deux derniers modèles offrent la possibilité supplémentaire de poursuivre l'exa-



● La caméra Pathé Webbo M est un appareil très perfectionné. Viseur reflex, obturateur réglable, vitesse variable, vué par vue, marche arrière.

men du sujet en cours de prise de vues. Dérivant de ce principe, sans en avoir les commodités d'usage, des dispositifs accessoires peuvent être introduits dans certaines caméras préalablement libérées de film. La manœuvre est rapide avec les appareils du type magazine (Bell et Howell, Camex 9,5, Ciné-Kodak 8 et 16 mm) elle l'est un peu moins pour les caméras à bobines (E. T. M., Pailard H).

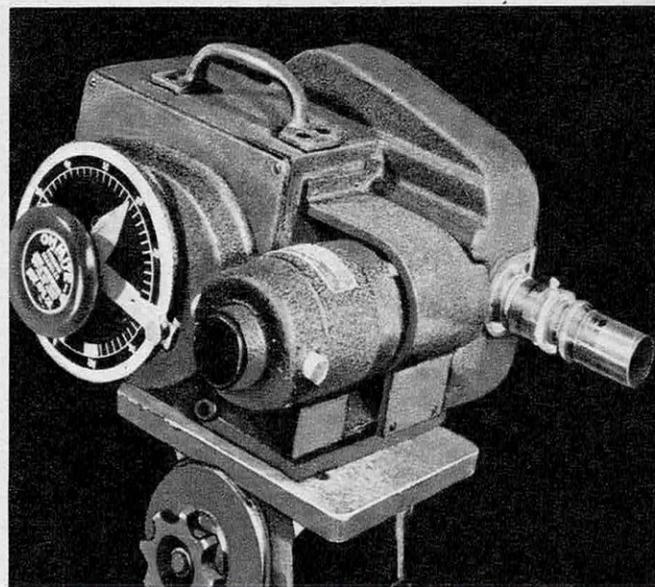
L'ingéniosité des opticiens ne s'est pas limitée à la production d'objectifs classiques. L'évolution de la technique, des besoins nouveaux, des exigences plus grandes ont conduit S.O.M. Berthiot à mettre au point un objectif à focale variable. Le premier modèle, destiné au 16 mm, possède une gamme de focales passant progressivement de 20 à 60 mm. S'il est exact que se trouvent réunies



● La caméra Arriflex 16 mm a une curieuse silhouette. Noter l'orientation des objectifs, la lunette du viseur reflex et le magasin supplémentaire.

en une seule optique les combinaisons classiques d'une tourelle à trois objectifs, il ne faut pas considérer le Pan-Cinor comme étant un objectif universel. Son poids, son volume, la façon de le régler, l'usage du pied nous éloignent de la technique habituelle. Mais ce qui est remarquable, c'est la facilité déconcertante avec laquelle se réalisent des travellings qu'un amateur n'aurait jamais osés auparavant.

La photographie connaît depuis longtemps déjà le relief stéréoscopique. Quelle tentation pour un opticien d'ajouter la troisième dimension aux images animées ! Ce problème

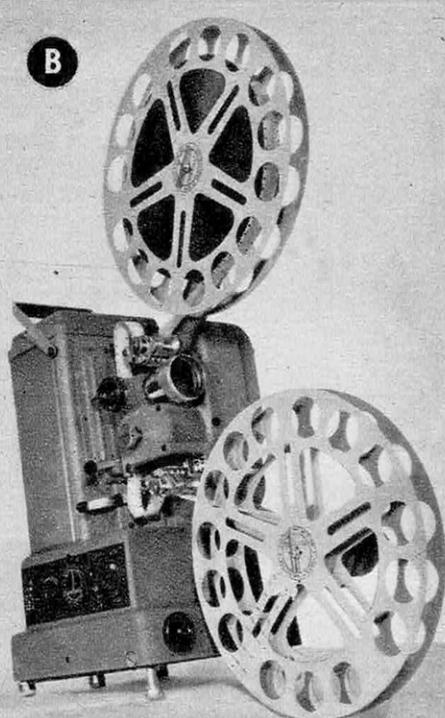
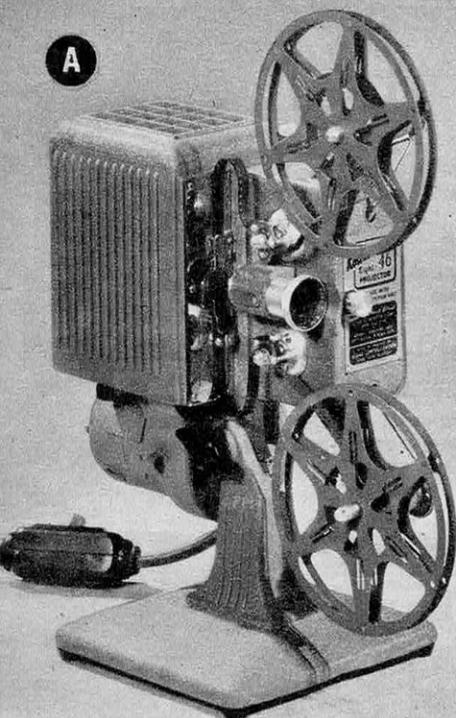


● La caméra 16 mm High Speed Kodak est équipée d'un moteur électrique qui entraîne les films à des vitesses comprises entre 500 et 3 000 images/seconde.

vient d'être résolu par S.O.M. Berthiot avec son dispositif Stéréo-Cinor. Le modèle présenté, destiné au 16 mm, met en œuvre la propriété de la lumière polarisée. Le dispositif de prise de vues, composé de deux objectifs, permet d'enregistrer en même temps sur un film normal noir-blanc ou couleur deux images juxtaposées prises chacune sous un angle sensiblement égal à celui de l'écartement des yeux. Les deux images ainsi obtenues sont superposées à la projection, mais chacun des deux objectifs utilisés est muni d'un filtre polaroid à direction croisée. Le spectateur porteur de lunettes polaroid à direction également croisée, éprouve la sensation du relief.

LE CHANGEMENT DE VITESSE

Nombreuses sont les caméras pourvues de ce perfectionnement. Les combinaisons les plus courantes sont : 8-16-32 images/s.



A Le projecteur Kodascope 8/46 se charge avec une bobine de 60 mètres. Elle assure une projection ininterrompue de 15 minutes, ce qui est très agréable. Le bobinage se fait au moteur.

B La plupart des problèmes de la projection ont été résolus sur le Paillard G : lampe de 750 W, marche arrière, arrêt sur image, obturateur 2/4 (pour la projection en grande salle.)

C Le nouveau projecteur Heurtier Universel peut recevoir tous les films, qu'ils soient muets ou sonores. L'amplificateur sonore est logé dans le socle et les bobines sont de grande capacité.

Sur les modèles plus complets la gamme comporte les cadences 24-48-64 et parfois même 80 images/s, ce qui donne un ralenti très marqué.

La prise de vues image par image est une possibilité assez courante. Elle s'obtient soit par le déclencheur normal actionné en sens opposé à celui de la marche « cinéma », soit par un bouton distinct, soit par manivelle. Il est très commode d'actionner le déclencheur par l'intermédiaire d'un câble souple, ce qui évite les déplacements accidentels de la caméra ; on sait, en effet, qu'une animation correcte exige que l'appareil de prise de vues conserve une orientation immuable.

LA MARCHÉ ARRIÈRE

Un axe d'entraînement à la manivelle est prévu sur certaines caméras. Le mouvement pouvant être actionné dans les deux sens, on a ainsi la faculté de ramener le film en arrière pour obtenir enchaînés et surimpressions. La marche arrière est souvent complétée par un compteur d'images séparées.

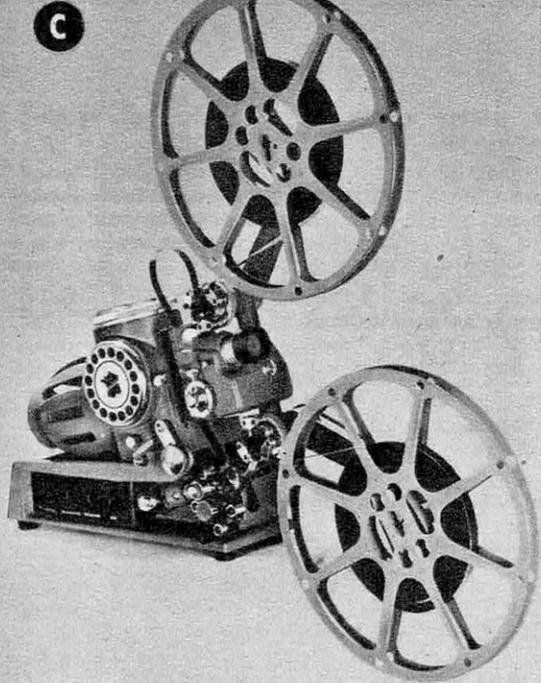
Parfois un top sonore correspond à chaque image ramenée en arrière ; parfois encore chaque tour de manivelle entraîne huit images. En actionnant le mécanisme à rebours, on remonte le ressort ; le métrage qui peut être ramené en arrière est donc limité. Aussi, un constructeur a prévu un débrayage du mécanisme ; le cinéaste a ainsi toute liberté pour rebobiner la totalité d'une scène si longue soit-elle, de plus, il peut libérer sa caméra en plein jour d'un film partiellement exposé (Paillard type H).

Les effets de fondus étant très appréciés des amateurs, il n'est pas sans intérêt de signaler à cette place l'obturateur variable

dont sont munies certaines caméras et les dispositifs accessoires qui concourent au même résultat : écran double de polarisation qui, en se croisant, éteint progressivement la lumière, dispositif mécanique Ciné-Fader à quatre combinaisons de pales obturatrices, coulisse à volets mobiles Gaget... S'inspirant de cette idée, un fabricant américain a incorporé à une caméra 8 mm (Revere 55) un dispositif pour obturation par volets.

CAMÉRAS A CELLULE PHOTOÉLECTRIQUE

Malgré la latitude d'exposition des films et la souplesse du développement à rattrapage automatique des laboratoires professionnels, le réglage correct du diaphragme représente le problème n° 1 du cinéaste. L'emploi d'un posemètre apportant une solution parfaite à ce problème, trois fabricants : Agfa, Eumig et Nizo ont associé une cellule à la caméra. Dans ces appareils, un levier latéral commande le diaphragme tout en actionnant une aiguille dont les déviations sont visibles dans le viseur. Lorsque cette aiguille est face à un repère central, le réglage est correct. Un bouton permet de tenir compte des diverses sensibilités des films ainsi que de plusieurs cadences de prises de vues. Si séduisante qu'apparaisse cette formule, elle ne convenait jusqu'alors qu'à un seul objectif. Or le dernier fabricant nommé vient de sortir une caméra 8 mm équipée d'un objectif 12,5 mm et d'un téléobjectif de 37 mm couplés à la cellule. Le montage rapproché des deux objectifs sur une glissière verticale a permis de rendre solidaire la bague des diaphragmes, solution simple, comme on le voit.



LES CAMÉRAS 16 MM PROFESSIONNELLES

La qualité des émulsions 16 mm, les splendides résultats donnés par les procédés en couleurs, l'exécution facile de copies muettes et sonores, les projections impeccables sur des écrans de 3 à 4 mètres de base, assurées par un matériel portatif, sont quelques-unes des raisons, parmi tant d'autres, qui ont fait le succès incontestable du 16 mm. Quelques-uns des appareils déjà cités sont parfaitement adaptés au travail de spécialistes : Bell et Howell type 70, Ciné-Kodak Spécial, E.T.M., Paillard H, Pathé Webo M et d'autres encore. Mais à côté de cet excellent matériel classique, il existe des caméras dont les performances ont été étudiées en vue de buts bien définis.

La désignation « Specialist » donnée par Bell et Howell à une caméra 16 mm est une preuve supplémentaire de ce que nous avançons. Si l'on retrouve sur cet appareil la plupart des caractéristiques des types 70 de la même marque, on remarque en plus une tourelle pour quatre objectifs, un parasoleil réglable à soufflet, un dispositif de mise au point sur dépoli. Bien que la « Specialist » soit actionnée normalement par un moteur à ressort, l'adaptation d'un moteur électrique est prévue. De même la capacité de 30 m de film peut faire place à celle de 120 m grâce à un magasin supplémentaire.

Kodak, en créant la « High Speed Camera » qui fonctionne à des fréquences comprises entre 500 et 3 000 images par seconde, a mis à la disposition des techniciens un appareil de contrôle pour l'étude des temps et des mouvements. Que de phénomènes peuvent être analysés dorénavant avec précision, si

l'on se représente que le passage dans la caméra d'une bobine de 30 m ne dure qu'une seconde à la vitesse maximum ! Le temps d'exposition à la cadence de 2 500 images/s étant de l'ordre du 1/12 500 s, il va de soi que seuls les gros plans violemment éclairés conviennent pour cette technique.

Remarquable également est la dernière création Arriflex, réplique de la caméra de même nom bien connue des professionnels du 35 mm. La tourelle rend divergents les axes des trois objectifs qui peuvent y être montés, de sorte qu'on utilise sans inconvénient des téléobjectifs à côté du grand-angle. L'entraînement est assuré par un moteur électrique alimenté par accumulateurs qui sont livrés, sur demande, dans de petites sacoches que l'opérateur fixe sur une ceinture ; il conserve ainsi toute la liberté d'évolution requise par le reportage. Prévue pour recevoir des bobines de 30 m, la caméra Arriflex peut être complétée par un magasin accessoire d'une capacité de 60 m.

Les industriels et pédagogues américains utilisent depuis longtemps déjà les films 16 mm sonores. Aussi est-il naturel de rencontrer aux U.S.A. des caméras 16 mm spécialement conçues pour l'enregistrement sonore direct. Toutefois, le magnétophone, d'une incomparable facilité d'utilisation, est déjà un concurrent sérieux pour ces caméras.

LES PROJECTEURS

Si l'on rencontre de nombreux types de caméras, de conceptions très diverses, par contre, à la projection, les solutions sont plus limitées. Il n'est pour s'en rendre compte que de feuilleter les catalogues des spécialistes ; les silhouettes des projecteurs et la disposition de leurs organes présentent, à quelques détails près, une similitude frappante.

Les progrès ont surtout porté sur la puissance lumineuse.

La lampe à incandescence alimentée directement par le secteur est à peu près la seule formule utilisée. Les puissances courantes sont : 300-400-500 et 750 watts, mais la tendance américaine est d'aller jusqu'à 1 000 watts, même pour des projecteurs de 8 mm. Afin d'augmenter la vie des lampes, ce qui est intéressant étant donné leur prix, on rencontre fréquemment des dispositifs de préchauffage ou des résistances incorporés à l'appareil ; ainsi la lampe est portée progressivement à son intensité maximum.

Les dimensions très réduites des films d'amateurs conditionnant celles des fenêtres de projection, c'est donc au travers de ces petites ouvertures rectangulaires qu'il faut faire passer le maximum du flux lumineux. Les lampes à bas voltage comportant un filament très ramassé, on se rapproche de la source ponctuelle idéale. Pourtant cette solution n'a été retenue que par les constructeurs allemands et tchécoslovaques. L'obligation

de loger un transformateur dans le socle du projecteur en augmentant le poids et le prix.

On fit grand bruit, il y a quelque temps, autour d'une nouvelle source d'éclairage par lampe à arc concentré. On sait que les puissantes lanternes des salles professionnelles utilisent la lumière d'un arc électrique : source ponctuelle et particulièrement brillante. Si l'association d'une lampe à arc à un projecteur sonore 16 mm se justifie (quelques cinéastes ont recours également à cette formule pour la présentation de leurs films sur grand écran dans les clubs), il faut admettre que, sous cette forme, cette solution ne convient pas à l'amateur. Mais les techniciens ont réussi à créer une ampoule renfermant sous un volume relativement réduit un arc dit concentré. De ce fait, il semblait qu'une révolution fût imminente dans la technique de l'éclairage de projection ; une production en grande série devait permettre d'abaisser un prix de revient particulièrement élevé. Il n'en est rien à ce jour et l'on peut penser que les laboratoires de recherches ont entrouvert trop tôt leurs dossiers.

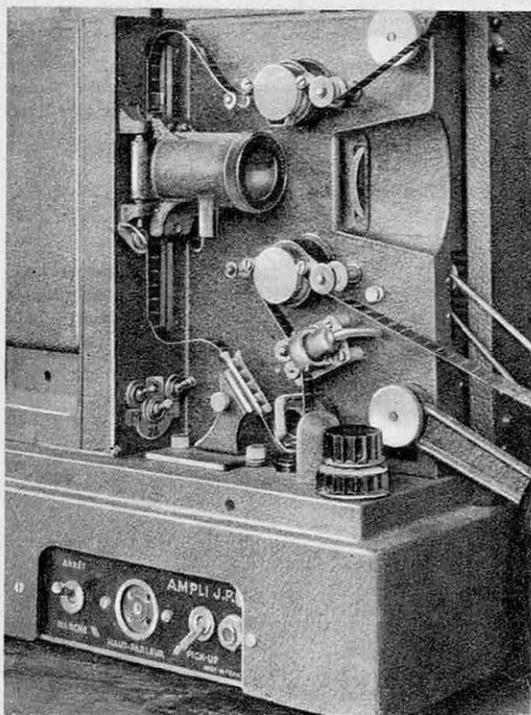
C'est toujours dans le but d'obtenir des projections très brillantes que l'on rencontre sur certains projecteurs un obturateur à pales escamotables. On sait que pour supprimer le désagréable effet de scintillement sur l'écran, deux pales sur trois de l'obturateur passent devant l'image pendant son temps d'arrêt face à la fenêtre de projection. En augmentant les fréquences projection-obturations on réduit la durée des périodes pendant lesquelles l'écran cesse d'être illuminé. Ce qui est valable chez soi, puisqu'on se trouve placé très près du rectangle de toile, ne l'est plus en grande salle, où la distance moyenne d'observation est nécessairement plus importante. On a remarqué qu'à partir d'une distance de 15 m environ, on pouvait supprimer sans inconvénient une des obturations. Dans ce but, certains projecteurs sont conçus de façon que deux pales puissent se recouvrir au gré de l'opérateur.

En France, où trois formats sont en présence, le problème de la projection de plusieurs largeurs de films se pose fréquemment pour un même cinéaste. Aussi comprendra-t-on mieux que les projecteurs bifilm et trifilm soit assez recherchés. L'amateur qui change de format préfère se défaire de l'ancien appareil pour trouver réunis sur un seul modèle les organes propres à la présentation du 8, 9,5 et 16 mm selon les cas. Deux solutions ont été adoptées. Dans la première le projecteur comprend deux parties distinctes et dissociables : la lanterne et le moteur électrique d'une part, la griffe, les débiteurs,

le couloir et les axes porte-bobines d'autre part. C'est ce dernier bloc, propre à la projection d'un seul format, qui est changé pour faire place à un bloc de présentation identique mais prévu pour un format différent (Ciné-Gel 8-9,5-16 mm, Erccsam 8-9,5 mm). La substitution des blocs s'opère en quelques instants. Avec la seconde formule, certains organes sont montés à demeure sur l'appareil. Il suffit à l'amateur de mettre en place couloir de projection, débiteurs et axes porte-bobines, ceci sans l'aide d'outil. Un bouton permet d'ajuster le pas de la griffe d'entraînement à celui du film lorsqu'on passe du 8 au 16 mm (Ditmar bifilm, Heurtier trifilm, Paillard bifilm et trifilm). La firme Heurtier poussant plus loin encore l'universalité de ses modèles vient de lancer un nouveau projecteur prévu non seulement pour les trois formats muets, mais aussi pour la présentation sonore du 9,5 et du 16 mm.

UNE GRANDE NOUVEAUTÉ : LE PROJECTEUR POUR FILM A PISTE MAGNÉTIQUE

Les amateurs soucieux de présenter leurs films d'agréable façon accompagnent la projection par l'audition de disques appropriés ; souvent même un micro complète le tourne-disques, ce qui permet de commenter films de voyage et documentaires. Cette manière de faire donne des résultats très satisfaisants, aussi n'est-il plus exceptionnel d'assister à des projections où commentaire, musique et bruits de fond forment un ensemble très



La disposition générale d'un projecteur pour film à piste magnétique apparaît clairement sur ce gros plan du Joinville 9,5 mm. C'est la même tête magnétique qui sert à l'enregistrement puis à la reproduction. ➔

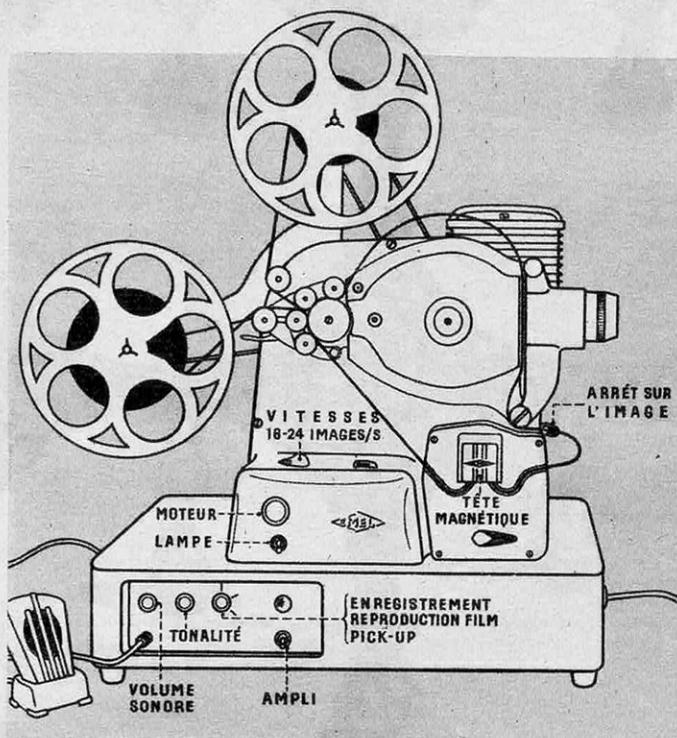
Ainsi qu'on le verra à l'examen du schéma du nouveau projecteur Emel, l'apparition du film à piste magnétique ne modifie pas la présentation générale des appareils de projection. Le modèle mis à la disposition de l'amateur comporte naturellement un plus grand nombre d'organes, mais le fonctionnement de l'ensemble n'est pas plus compliqué que par le passé.

cohérent, mais dont la mise au point exige de nombreuses répétitions. Afin de ne pas recommencer, à chaque fois, le dosage délicat de ces divers éléments, l'amateur préfère recourir à un enregistrement définitif. Hier, il disposait des disques souples ; aujourd'hui, le magnétophone semble avoir été conçu spécialement à son intention.

Si dans la plupart des cas, un synchronisme rigoureux, à une image près, n'est pas recherché, il n'en est pas moins souhaitable que la liaison cinéma-accompagnement sonore soit aussi étroite que possible. Des essais ont déjà été tentés par les impénitents bricoleurs que sont les amateurs, pour synchroniser le fonctionnement du projecteur et celui d'un magnétophone. La maison Erksam vient de faire sienne cette formule. Ici, c'est le magnétophone qui commande le projecteur dont le moteur est réglé de façon qu'il tourne à une cadence légèrement supérieure à la moyenne ; un dispositif électro-mécanique intervient automatiquement, dès la mise en route des deux appareils, pour que la cadence requise soit maintenue tout au long de la projection. Le départ correct image-son a été résolu de la façon suivante : lors de la sonorisation, un signal sonore a été enregistré et c'est lui qui déclenche automatiquement, aussi bien à l'enregistrement qu'à la reproduction, le démarrage du projecteur.

La très faible largeur d'une piste magnétique a conduit à une autre formule, celle de coucher cette piste sur le film même, après développement et montage de celui-ci. Cette piste de 0,8 mm trouve facilement sa place sur le bord de l'image sans aucunement empiéter sur ses dimensions. Pour le 8 mm, par exemple, la piste court entre la rangée des perforations et le bord extérieur du film.

S.C.I. Pathé a été la première, en France, à lancer cette intéressante nouveauté ; bien entendu, le 9,5 mm, format préféré de cette maison, en a été le premier bénéficiaire. Le projecteur sonore Joinville était tout indiqué pour cette utilisation nouvelle. Puisqu'il possède nécessairement amplificateur et haut-parleur, il suffisait donc de lui adjoindre une tête magnétique. Prochainement, le Marignan, projecteur muet de la même maison,

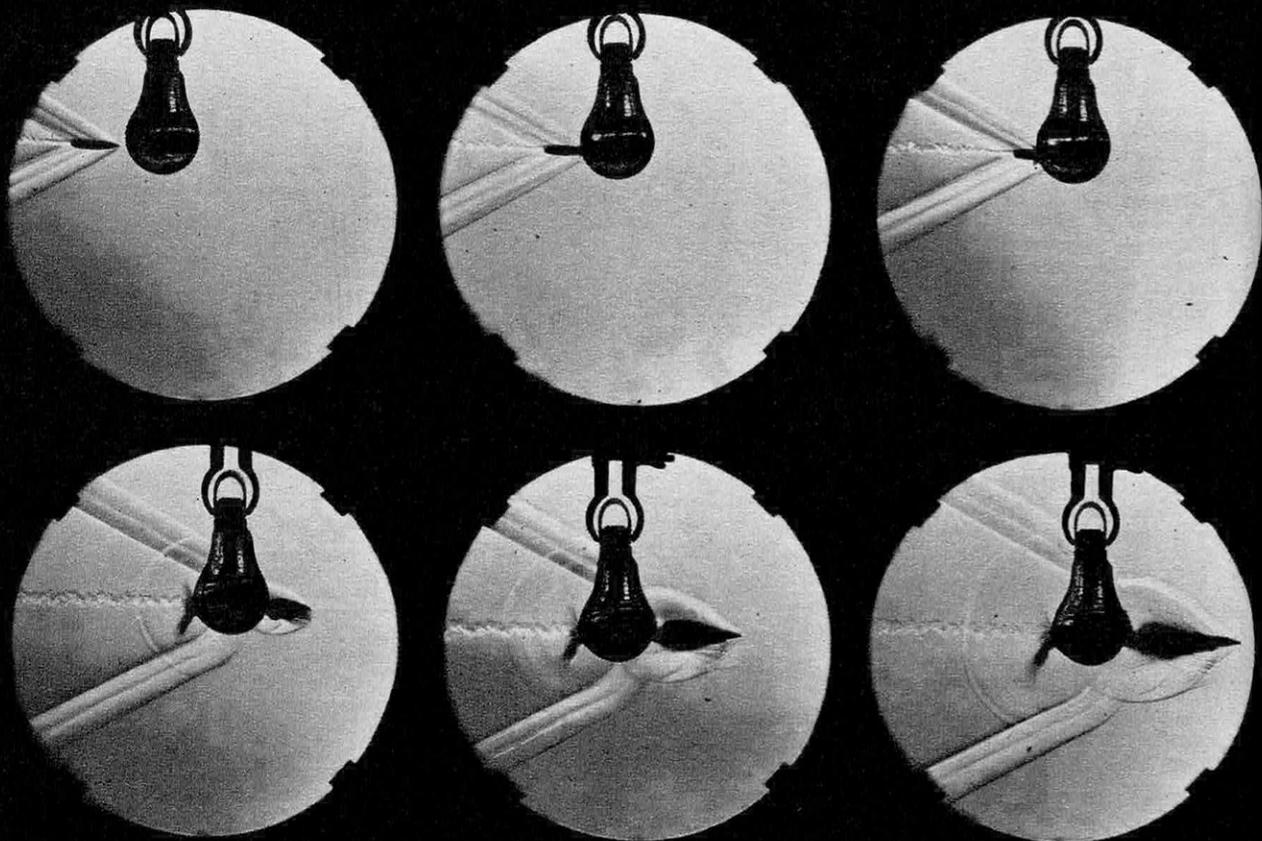


pourra être équipé pour le son magnétique. De son côté, Emel, spécialisé dans le format 8 mm, vient de créer un projecteur entièrement nouveau spécialement étudié pour le film à piste magnétique. La qualité sonore augmentant avec la vitesse du défilement, enregistrement et lecture peuvent se faire à 16 ou 24 images/s. Pour une sonorisation avec prédominance d'un commentaire sur fond musical, la cadence 16 images/s est suffisante, ce qui n'oblige pas le cinéaste à modifier sa technique de prise de vues et ce qui permet de sonoriser les films anciens.

Ainsi un plaisir de qualité vient de s'ajouter à ceux que nous connaissons déjà. Après la passionnante chasse aux images, après le montage et ses raffinements, l'enregistrement magnétique s'effectue commodément chez soi. Les acteurs du film, micro en main, s'exercent à ce « jeu » inédit. Leur inexpérience même n'a aucune importance. Se trompent-ils ? Le film est ramené à son point de départ et un nouvel enregistrement efface, sans plus, les précédentes imperfections.

Après notre tour d'horizon sur l'évolution du matériel, le dernier paragraphe apporte de façon opportune une conclusion à cette étude. En effet, que peut-on demander de plus au cinéma d'amateur, à son appareillage d'une maniabilité extrême ? Il nous permettait jusqu'alors de reproduire d'étonnante façon, par des images vivantes et colorées, les visages aimés, les paysages connus, les horizons nouveaux. Mais il peut plus encore, puisque voix et chansons ne s'estomperont plus dorénavant dans la brume du souvenir.

Pierre Monier



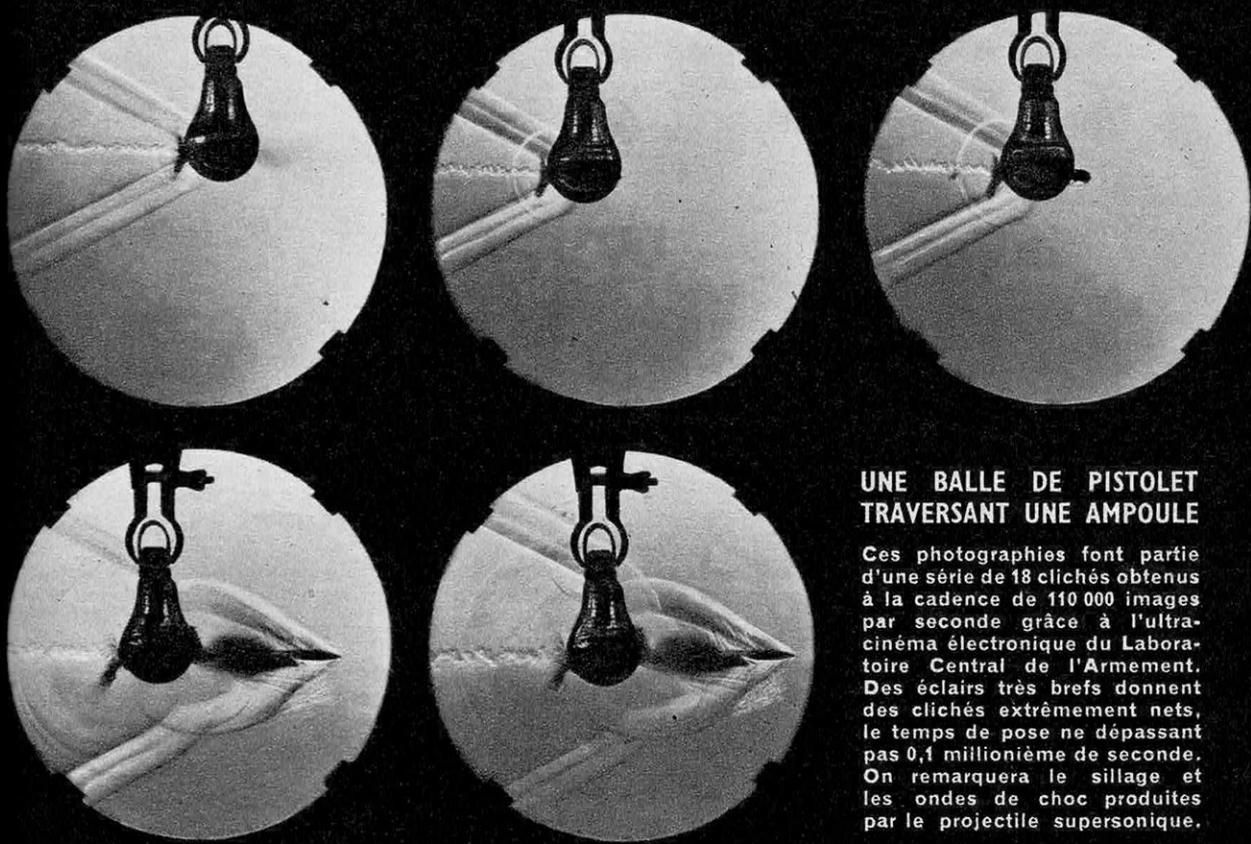
PHOTOGRAPHIE SCIENTIFIQUE

LORSQUE, en 1839, le physicien et astronome Arago présenta devant l'Académie des Sciences la découverte de Niepce et Daguerre, il en avait pressenti l'extraordinaire portée non seulement documentaire et artistique, mais aussi scientifique ; et en effet le daguerréotype fut tout de suite utilisé pour remplacer l'œil humain derrière le télescope, le microscope, le spectroscope, etc. À mesure que les émulsions devenaient plus sensibles, et dans un intervalle de longueurs d'onde plus étendu, elles apparaissaient comme une **réтина artificielle** qui se rapprochait de plus en plus de celle de notre œil, et permettait d'enregistrer des **documents** fidèles et permanents, que l'on pouvait ensuite étudier à loisir ; dans ce premier genre d'application scientifique, la photographie ne voit à vrai dire que ce que l'œil peut voir lui aussi, mais elle fixe une image au lieu de la laisser s'évanouir avec le phénomène qui l'avait engendrée.

En réalité, l'émulsion est encore loin d'égaliser l'œil en sensibilité, quand celui-ci est utilisé dans les conditions optimum et pour des temps de pose inférieurs à la seconde : le seuil de vision, c'est-à-dire la plus faible lumière perçue, est alors plus de

10 000 fois moindre que le seuil photographique, mais l'émulsion reprend l'avantage quand on peut poser longtemps ; ce que l'œil (en le supposant naturellement adapté à l'obscurité) ne voit pas au bout de quelques secondes, il ne le verra jamais, tandis qu'au bout d'un temps suffisant l'image s'enregistre sur la couche sensible, grâce à la propriété d'**accumulation** que possède l'émulsion photographique. Inversement, certains phénomènes intenses, mais trop rapidement variables, ne donnent à l'œil qu'une image brouillée, tandis que l'analyse **cinématographique** du mouvement permet d'en reconnaître les phases les plus fugitives ; d'où deux nouveaux types d'applications scientifiques, l'enregistrement des phénomènes trop faibles (mais de longue durée) ou trop rapides pour que l'œil puisse les percevoir convenablement.

Enfin l'émulsion photographique déborde, des deux côtés du spectre visible, la sensibilité de l'œil ; sans artifice particulier, le grain d'argent est rendu développable par des radiations électromagnétiques de longueur d'onde plus courte que la lumière visible (ultraviolet, rayons X, rayons gamma) ou par l'action de corpuscules électrisés (électrons, protons, rayons alpha, etc.),



UNE BALLE DE PISTOLET TRAVERSANT UNE AMPOULE

Ces photographies font partie d'une série de 18 clichés obtenus à la cadence de 110 000 images par seconde grâce à l'ultracinéma électronique du Laboratoire Central de l'Armement. Des éclairs très brefs donnent des clichés extrêmement nets, le temps de pose ne dépassant pas 0,1 millionième de seconde. On remarquera le sillage et les ondes de choc produites par le projectile supersonique.

conditions dans lesquelles la rétine n'est pas ou n'est que faiblement sensible. En incorporant à la gélatine des colorants convenables, on arrive aussi à rendre l'émulsion sensible à l'infrarouge, c'est-à-dire aux radiations de plus grande longueur d'onde que le visible ; nous ne parlerons guère de la photographie en ultraviolet ou infrarouge, mais nous nous étendrons plus longuement sur l'emploi de la plaque photographique comme **détecteur de radiations**, soit électromagnétiques, soit corpusculaires.

LE DOCUMENT SCIENTIFIQUE

Recueillir par photographie des documents est une pratique si répandue et dans une si grande variété de sciences, qu'il serait superflu d'insister ; le cas particulier du document microscopique, et celui de la photographie aérienne, seront évoqués autre part ; mais nous voudrions dire ici quelques mots d'une application scientifique intéressante et peu connue, à savoir la mesure des faibles profondeurs d'eau le long des côtes par photos prises d'un avion.

Ce problème fut posé pendant la dernière guerre, en prévision de débarquements en Extrême-Orient : il fallait connaître les pentes du sable de la plage, sous l'eau, pour savoir si les péniches transportant les troupes pouvaient venir s'échouer dans des conditions favorables ; il n'était naturellement pas ques-

tion d'une reconnaissance terrestre en territoire ennemi, et les cartes hydrographiques n'avaient pas la précision voulue pour résoudre a priori le problème. On ne pouvait donc s'adresser qu'à la reconnaissance aérienne.

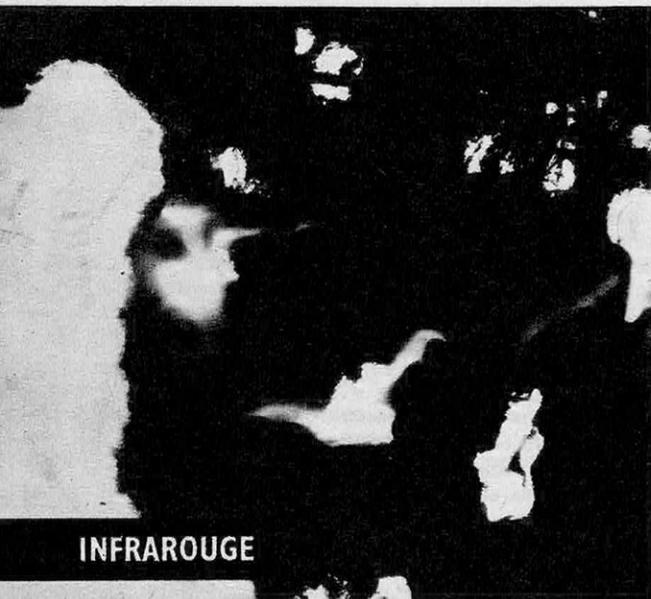
Plusieurs méthodes furent essayées ; par exemple, le régime des vagues sur une pente faible dépend de cette pente, que l'on peut calculer approximativement si l'espacement et la vitesse des vagues sont mesurées sur des clichés pris d'un avion ; on peut aussi photographier les ombres d'un autre avion sur la mer et le fond (pour l'appareil qui prend le cliché, ses deux ombres se superposent évidemment), d'où restitution possible de la profondeur d'eau si les autres données géométriques sont connues. Mais la meilleure méthode fait appel aux variations de transparence de l'eau de mer en fonction de la couleur de la lumière : les radiations vertes traversent mieux l'eau que les rouges et par conséquent, vu à travers une certaine couche d'eau, le fond de sable apparaît plus clair à travers un filtre vert qu'à travers un rouge ; la différence s'accroît avec l'épaisseur d'eau traversée, et on conçoit que sur deux clichés pris simultanément à la verticale, avec deux appareils de prises de vues identiques, mais dont les objectifs sont pourvus l'un d'un filtre vert et l'autre d'un rouge, on puisse par comparaison du noircissement photographique en des points correspondants



VERT



ROUGE



INFRAROUGE

Ces photographies ont été prises d'avion à 3 000 m sur la côte des îles Sorlingues. La comparaison des clichés pris avec les filtres vert et rouge montre que l'eau est peu profonde, sauf en haut et à droite et dans un chenal en bas et à droite. Sur le cliché infrarouge on reconnaît immédiatement les bancs de sable.

des clichés déduire la profondeur d'eau. Cette méthode ne dépasse évidemment pas la profondeur à travers laquelle le fond se voit encore, soit 10 à 15 mètres, et la précision relative n'est que 10 % environ ; ce n'est donc pas une méthode très exacte, mais elle est commode, rapide, et permet de lever des régions d'accès malaisé ; en particulier elle pourrait rendre des services dans nos colonies.

Quand l'eau est très peu profonde, la méthode tombe en défaut et on a même beaucoup de mal à reconnaître si un banc de sable émerge ou non ; un troisième cliché pris en infrarouge permet alors de lever la difficulté, l'eau paraissant opaque sur ce cliché sous une épaisseur de quelques décimètres seulement : tout ce qui sort de l'eau se reconnaît ainsi immédiatement.

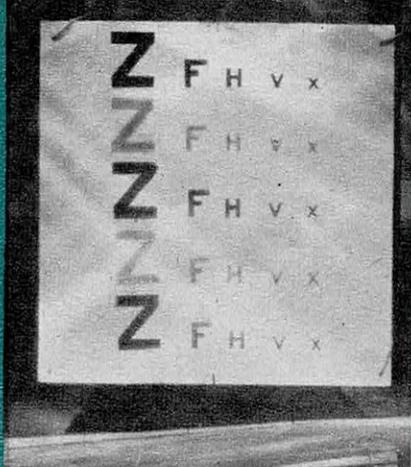
LA PHOTOGRAPHIE SOUS-MARINE

Un autre cas particulier de document concerne la photographie sous-marine, qui rend des services croissants aux physiciens, géologues, biologistes, etc. ; ainsi, dans l'actuelle campagne océanographique de la **Calypso**, le Commandant Cousteau se propose d'utiliser constamment la photographie sous-marine en couleurs pour l'étude détaillée des récifs coralliens.

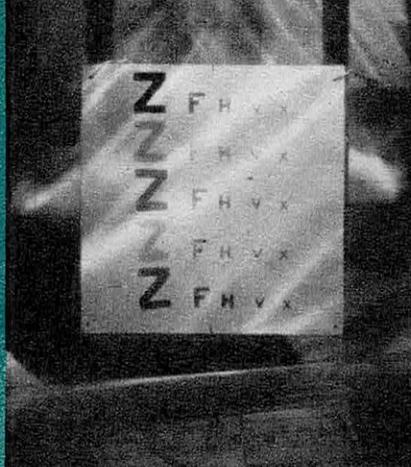
Nous avons donné dans cette Revue (avril 1950) quelques indications sur les difficultés propres aux prises de vues sous-marines. L'une d'elles vient d'être surmontée par l'invention d'un hublot spécial ; jusqu'ici, on utilisait simplement une lame de verre à faces parallèles, à travers laquelle visait l'objectif de l'appareil ; un objet quelconque AB situé dans l'eau semblait alors, à cause de la réfraction des rayons lumineux à travers cette lame, rapproché du tiers de sa distance, tout en conservant sa taille réelle A'B' ; les objets paraissaient donc grossis, et le champ total de l'objectif était réduit dans la même proportion ; par exemple, pour retrouver le même angle de champ qu'avec un objectif de 50 mm de focale, soit le type le plus courant pour le petit format, il fallait utiliser un objectif de 35 mm, type moins répandu et généralement moins lumineux ; en outre, aux bords du champ, la réfraction risquait d'introduire des défauts (astigmatisme et chromatisme) qui altéraient un peu la netteté. Un jeune savant français, M. Alexandre Ivanoff, a inventé pour remédier à ces inconvénients un hublot correcteur spécial : la lame unique à faces parallèles est remplacée par deux lentilles, ce qui évidemment



● Un tableau de lettres, photographié dans l'air à 4 mètres de distance.

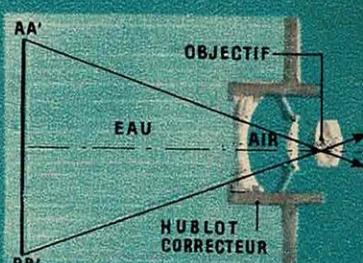
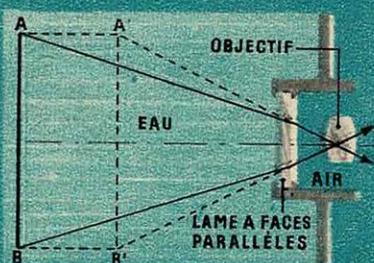


● Le même tableau photographié dans l'eau à travers un hublot plan.



● Dans l'eau, grâce au hublot spécial, on retrouve le premier aspect.

● Photographie d'un objet A B immergé dans l'eau à travers un hublot plan ordinaire (à gauche) et à travers un hublot formé de deux lentilles convenablement calculées (à droite) ; dans le premier cas, l'image A'B' que voit l'objectif photographique est plus grosse que l'objet parce que rapprochée par réfraction, tandis que, dans le second cas, elle coïncide exactement avec l'objet.



complique un peu l'appareil, mais permet de faire coïncider en grandeur et position l'objet AB et son image A'B' telle que la voit l'objectif placé derrière le hublot ; on retrouve par conséquent exactement le même aspect et la même perspective que si l'objet était dans l'air et non dans l'eau, et on peut employer les mêmes objectifs en conservant les mêmes champs ; on peut en même temps corriger les défauts optiques du hublot, si bien que l'image reste parfaitement nette jusqu'à la limite du champ. C'est un progrès considérable vers le document exact, en photographie sous-marine.

LA PHOTOGRAPHIE MÉDICALE

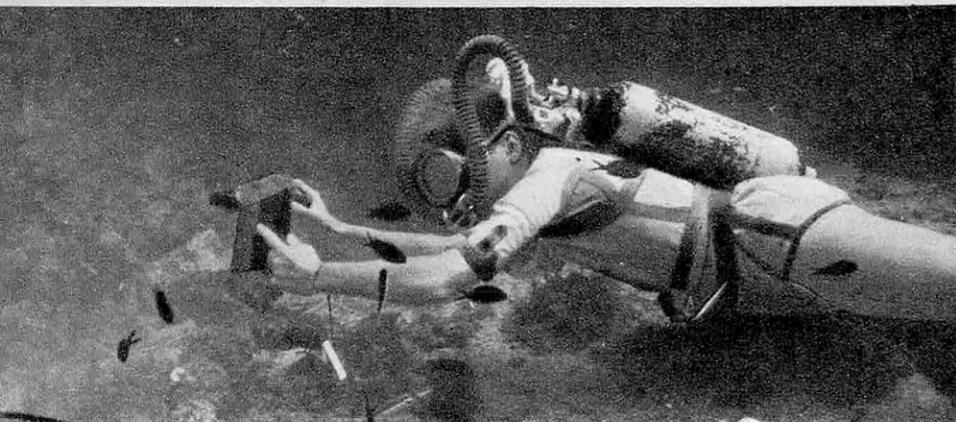
Un autre genre de document scientifique d'un grand intérêt pratique est celui qu'emploient les médecins : photographier sur place l'intérieur d'un organe constitue évidemment un excellent moyen de diagnostic et permet aussi de suivre les progrès d'un traitement curatif. C'est ainsi qu'on a imaginé de minuscules appareils comprenant un dispositif d'éclairage et de prises de vues, appareils que l'on peut introduire dans l'estomac, par exemple, pour en photographier la paroi interne. Mais l'application la plus étendue est sans doute celle de la photographie ophtalmoscopique, qui sert à déceler les plus minimes altérations de la rétine de l'œil.

Il y a un siècle que Helmholtz découvrit

l'ophtalmoscope en jouant avec ses enfants ; il portait des lunettes et, un rayon de soleil s'étant réfléchi sur un de ses verres et pénétrant par hasard dans l'œil d'un de ses fils, qui justement le regardait à ce moment, Helmholtz constata que l'œil de l'enfant paraissait lumineux : une lumière rougeâtre sortait de l'œil du fils pour entrer dans celle de son père, faisant ainsi en sens inverse le trajet du rayon de soleil initial. Dans tous les ophtalmoscopes, la lumière doit accomplir un double trajet puisqu'elle pénètre dans l'œil du patient et en ressort, en utilisant la seule ouverture naturelle de l'œil, la pupille ; c'est là une des difficultés du problème, car les réflexions parasites durant le trajet d'aller risquent de voiler la netteté de l'image de retour.

Les inventeurs se sont ingénies à tourner cette difficulté ; ainsi dans un ophtalmoscope récemment dessiné par M. Françon à l'Institut d'Optique de Paris, on utilise deux parties différentes de la pupille de l'œil examiné, l'une pour laisser entrer la lumière et l'autre pour la ressortir, et l'image est ainsi excellente (page 81).

Dix ans seulement après l'invention de l'ophtalmoscope, on s'ingéniait à photographier la rétine, mais ces premières tentatives se heurtaient à la médiocre sensibilité des plaques de cette époque. Ce fut notre compatriote Guilloz qui, en 1893, obtint le premier des vues satisfaisantes ; il inventa même à cette occasion le principe du « reflex » qui



Cl. Ivanoff.

● Photographie sous-marine prise près des îles Lérins, dans la Méditerranée, non loin de Cannes, à 40 mètres de profondeur, à travers le hublot spécial (ouverture de l'objectif $f : 4,5$; obturateur réglé au $1/50$ de seconde). Le plongeur pourvu d'un équipement respiratoire manipule une ancre et porte au poignet un manomètre de profondeur. Le champ de l'appareil photographique est le même que si on opérait dans l'air et on voit que l'image est très nette jusqu'à la limite du champ.

permet de suivre l'image sur le dépoli jusqu'au déclenchement de l'obturateur, lequel produit simultanément l'escamotage du miroir de mise au point. Actuellement on peut photographier en couleurs et cinématographier la rétine presque aussi facilement qu'on la regarde.

AUTRES DOCUMENTS SCIENTIFIQUES

Pour clore ce rapide aperçu de l'emploi scientifique de la photographie dans l'enregistrement de documents que l'œil pourrait voir directement, mais qu'il est plus commode et plus précis de fixer sur l'émulsion, nous citerons deux intéressantes applications, l'une à la mesure des tensions internes, l'autre à l'étude des spectres.

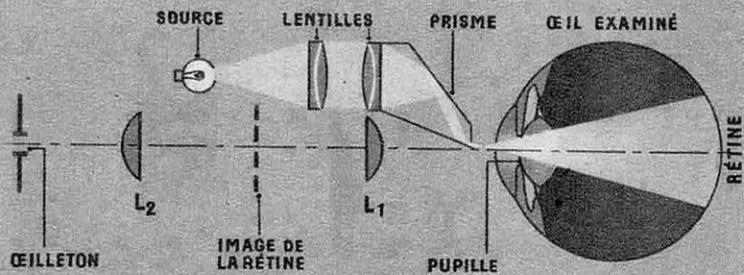
La résistance des matériaux est une technique difficile, qui nécessite parfois des calculs ardu, mais dont l'intérêt est évident : l'ingénieur ne peut avoir la conscience tranquille que s'il est certain que les efforts qui naîtront à l'intérieur d'un organe quelconque resteront largement inférieurs à la limite de sécurité. Une remarquable méthode, due à l'ingénieur français Mesnager, permet de remplacer par des photographies toute une série de longs calculs : on construit un modèle en verre de l'organe, ou de l'ouvrage d'art entier, et on le soumet à des efforts réduits à la même échelle ; les tensions internes qui se développent rendent le verre biréfringent, c'est-à-dire que si on l'observe en lumière polarisée (entre nicols croisés), on voit des franges claires et obscures qui permettent de déterminer les points de tension maximum et même de mesurer cette tension par l'aspect des franges. Actuellement ces modèles réduits sont établis en matière plastique, plus aisée à mettre en œuvre que le verre, et cette technique revêt une grande variété d'emplois ; on pourra en juger par les exemples que l'on voit reproduits (page 82), et qui proviennent du Laboratoire de mécanique de l'École supérieure de

Physique et de Chimie industrielles de la Ville de Paris.

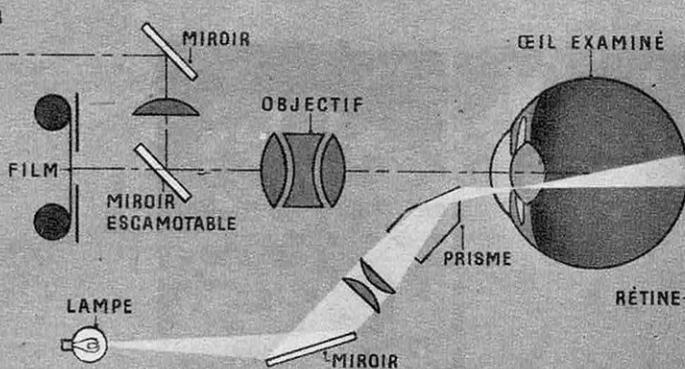
Il existe enfin un très vaste domaine où la physique et la chimie font un constant appel à la photographie, à savoir la technique d'enregistrement des spectres optiques. Les spectres d'absorption, en particulier, sont très précieux à connaître en détail parce que les radiations qu'absorbe une substance la caractérisent : chaque composé chimique possède son spectre propre et souvent des molécules de structures voisines possèdent des spectres qui se ressemblent ; ainsi la présence de certains radicaux chimiques dans de grosses molécules organiques, et même leur position dans la molécule, se reflète dans leur spectre et permet d'élucider les structures inconnues. Dans le visible, ces spectres peuvent être étudiés visuellement au spectroscopie, mais il est plus précis de les photographier et d'étudier ensuite les clichés au microphotomètre enregistreur, ce qui non seulement détermine quelles radiations sont absorbées, mais aussi dans quelle proportion. Dans l'infrarouge et l'ultraviolet, l'émulsion photographique remplace obligatoirement la rétine devenue aveugle.

Un cas remarquable d'enregistrement de spectres se rapporte à l'effet Raman, phénomène ainsi nommé en l'honneur du physicien hindou qui le découvrit et reçut de ce fait le prix Nobel : si l'on fait traverser une solution transparente par une radiation monochromatique, c'est-à-dire par un rayonnement d'une seule longueur d'onde (obtenu habituellement en isolant une des radiations émises par un arc à vapeur de mercure), la lumière diffusée par cette solution comprend, outre la radiation incidente très intense, de faibles radiations nouvelles qui sont décalées en fréquence par rapport à la radiation excitatrice ; ce décalage s'explique par les vibrations des molécules présentes dans la solution et l'étude du spectre Raman permet de mesurer ces fréquences de vibrations et d'en déduire la structure chimique de la molécule responsable ; l'intensité des raies

● Schéma de principe d'un ophtalmoscope portable moderne (Françon) : une image de la source lumineuse est projetée, par deux lentilles et un prisme réflecteur, sur une partie de la pupille de l'œil examiné dans lequel elle pénètre; la lumière diffusée par la rétine va former dans la lentille L₁ une image reprise par L₂. L'observateur place son œil derrière l'ocilleton.



● Principe d'un appareil pour photographier la rétine (Dudragne) : le dispositif d'éclairage est analogue à celui de l'appareil précédent; un objectif projette l'image de la rétine sur le film; un miroir escamotable permet la mise au point en réflex, l'observateur voyant en relief grâce à un système binoculaire.



permet aussi d'évaluer la quantité de substance en solution; c'est en somme une méthode d'analyse et de dosage chimiques, qui n'utilise que l'optique et n'altère pas le corps étudié; parfois même on peut se contenter de traces infimes.

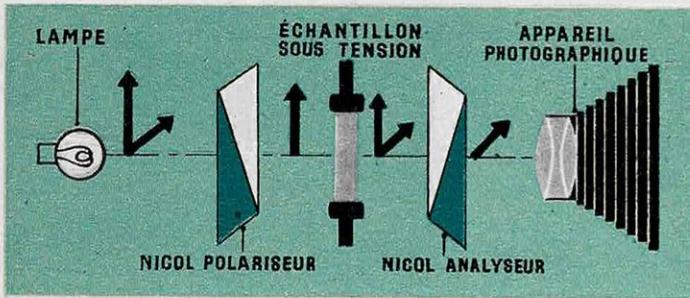
Dans cette technique si fructueuse, le secours de la photographie est essentiel: les rajés Raman sont très faibles, et pour les enregistrer il faut faire appel à la précieuse faculté d'accumulation qui caractérise l'émulsion, grâce à l'emploi de poses qui se chiffrent parfois en dizaines d'heures. C'est ainsi qu'un savant français d'une exceptionnelle adresse expérimentale, M. Michel Vacher, a pu étudier et doser certaines substances qui, telles les vitamines, ne se rencontrent qu'à l'état de traces; une dose inférieure au microgramme (millième de milligramme) suffit parfois pour caractériser la substance recherchée, et même en mesurer la teneur.

PHOTOGRAPHIE ASTRONOMIQUE

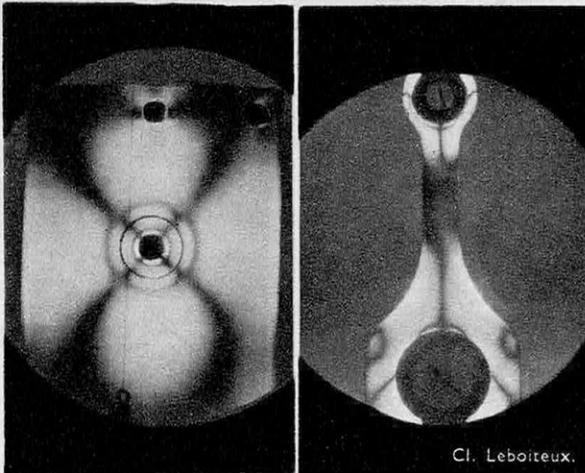
L'astronomie est peut-être le domaine de la Science où la photographie rend le plus de services. Parmi les innombrables applications, nous en retiendrons deux qui illustrent des progrès récents, réalisés en France.

Photographie de rétine : la tache blanche ronde visible à droite est la papille (entrée du nerf optique et des vaisseaux sanguins). L'aspect de la partie gauche de la photographie (région maculaire) est pathologique.





◆ Schéma des mesures de tension interne en lumière polarisée; la lumière ordinaire émise par la lampe n'est pas polarisée, elle vibre donc autant dans deux directions quelconques perpendiculaires; après avoir traversé le premier nicol, la lumière est polarisée et vibre dans une direction définie; le second nicol dont le plan de polarisation fait un angle droit avec celui du premier l'arrêterait entièrement. Mais l'échantillon est biréfringent, par suite de ses tensions internes et la lumière est dépolarisée en partie, il en passe donc à travers le nicol analyseur.



● Tensions internes mises en évidence en lumière polarisée sur maquettes en matière plastique; à gauche, dans une plaque chargée en son centre, à droite, dans une bielle.

et une plaque photographique sur la fente de sortie; on enregistrerait bien ainsi une image monochromatique du soleil, mais ligne par ligne, ce qui était long et incommode; en outre, des phénomènes variant très rapidement ne pourraient être ainsi enregistrés exactement.

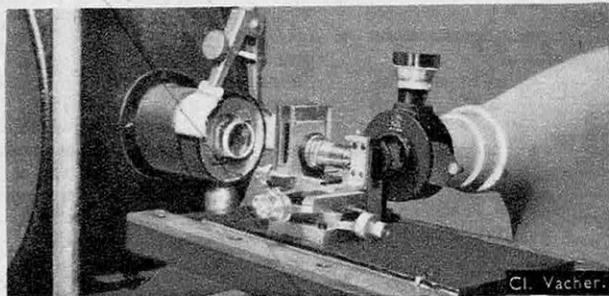
Un physicien et astronome français, M. Bernard Lyot, a imaginé et construit un filtre monochromatique utilisant le principe des spectres cannelés de polarisation: si de la lumière blanche naturelle traverse un polariseur puis un autre polariseur « croisé » avec le premier, c'est-à-dire tourné de 90° , aucune lumière ne peut traverser cet ensemble;

mais si on interpose entre les polariseurs une lame cristalline convenablement taillée, la lumière réapparaît pour certaines longueurs d'onde et reste arrêtée pour d'autres, si bien qu'analysée au spectroscope la lumière qui a traversé l'ensemble offre une série de cannelures alternativement claires et obscures, et régulièrement espacées; ces cannelures sont d'autant plus serrées que le cristal est plus épais. Si maintenant l'on met bout à bout deux appareils de ce genre, le cristal de l'un étant deux fois plus épais que pour l'autre, on ne laisse passer que les radiations appartenant à la fois aux deux systèmes de cannelures, c'est-à-dire qu'on supprime une cannelure claire sur deux du système le plus serré; avec trois appareils bout à bout, d'épaisseurs proportionnelles aux nombres 1, 2 et 4, il ne restera plus qu'une cannelure claire sur 4; avec 4 appareils, 1 sur 8; avec 5, 1 sur 16 et avec 6, 1 sur 32; à ce moment les radiations transmises deviennent assez écartées pour qu'on puisse en isoler une par un filtre coloré ordinaire.

Une des réalisations de cet appareil comprend 6 lames de quartz à section carrée (de 36 mm de côté), chacune étant deux fois plus épaisse que la précédente: la plus mince n'a que 2,2 mm environ tandis que la plus grosse en a 71; entre chaque lame, avant la première et après la dernière, sont placés des polariseurs, constitués chacun par un prisme de spath et un prisme de verre de même angle et placés en sens inverse si bien que l'ensemble est une lame de 14 mm d'épaisseur; tout cet empilement, dont toutes les faces sont collées au baume de Canada pour éviter les pertes de lumière par



◆ Le spectre Raman de la vitamine A obtenu avec le dispositif « micro-Raman » est au milieu; on remarque à gauche le groupe intense des raies bleues du mercure et à droite la raie verte; ces raies qui existent dans le rayonnement excitateur se retrouvent naturellement dans la lumière diffusée par le produit examiné, mais on aperçoit entre elles des raies plus faibles qui constituent le spectre Raman. En-dessus et en-dessous on a enregistré un spectre de comparaison qui facilite l'étalonnage du spectre Raman.

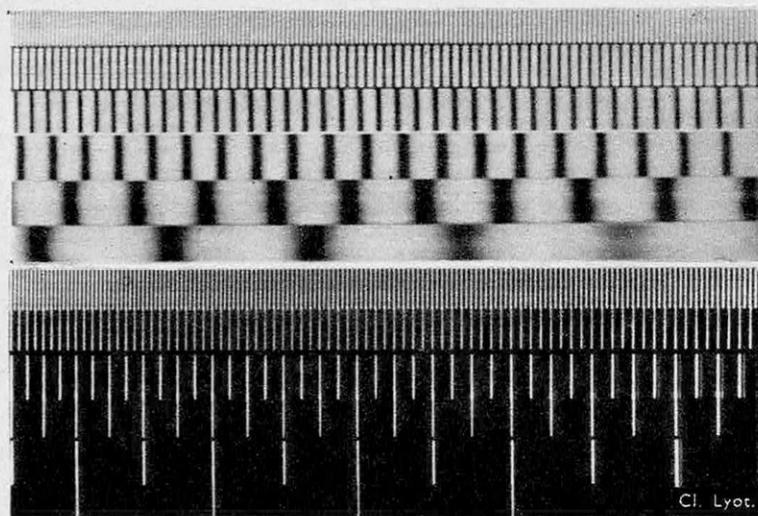


◆ Montage micro-Raman : à gauche, l'arc à mercure qui éclaire une fente sur laquelle est placée une lentille ; puis une cuve filtre la raie bleue émise par le mercure ; un objectif de microscope projette l'image de la fente sur une cuve minuscule contenant la solution à étudier ; la lumière diffusée à angle droit de la direction d'incidence est étudiée au spectrographe à grande luminosité, type Huet, dont on voit à droite l'entrée. Ce montage donne, en 10 h, des spectres Raman avec des prises d'essais de quelques dizaines de microgrammes.

reflexions, a près de 25 cm de longueur et est enfermé dans un tube où une régulation électrique maintient la température constante au 1/10 de degré ; en modifiant la température, on peut régler la longueur d'onde que le filtre laisse passer. Cet ensemble possède une transparence élevée (40 %) tout en isolant une bande très étroite, qui est égale à la largeur d'une cannelure dans le spectre du quartz le plus épais.

Cet appareil, qui est un extraordinaire tour de force d'ingéniosité et de patience (M. Lyot a travaillé ce problème depuis 1920!) permet d'obtenir de belles photographies du so-

et surtout extrêmement onéreux. Une solution toute différente a été proposée récemment par M. André Lallemand, qui a construit à l'Observatoire de Paris un prototype de télescope électronique : au lieu d'agir directement sur l'émulsion photographique, la lumière emprunte l'intermédiaire d'électrons qu'elle engendre par effet photoélectrique dans une mince couche de métal ; ces électrons sont accélérés et focalisés par des méthodes fort analogues à celles qu'on retrouvera dans le microscope électronique ; mais tandis que dans celui-ci l'avantage des électrons est de permettre une image plus

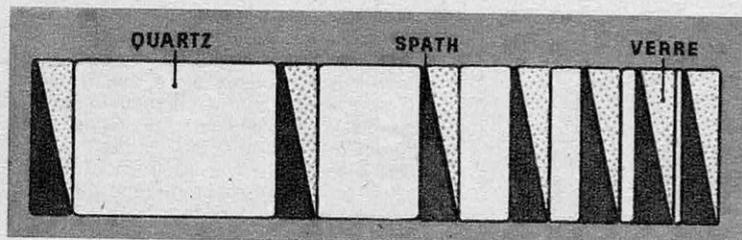


● Exemples de spectres cannelés de polarisation obtenus à l'aide du filtre monochromatique de M. Bernard Lyot : en haut, les spectres cannelés donnés par six lames superposées dont l'épaisseur croît suivant une progression géométrique ; la plus mince étant en bas, celle qui la surmonte est 2 fois plus épaisse, la suivante 4 fois, puis 8 fois, etc. ; la lame supérieure est 32 fois plus épaisse que la lame inférieure. En dessous, ce que laisse passer la lame la plus épaisse seule (en haut), puis la superposition des deux plus épaisses (en dessous), puis des trois plus épaisses, etc. ; et enfin, en bas, les raies bien séparées que laissent passer les six lames superposées.

eil dont quelques-unes sont reproduites page 85.

Dans cette application, l'émulsion photographique enregistre des images brèves et brillantes ; mais habituellement, en astronomie, on accumule au contraire l'action de très faibles radiations, provenant par exemple des nébuleuses les plus lointaines. Les poses se chiffrent par heures, ou même par jours (plutôt par nuits). Afin de recueillir plus de lumière et d'étudier des astres de plus en plus faibles, on a été conduit à construire des télescopes géants, appareils délicats

fouillée et des grossissements plus forts que la lumière, dans le télescope les électrons ne servent que d'intermédiaire, de relais, pour obtenir une image finale plus intense ; cette image est finalement reçue par l'émulsion photographique, mais la pose peut être considérablement réduite ou, si l'on préfère, le télescope sera beaucoup plus simple et moins coûteux. Cette technique fort remarquable est pleine de promesses et, tout comme dans la microscopie électronique, le récepteur photographique y joue un rôle tout à fait essentiel (page 86).



◀ Filtre monochromateur par polarisation (Lyot) formé par six lames de quartz dont l'épaisseur est multipliée par deux en passant de l'une à la suivante. Entre les lames successives sont interposés des polariseurs constitués par deux prismes de même angle, en verre et en spath, accolés.

ENREGISTREMENT DU MOUVEMENT

Les phénomènes qui varient au cours du temps, et surtout ceux qui varient rapidement, ne se prêtent commodément à une étude scientifique que si on les immobilise par un artifice, ce qui peut se faire de deux façons : si le mouvement à étudier se ramène à celui d'un point lumineux, c'est-à-dire pratiquement d'une source de faibles dimensions, il est possible d'enregistrer sur une émulsion photographique la courbe décrite par ce point dans son mouvement, parce que les positions successives de l'image ne seront pas superposées ; si au contraire on désire étudier le mouvement d'un objet étendu, il faut en fixer les phases successives d'une façon discontinue, suivant le principe du cinéma ; nous reviendrons tout à l'heure sur ce dernier cas, mais pour le moment nous allons décrire deux intéressantes applications de l'enregistrement des mouvements de points lumineux.

Un premier exemple nous sera fourni par la technique dite du « ciel étoilé », inventée par l'Inspecteur général du Génie Maritime Emile Barrillon, et qui sert à étudier la houle sur modèles réduits : quand on fait un projet d'ouvrage maritime tel qu'un port, il est extrêmement difficile de prévoir par le calcul l'état d'agitation de la surface de l'eau qui risque de prendre naissance dans les divers bassins suivant l'état de la mer et du vent ; on remplace cette étude inextricable par des expériences sur maquettes ; on réalise un modèle à petite échelle, en respectant bien entendu les profondeurs relatives, puis on agite l'eau à une cadence régulière et réglable pour imiter la houle, et on étudie photographiquement les mouvements de la surface de l'eau qui vont en résulter ; un grand nombre de petites ampoules électriques sont suspendues au plafond, au-dessus de la maquette, et leurs images réfléchies à la surface de l'eau décrivent des trajectoires qui permettent de déterminer la direction et l'amplitude de l'agitation de l'eau en chaque point.

A partir des résultats ainsi obtenus, on modifiera la maquette par retouches successives, jusqu'à ce que l'agitation n'atteigne en aucun point de port des valeurs inadmissibles ; il est évidemment beaucoup plus économique de passer quelques mois à réaliser de telles études sur modèles réduits

que d'avoir ensuite à modifier un ouvrage réel qui ne donnerait pas satisfaction ; aussi le Laboratoire National d'hydraulique de Chatou, où sont étudiés sur modèles réduits de nombreux ouvrages terrestres et maritimes, a-t-il beaucoup développé cette remarquable technique (page 87).

Un second exemple concerne l'enregistrement des courbes si diverses que décrit le pinceau d'électrons sur l'écran fluorescent d'un oscillographe cathodique ; ce précieux appareil permet d'étudier les phénomènes électriques les plus rapidement variables, et indirectement un phénomène variable quelconque qu'il est toujours facile de transformer en une variation de potentiel ou de courant électrique ; déjà l'œil, en regardant la trace fugitive laissée sur l'écran par le pinceau cathodique, peut y discerner les principales caractéristiques du phénomène étudié, mais la photographie vient, ici encore, apporter son aide pour réaliser un enregistrement permanent que l'on pourra ensuite mesurer à loisir.

Aussi devant les écrans d'oscillographes cathodiques modernes, est-il prévu fréquemment la possibilité de fixer un appareil photographique de petit format (page 87).

CINÉMA ULTRA-RAPIDE

Déjà le cinéma ordinaire, avec ses possibilités de ralenti et d'accélération, rend d'appréciables services à la recherche scientifique ; mais pour l'analyse des mouvements très rapides, il a fallu mettre au point des techniques nouvelles : il est bien évident qu'à partir de quelques milliers d'images par seconde il devient impossible de donner au film un mouvement discontinu et ce n'est plus à la mécanique, mais à l'optique, qu'on s'adresse pour enregistrer sur le film des images successives. Diverses solutions sont possibles ; dans toutes l'émulsion photographique est, soit animée d'un mouvement régulier, soit immobile.

On peut d'abord songer à utiliser des miroirs ou des objectifs mobiles ; récemment, Bartels et Miller ont pu atteindre une cadence de 2 millions d'images par seconde avec des miroirs tournants, mais ces appareils sont délicats à mettre en œuvre.

On peut aussi songer au phénomène de Kerr : le nitrobenzène soumis à des champs électriques devient biréfringent, c'est-à-dire

qu'il rétablit la lumière quand on l'intercale entre des polariseurs croisés ; en utilisant des champs à haute fréquence, on peut ainsi réaliser un obturateur très rapide et Froome (1948) a pu par ce moyen atteindre une cadence de 40 millions d'images par seconde, mais au prix de grandes difficultés.

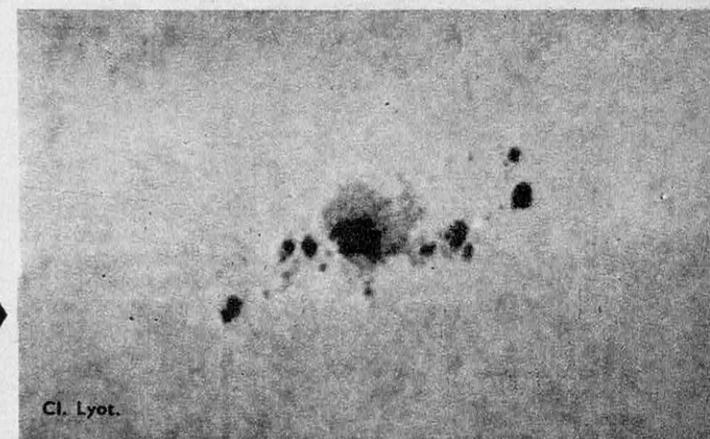
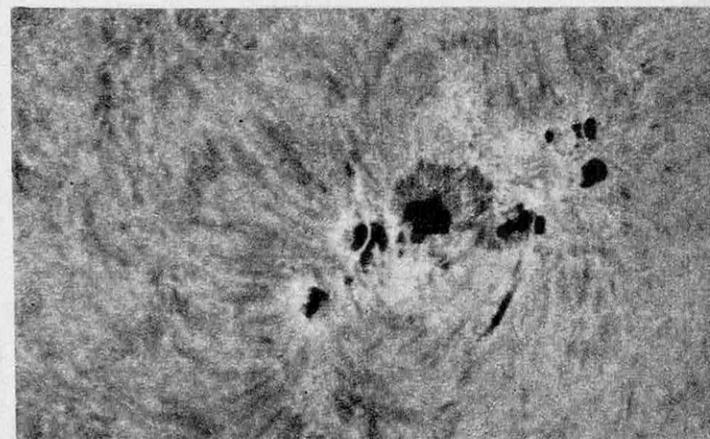
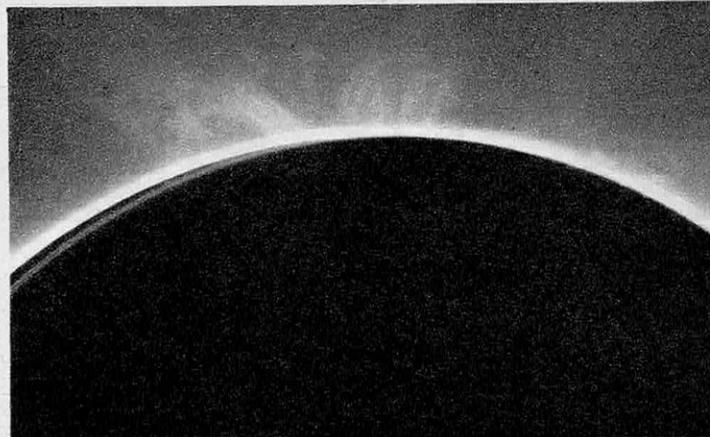
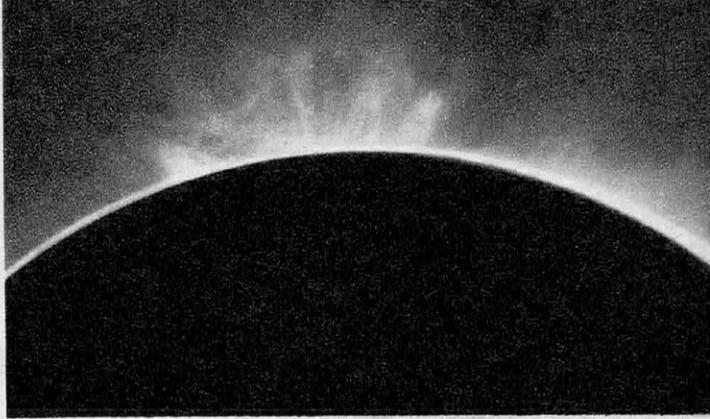
On peut enfin utiliser un découpage optique de l'image, qui rappelle celui de la télévision ; ainsi O'Brien et Milne (1948) divisent l'image en un certain nombre de lignes par un montage optique fixe de prismes et de lentilles ; ces lignes s'inscrivent sur le film bout à bout, de façon à n'occuper qu'une seule ligne sur toute la largeur du film (sur le schéma page 88, on n'a représenté que 4 lignes, pour simplifier ; le prototype en comptait 20, le modèle actuel une centaine) ; à la projection au ralenti, un système identique restitue l'image.

Ici on ne peut plus (à proprement parler) dire combien il y a d'images par seconde, et c'est le pouvoir séparateur du dispositif optique et de l'émulsion qui est la seule limitation à la vitesse des mouvements qu'on peut enregistrer ; l'appareil actuel équivaut à peu près à 100 millions d'images par seconde, mais la qualité de l'image est évidemment assez médiocre.

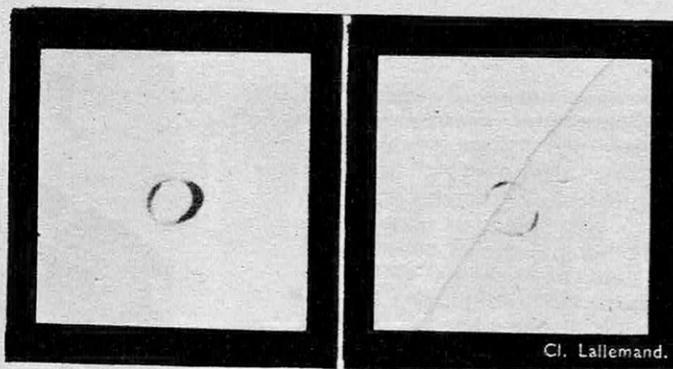
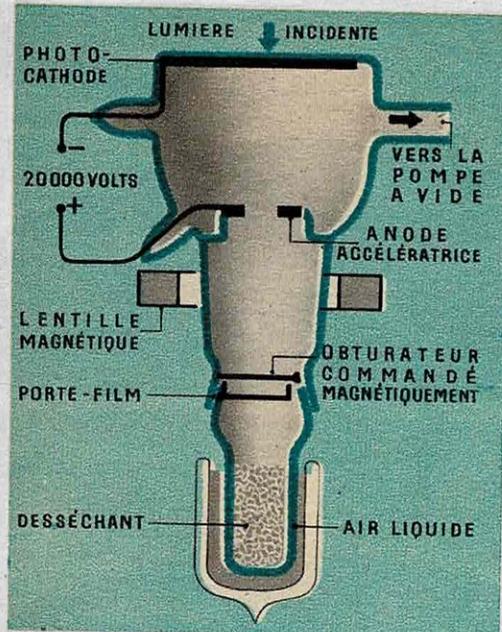
Du point de vue scientifique, il est beaucoup moins intéressant de battre des « records » que d'obtenir de bonnes images, permettant une étude précise des phénomènes. Aussi, dans le laboratoire central de l'Armement, les Ingénieurs Fayolle et Naslin ont-ils mis au point un montage très remarquable qui permet d'obtenir d'excellents clichés de projectiles.

Le principe est le suivant : la source de lumière est constituée par 18 tubes à krypton qui donnent des éclats très brillants et très brefs (de durée inférieure au dix-millionième de seconde) quand on décharge dans les tubes un condensateur ; le phénomène à étudier, par exemple le projectile, provoque lui-même le déclenchement des décharges, mais les 18 éclats ne sont pas simultanés ; par des résistances réglables, on introduit des décalages tels que les éclats se succèdent régulièrement d'une lampe à la suivante, ce qui donne une cadence d'images réglable entre 10 000 et un million

De haut en bas : images monochromatiques de la couronne solaire, prises presque simultanément, mais la première dans le vert, et la seconde dans le rouge ; images monochromatiques de la chromosphère solaire, montrant un beau groupe de taches, prises avec la même radiation mais à un intervalle de 6 heures.



Cl. Lyot.



● A gauche, schéma de télescope électronique : l'image optique se forme sur la photocathode semitransparente, en césium, qui émet de ce fait des électrons ; ceux-ci sont accélérés par l'anode, puis focalisés par la lentille magnétique. Un excellent vide doit régner dans l'appareil ; on l'améliore avec un desséchant maintenu à basse température. Les deux photographies ci-dessus montrent un même objet, un filament incandescent, vu à travers un filtre très sombre et photographié avec un même objectif : le cliché de gauche a été obtenu en 4 mn avec l'intermédiaire du télescope électronique, tandis que celui de droite résulte de 6 h de pose sans cet intermédiaire.

par seconde ; les 18 images se peignent sans superposition en des régions différentes de l'émulsion immobile, par l'artifice d'une lentille de champ et de 18 objectifs différents (pages 76 et 77).

On peut concevoir naturellement un plus grand nombre d'images au total (un des appareils réalisés en comporte 30), chacune étant excellente et se prêtant à tout l'agrandissement permis par la qualité des objectifs et de l'émulsion. Les applications sont innombrables.

PHOTOGRAPHIE ET RAYONS X

La photographie des radiations électromagnétiques de longueur d'onde plus courte que la lumière visible ne pose pas de problème particulier ; cependant la gélatine des émulsions devient opaque à l'ultraviolet lointain ; pour les rayons X et gamma, cette difficulté disparaît, mais la photographie devient alors une technique d'ombres chinoises, car il n'est plus possible de construire d'objectifs donnant une image au sens ordinaire du mot : les rayons X ne sont pratiquement pas déviés par les corps qu'ils traversent ; il ne serait pas impossible de construire des miroirs qui, sous une incidence presque rasante, donnent de véritables images optiques à l'aide de rayons X, et quelques essais ont déjà été tentés dans ce sens ; ils n'en sont encore qu'au stade du laboratoire et, en pratique, ce ne sont que des silhouettes ou des ombres qui constituent les radiographies de rayons X.

Ces radiographies jouent en médecine un rôle bien connu sur lequel il est inutile d'insister ; ce qui est moins connu, c'est la difficulté qu'on éprouve à obtenir de bonnes photographies X des objets très minces et très peu absorbants, tels que feuilles ou

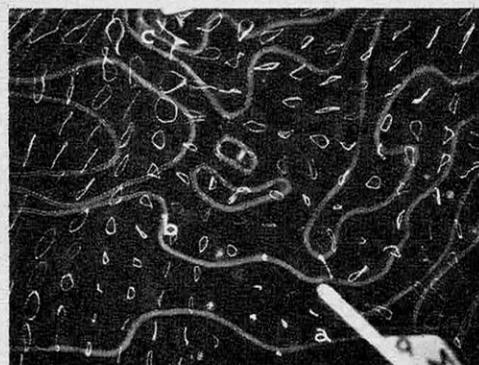
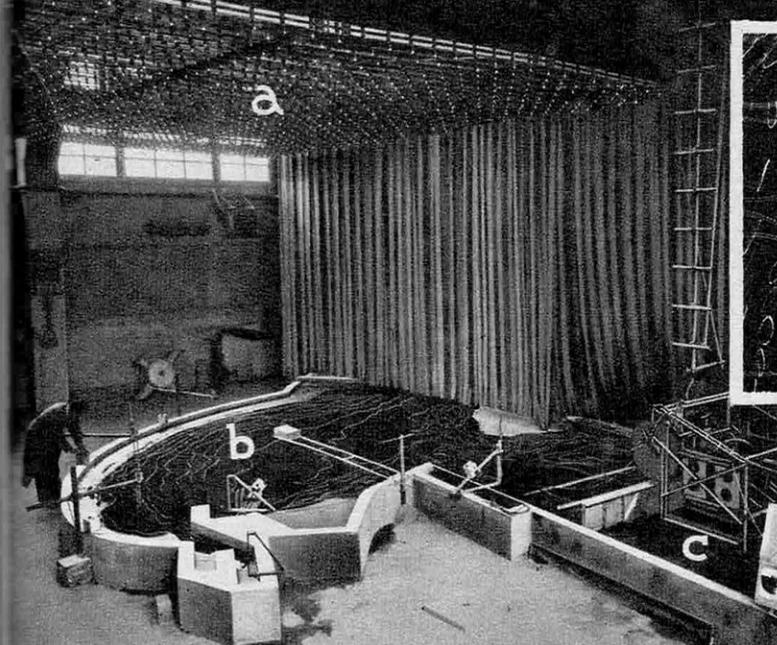
fleurs ; à Bellevue, M. Trillat a pu réaliser de très belles radiographies de fleurs en employant des rayons X extrêmement mous, donc facilement absorbés, et engendrés par des tensions de quelques milliers de volts seulement ; mais l'air lui-même finit par devenir absorbant.

On trouvera page 89 quelques clichés d'objets végétaux réalisés par une technique analogue dans le Laboratoire de Physique du Muséum.

PHOTOGRAPHIE ET RADIOACTIVITÉ

Une année après que Röntgen eut découvert les rayons X par leur action sur la plaque photographique (1895), Henri Becquerel découvrait par la même méthode la radioactivité, c'est-à-dire cette propriété que possèdent spontanément certains noyaux, les plus lourds qui existent, de se désintégrer en émettant des rayonnements. Il est curieux de signaler que, dès 1867, Niepce de Saint-Victor avait constaté que des cristaux de nitrate d'uranium noircissaient une plaque photographique sur laquelle on les laissait quelque temps, dans l'obscurité, et même après interposition de feuilles de papier entre les cristaux et la surface de l'émulsion ; il avait attribué cet effet à la phosphorescence des sels d'uranium, passant ainsi à côté d'une grande découverte qui, trente ans plus tard, devait marquer le début de la physique moderne, celle du noyau de l'atome.

Recommençant l'expérience de Niepce de Saint-Victor, sans le savoir d'ailleurs, Henri Becquerel sut analyser correctement le phénomène ; c'est toute la différence entre un esprit brillant, mais superficiel, et un savant de génie. On trouvera page 89



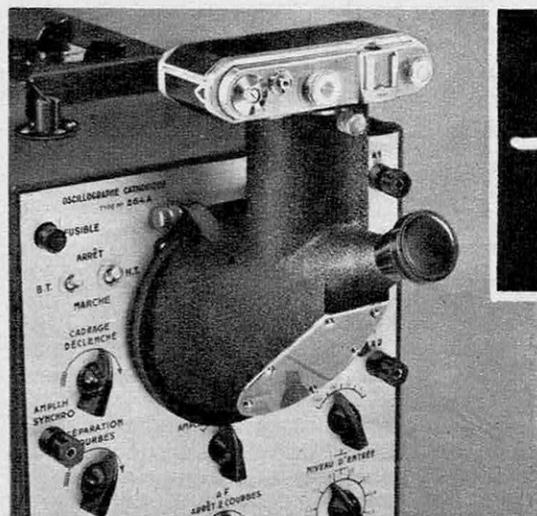
● Méthode du ciel étoilé pour l'étude de la houle sur modèles réduits : a, lampes étoiles ; b, modèle ; c, batteur mécanique. Ci-dessus, exemple d'enregistrement photographique : en a, petits segments de droite d'une houle pure ; en b, ellipses ou courbes en 8, engendrées par deux houles perpendiculaires ; en c, trajectoires plus complexes. (Laboratoire National d'Hydraulique de Chatou.)

une émouvante reproduction de cette première photographie obtenue par Henri Becquerel au moyen de sels d'uranium, le 1^{er} mars 1896, dans son vieux Laboratoire du Jardin des Plantes.

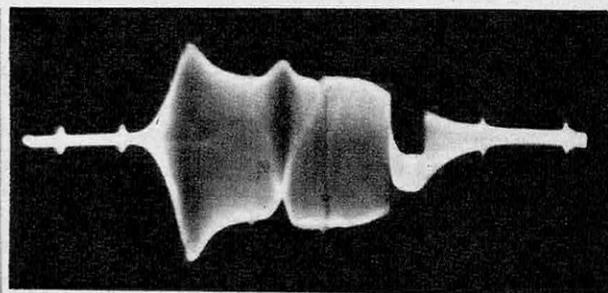
Outre les rayons gamma qui sont des ondes électromagnétiques analogues aux rayons X, mais de longueur d'onde encore plus courte, les corps radioactifs naturels émettent des corpuscules électrisés appelés rayons alpha et bêta ; les rayons alpha sont des noyaux d'hélium chargés positivement, les rayons bêta sont des électrons négatifs. On peut se demander par quel heureux hasard ces corpuscules matériels rendent développable l'émulsion photographique, tout comme la lumière, ce qui ouvre à la photographie tout un nouveau domaine d'applications scientifiques. La théorie actuelle de l'action

photographique permet de comprendre ce fait.

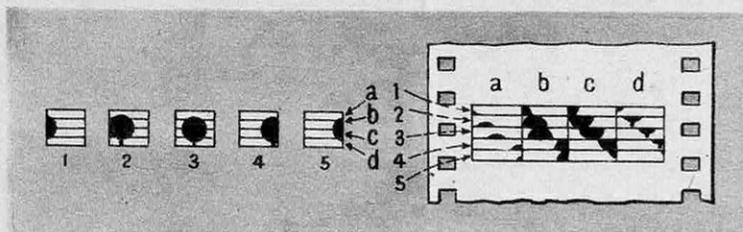
Quand un rayon de lumière est absorbé par un cristal de bromure d'argent, il y provoque une libération d'électrons qui circulent librement dans le cristal et se fixent en divers points de la surface de celui-ci ; ils attirent en ces points des ions d'argent du cristal, qui se déchargent à leur contact en atomes ordinaires d'argent et forment les germes de l'image latente. Si maintenant, au lieu de lumière, on envoie dans le cristal une particule électrisée, celle-ci produit par ionisation dans le cristal l'apparition d'électrons libres, dont le sort sera le même que précédemment ; la seule différence est que la lumière doit être absorbée par le cristal pour agir, tandis que le corpuscule manifeste son passage à travers tous les cristaux qu'il



Cl. Ribet-Desjardins.



● Un appareil photographique de petit format permet d'enregistrer les courbes qui apparaissent sur l'écran fluorescent d'un oscillographe cathodique pour l'étude de phénomènes rapidement variables. On voit ci-dessus la courbe photographiée à l'aide d'un tel dispositif qui permet aussi la vision directe. Elle représente la réponse « video » d'un appareil récepteur de télévision pour une définition des images à 441 lignes, avec marquage par un trait vertical tous les mégacycles.



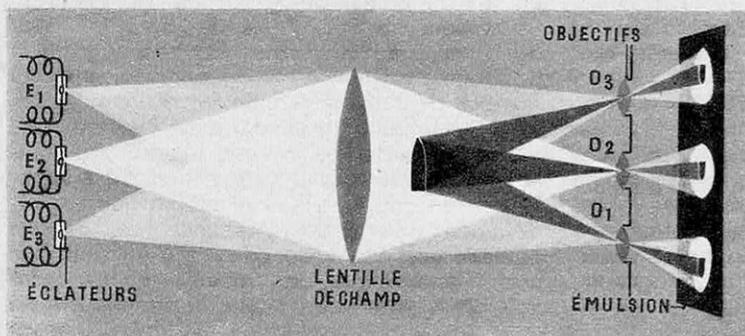
● Schéma de principe du découpage optique de l'image dans l'ultra-cinéma O'Brien et Milne : les cinq images successives sont transformées en cinq lignes pour leur enregistrement ; on suppose ici chaque image découpée elle-même en quatre lignes (a, b, c, d) ; il y en a bien plus dans la réalité.

traverse, ne laissant qu'un peu de son énergie dans chacun ; il inscrit donc sa trajectoire elle-même, tandis que la lumière ne se manifeste qu'au lieu même de sa disparition, de son absorption par la matière.

Cette propriété des rayonnements radioactifs, de s'inscrire dans l'émulsion photographique, a donné naissance à une technique très précieuse, celle des **auto-radio-graphies** qui fut imaginée en 1924 par le professeur Lacassagne, et appliquée aux recherches biologiques dans son laboratoire de l'Institut du Radium. Supposons qu'on injecte dans les veines d'un animal une solution radioactive, par exemple un sel de polonium (ce corps qui fut découvert par Mme Curie et ainsi nommé à cause de son

LA RADIOACTIVITÉ ARTIFICIELLE

En découvrant il y a une vingtaine d'années la radioactivité artificielle, M. et Mme Joliot-Curie ont doté la science d'un nouvel outil de recherches. Par bombardement des noyaux d'atomes ordinaires avec des corpuscules divers (en particulier des neutrons, qui n'étant pas chargés franchissent plus aisément les défenses du noyau), on peut réaliser le vieux rêve des alchimistes et obtenir par transmutation un nouvel atome ; fréquemment celui-ci est instable, donc radioactif, et se désintègre spontanément au bout d'une vie plus ou moins brève. Actuellement on connaît, de tous les corps naturels,



● Principe de l'ultracinéma électronique du Laboratoire Central de l'Armement : les tubes à éclat E donnent chacun, à travers l'objectif correspondant O, une image de la lentille de champ sur laquelle se profile l'objet en mouvement. On n'a représenté sur ce schéma que trois tubes et trois objectifs ; il y en a davantage en réalité (jusqu'à 30) ; les éclats des tubes E se suivent à une cadence réglable. Le film est immobile. (Voir page 76).

pays d'origine) ; au bout de quelques jours l'équilibre organique s'est établi et les atomes de polonium se sont fixés dans les divers tissus. On sacrifie l'animal et on place une coupe de l'organe étudié au contact d'une émulsion photographique ; les rayons alpha émis par les atomes de polonium qui se trouvent à la surface de la coupe pénètrent dans la gélatine et inscrivent leur trajectoire, qui n'a guère que 2 centièmes de millimètre de longueur ; après développement, on constate un noircissement de la plaque au contact des régions riches en produit radioactif.

Au microscope on peut même voir les trajectoires individuelles des rayons alpha, et leur nombre fournit une mesure de la teneur du corps radioactif qui s'est fixé dans le tissu (page 90).

un ou plusieurs **isotopes** radioactifs, de propriétés chimiques pratiquement identiques à celles de l'élément naturel, et de propriétés physiques fort voisines aussi, à cela près qu'ils se détruisent parfois tout seuls par radioactivité.

Le développement des cyclotrons et surtout des piles atomiques a mis ainsi sur le marché un nombre énorme d'isotopes artificiellement radioactifs ; la biologie s'en est naturellement emparée, car ces produits permettent de suivre à la trace l'assimilation par l'organisme d'un élément quelconque, depuis le plus léger, l'hydrogène, dont l'isotope appelé tritium est radioactif, jusqu'aux transuraniens (neptunium, plutonium, américium, curium, californium, béryllium) qui dépassent en poids le plus lourd des éléments naturels, l'uranium.



Cl. Crozy.

● Ces radiographies de végétaux divers ont été obtenues à l'aide de rayons X très « mous » engendrés par des tubes fonctionnant sous des tensions de quelques

milliers de volts seulement. Ces objets sont très peu absorbants et les rayons X ordinaires ne pourraient mettre en évidence les détails fins de leur organisation.

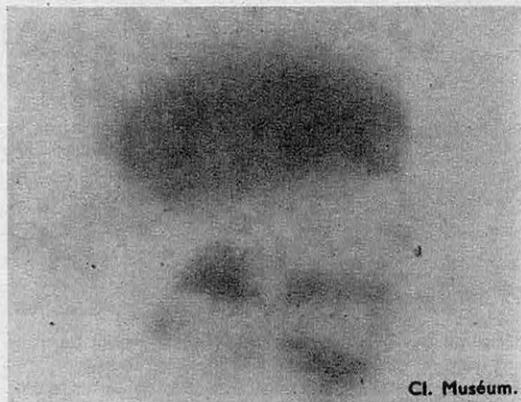
La plupart de ces isotopes artificiels émettent, quand ils sont radioactifs, des rayons bêta, c'est-à-dire des électrons négatifs ou positifs ; il est plus difficile d'obtenir des autoradiographies par les rayons bêta que par les alpha, parce que les électrons sont facilement diffusés ; pour voir les trajectoires isolées, il faut utiliser des émulsions spéciales.

Cependant, ici encore, la plaque photographique, utilisée conjointement avec d'autres modes de détection des particules, a rendu d'inappréciables services ; les isotopes les plus utilisés jusqu'ici ont été ceux du carbone, du phosphore, du soufre, de l'iode, du calcium, du cuivre et du zinc. En particulier le mode de fixation de l'iode dans la glande thyroïde a provoqué de nombreuses recherches utilisant la technique autoradiographique.

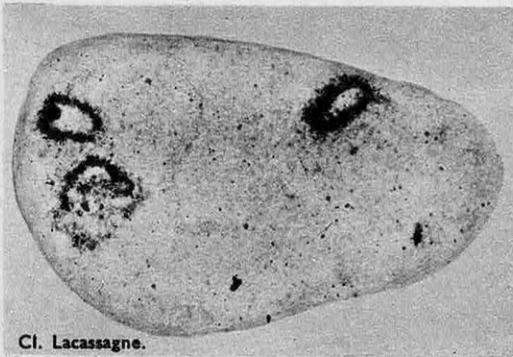
La première autoradiographie : c'est le cliché par lequel Henri Becquerel découvrit la radioactivité en 1896. On voit le noircissement dû à deux cristaux de sulfate d'uranyle posés sur une plaque, avec interposition d'une mince plaque d'aluminium. Une croix de cuivre a porté son ombre sous l'un des cristaux.

PHYSIQUE NUCLÉAIRE

Pour terminer, nous dirons quelques mots de l'utilisation des plaques photographiques dans les études sur les noyaux des atomes, cette partie de la physique qui est à l'avant-garde de la connaissance du monde vers l'infiniment petit. Le principe consiste à enregistrer dans l'épaisseur de l'émulsion

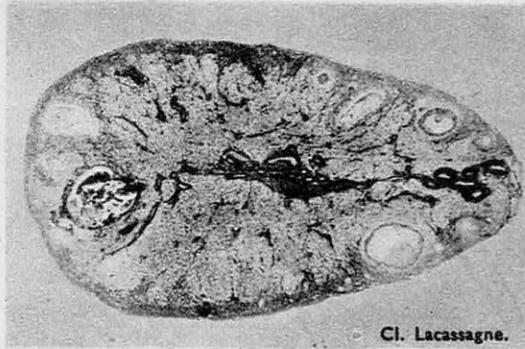


Cl. Muséum.



Cl. Lacassagne.

● Voici un « autohistoradiogramme » présentant la décomposition du polonium dans l'ovaire d'une lapine. Une coupe d'organe a été appliquée sur l'émulsion.



Cl. Lacassagne.

● Microphotographie de la coupe qui a fourni le radiohistogramme précédent. On détermine ainsi par comparaison la nature des tissus où s'était localisé le polonium.

les trajectoires de particules électrisées provenant soit de l'extérieur, soit de la désintégration d'un noyau de l'émulsion elle-même sous l'action d'un corpuscule extérieur. Pour ce genre de recherches, les fabricants ont mis au point des plaques spéciales à émulsion plus épaisse (jusqu'à 0,3 mm) et à grains plus fins (moins du millième de mm) que les couches ordinaires. On peut reconnaître les particules d'après l'aspect de leur trajectoire qui, à énergie égale, est d'autant plus grosse que la particule est plus lourde. Naturellement, seules les particules chargées électriquement peuvent ioniser les cristaux de bromure d'argent et les rendre développables ; les particules non chargées, telles le neutron ou le méson neutre, ne seront décelées qu'indirectement, par les désintégrations qu'elles produisent éventuellement dans l'émulsion elle-même.

Parmi ces études, une mention particulière doit être consacrée aux recherches portant sur le **rayonnement cosmique**, ce mystérieux messager des espaces intersidéraux. Malgré sa prodigieuse énergie (qui est

peut-être un résidu fossile de l'origine de notre Univers), il est absorbé presque complètement par notre atmosphère et, pour l'étudier, il faut donc envoyer le récepteur dans la stratosphère, à 15 ou 20 km de hauteur. On emploie pour cela une technique créée en France par Hermitte et Besançon en 1892, et développée par Teisserenc de Bort à partir de 1899, celle des **ballons-sondes**. Ce sont des ballons libres de quelques mètres de diamètre, emportant des plaques photographiques placées dans une boîte opaque à la lumière, mais traversée facilement par le rayonnement cosmique. Afin de pouvoir suivre les ballons pendant leur ascension, ils emportent avec eux un petit émetteur de T. S. F. qui module le signal émis en fonction de la pression et de la température : ce « radiosondage » est lui aussi d'invention française, et fut employé par Idrac et Bureau dès 1927.

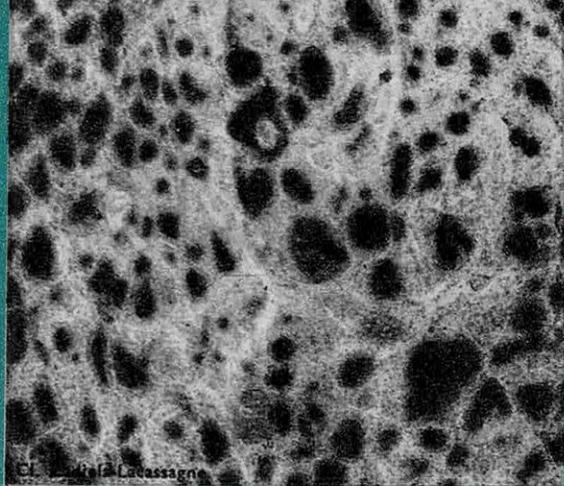
L'étude du rayonnement cosmique a fait considérablement progresser nos connaissances sur la structure du noyau atomique, et la photographie tient la place d'honneur dans ces découvertes. Il n'y a pas si longtemps qu'on croyait toute matière bâtie à partir de deux particules seulement, l'électron négatif et le proton (ou noyau d'hydrogène). Depuis 1930, les expérimentateurs ont découvert peu à peu une réalité beaucoup plus complexe : en 1932, Chadwick identifiait une particule élémentaire non chargée, le neutron, qui a presque la même masse que le proton ; l'année suivante Anderson découvrait des électrons positifs dans le rayonnement cosmique ; un peu plus tard, tel Leverrier découvrant Neptune par le seul calcul, le physicien Yukawa prédisait l'existence d'une particule alors inconnue, le méson, dont la masse est comme son nom l'indique, intermédiaire entre électrons et protons ; et, généreux à l'excès, le rayonnement cosmique nous a livré récemment plusieurs mésons, neutres ou chargés. Quelle richesse s'ouvre ainsi à la recherche actuelle !

Il arrive en particulier qu'une particule du



Cl. Zadjin, Lacassagne.

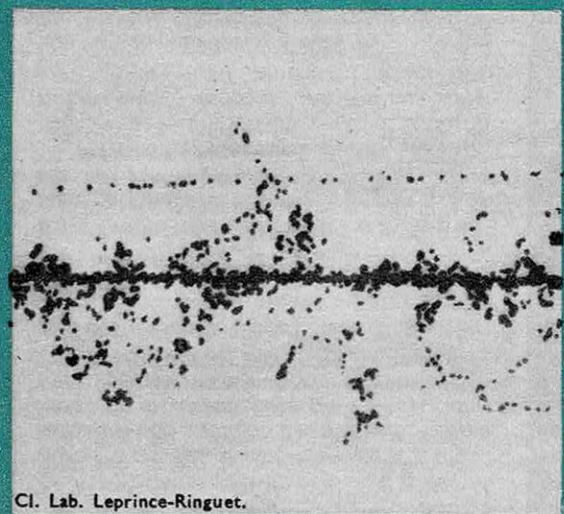
● Vue au microscope d'une autoradiographie de poumon traité au polonium. On voit de nombreuses trajectoires de rayons alpha dans les parois alvéolaires.



● Vue au microscope d'une autoradiographie de thyroïde de rat après injection de radioiode. Les taches sont dues aux accumulations d'iode émetteur bêta.

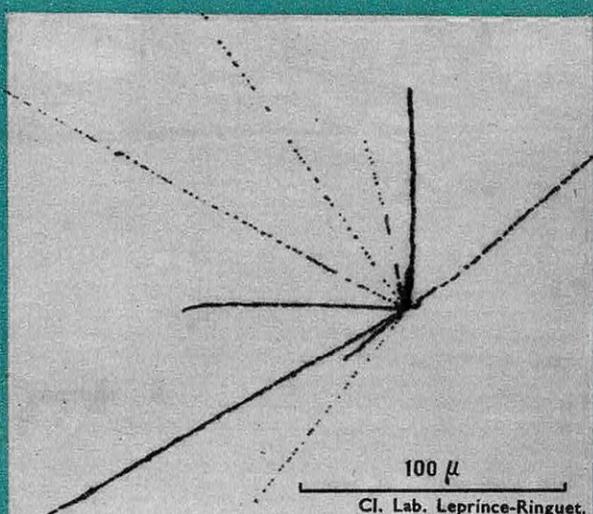


● Vue au microscope d'une autoradiographie de staphylocoques « marqués » au soufre radioactif. Cinq trajectoires « bêta » sortent d'un paquet de staphylocoques.



Cl. Lab. Leprince-Ringuet.

● Trajectoires dans une émulsion : au-dessus, celle d'un proton; au-dessous, celle d'un noyau lourd (fer?) avec traces des électrons arrachés sur le trajet.



Cl. Lab. Leprince-Ringuet.

Vue au microscope, une « étoile » provoquée dans une émulsion par une désintégration due à un rayon cosmique. Des particules de masses diverses sont émises.

rayonnement cosmique, grâce à son énergie énorme, produise par collision avec un atome de l'émulsion une véritable explosion nucléaire, qui libère plusieurs particules formant autour de l'impact un « étoile » qui s'inscrit fidèlement dans la plaque photographique ; après développement, celle-ci sera étudiée au microscope ; ce n'est pas la part la moins importante du travail, et ce dépouillement demande beaucoup de patience, de soin, et d'adresse ; dans le Laboratoire de M. le Professeur Leprince-Ringuet, à l'École Polytechnique, des équipes de jeunes chercheurs travaillent ainsi à faire progresser la Science.

CONCLUSION

Nous pensons que ces quelques exemples, choisis dans des domaines assez divers de la Science, suffisent à laisser pressentir le

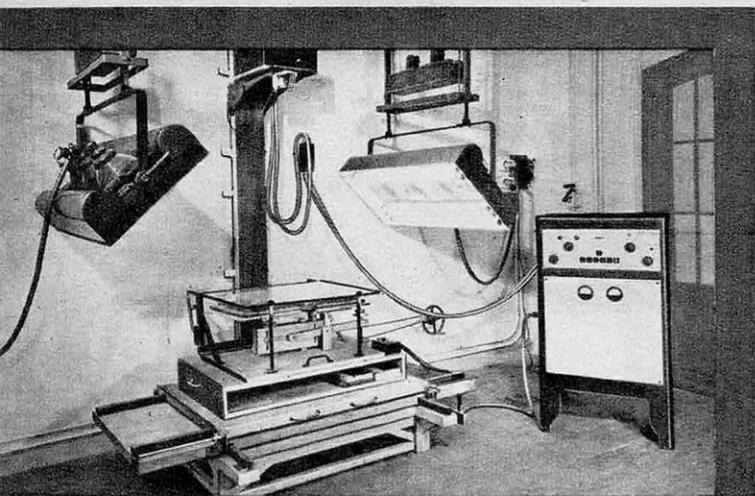
rôle primordial que joue, dans la recherche scientifique actuelle, cet admirable outil de travail que constitue l'émulsion photographique. On ne conçoit guère actuellement de travail où son emploi n'intervienne à quelque titre. Si elle n'existait pas, il faudrait l'inventer. Mais elle existe, et rendons-en grâce à Niepce et à Daguerre qui furent les pionniers de cette grande découverte ; rendons hommage aussi à la pléiade de chercheurs, parfois oubliés, qui surent adapter la photographie à son rôle de servante de la Science.

Ici encore, l'ingéniosité de nos compatriotes fut bien souvent à l'origine d'une fructueuse application et nous avons le droit d'en ressentir un légitime orgueil.

Yves Le Grand
Professeur au Muséum National
d'Histoire Naturelle.

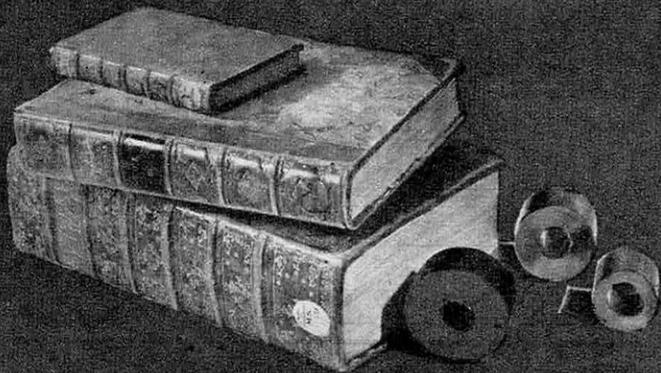
Reproduction des documents

DU MICROFILM À L'IMPRIMERIE



LA PHOTO AU SERVICE DES BIBLIOTHÈQUES

La Bibliothèque Nationale possède un laboratoire remarquablement outillé pour la reproduction photographique des documents : livres rares, estampes ou manuscrits. Suivant la qualité qu'on exige de la copie, on réalise des clichés sur verre ou des microfilms. De haut en bas : un livre ancien ouvert sous la glace d'un banc de reproduction, trois livres confrontés avec leurs reproductions sur microfilm pour montrer le volume très réduit occupé par ces copies ; enfin une fiche internationale de modèle standard comme en échangeant toutes les grandes bibliothèques du monde.



NANTEUIL

Portrait de Mazarin
gravé par Nanteuil

COTE DU CLICHÉ 46 B 2434

DÉPARTEMENT des Estampes

COTE DE L'OUVRAGE AA 5 rés. Nanteuil

LA reproduction des documents par des procédés photochimiques prend depuis quelques années une extension considérable dans les bureaux de dessin des usines, les laboratoires, les centres de documentation, les établissements d'enseignement, les bibliothèques, les banques, les compagnies d'assurances, voire même les tribunaux.

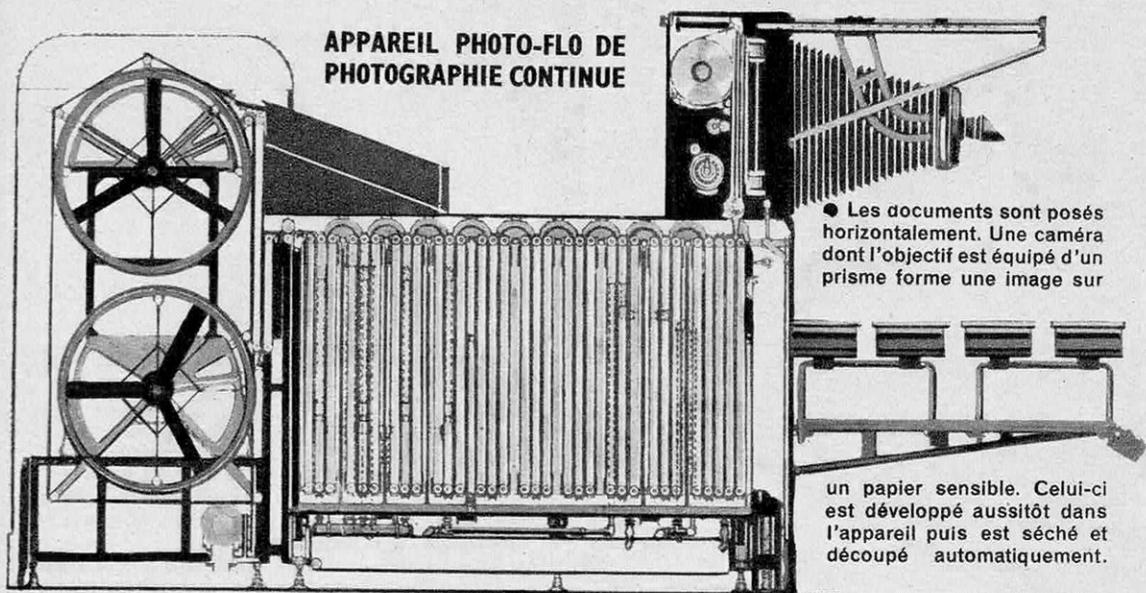
La première qualité de ces copies est leur fidélité parfaite, qui dans bien des cas dispense totalement d'avoir recours à l'original. Quand celui-ci est une pièce rarissime jalousement gardée dans la réserve d'une bibliothèque ou d'un cabinet d'estampes, on conçoit l'intérêt d'une reproduction parfaite, en couleur le cas échéant, qui permet aux travailleurs une consultation aussi fréquente qu'il est nécessaire, à l'heure et à l'endroit les plus commodes et leur épargne la crainte de détériorer un document précieux.

Comme ces pièces précieuses ne sont pas à l'abri des injures du temps ni de celles, non moins graves, des hommes, il est intéressant d'en posséder plusieurs copies convenablement dispersées, qui, même si l'original venait à être détruit par incendie, inondation ou bombardement, éviteraient que l'œuvre ne disparaisse totalement. Cette précaution n'est pas vaine, puisque 21 manuscrits photographiés avant la guerre par l'Institut de Recherche et d'Histoire des textes ont été détruits dans les incendies des bibliothèques de Tournai et de Louvain. Les copies de sécurité sont aussi utiles dans le travail administratif ; qu'on songe à la destruction des archives de l'Hôtel de Ville de Paris en 1871.

A ces copies tirées dans un but de sécurité viennent s'ajouter celles qui constituent un véritable moyen de diffusion. C'est ainsi que les grandes bibliothèques échangent couramment des reproductions photographiques de leurs ouvrages rares. Si un chercheur scientifique veut se constituer une documentation sur une question, le Centre National de la Recherche Scientifique peut lui envoyer pour une somme modique le microfilm des articles parus sur la question.

Enfin, dans certains cas, on fait des copies de substitution de documents

APPAREIL PHOTO-FLO DE PHOTOGRAPHIE CONTINUE



● Les documents sont posés horizontalement. Une caméra dont l'objectif est équipé d'un prisme forme une image sur

un papier sensible. Celui-ci est développé aussitôt dans l'appareil puis est séché et découpé automatiquement.

secondaires dont la conservation n'est pas absolument nécessaire. Les copies en petit format occupent beaucoup moins de place que les originaux; la standardisation du format permet un classement rationnel, et des appareils de projection spéciaux en permettent la lecture rapide. Le problème des copies de substitution se pose dans les archives pour la conservation du texte des journaux, très encombrants et imprimés sur du papier de mauvaise qualité qui s'altère rapidement. Les compagnies d'assurances utilisent les copies sur microfilm des polices d'assurance et les banques les emploient pour la conservation pendant les délais légaux des pièces comptables.

Enfin, un des grands avantages des copies photographiques est la rapidité avec laquelle on peut les obtenir quand on est équipé pour travailler rationnellement.

LES TECHNIQUES DE REPRODUCTION

Suivant la qualité des images que l'on veut conserver, le mode d'utilisation de ces ouvrages (lecture directe ou projection) et la cadence de travail que l'on veut réaliser, on emploiera divers procédés, que nous passerons rapidement en revue.

La **photocopie** utilise une projection directe de l'image sur un papier sensible. Si on n'interposait entre l'objet et l'image qu'un système convergent, il est facile de se rendre compte que l'image serait à l'envers. Pour y remédier, on doit ajouter à l'objectif un système de prismes qui retourne l'image. Après développement on obtient un négatif sur papier, ce qui n'a pas d'inconvénient pour les caractères d'imprimerie et les dessins au trait. Pour les illustrations en demi-teintes au contraire, il est nécessaire de rephotographier le négatif, ce qu'on peut faire en uti-

lisant le même appareil. On obtient ainsi autant de positifs qu'on le désire.

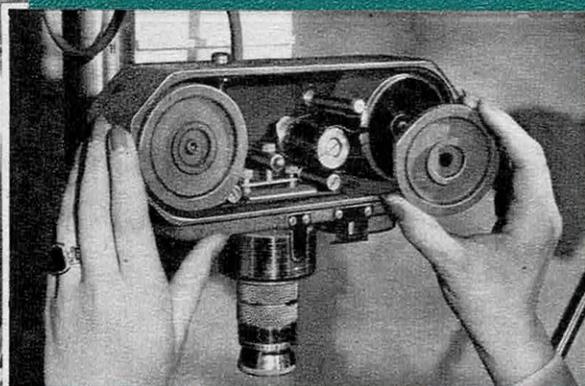
Ce procédé n'a d'intérêt que lorsqu'on a besoin d'un petit nombre d'exemplaires. Pour les reproductions en grande série, on emploiera de préférence le microfilm. Notons toutefois, qu'il existe des appareils qui permettent la reproduction sur papier directement en positif.

Lorsque l'on désire une copie de qualité reproduisant le document original avec toutes les valeurs et toute la finesse, on emploie des **clichés** sur verre. Le matériel employé va du modeste appareil 9 x 12 cm, à double tirage, jusqu'aux chambres laboratoires spécialement conçues pour la reproduction industrielle. Certaines de ces chambres sont automatiques et permettent la reproduction directe en cliché jusqu'à des formats atteignant 1,10 m.

Le troisième procédé, qui est appelé à un grand développement car ses applications sont nombreuses est le **microfilm**. Ce procédé est très ancien, puisque la correspondance entre Paris assiégé et la province fut assurée en 1870 par des pigeons voyageurs porteurs de photographies des lettres à transmettre, suivant un procédé mis au point par Dagon. Avec la généralisation des appareils de petit format, ce procédé, devenu rapide et économique, a été adopté universellement.

Le microfilm est la reproduction photographique de documents sur film cinématographique de 35 mm, perforé ou non. L'appareil de prise de vues le plus simple est l'appareil genre Leica, adapté à un banc de reproduction, que l'on peut employer lorsque l'on a un petit nombre de documents à reproduire. Pour les documents en série, il présente quelques inconvénients: la cartouche de film ne comporte que 36 vues; la commande est manuelle et l'échelle de réduction est assez limitée.

Toutefois, il rend de grands services



● Cette caméra reçoit des carters interchangeables avec 10 m. de film. La table qui porte les documents permet, grâce à une série de cadres rectangulaires d'évaluer rapidement la distance optimum de prise de vue. L'installation est ici utilisée, non pour reproduire un document, mais pour photographier des échantillons de produits dans un laboratoire. (Sté de construction d'appareils de précision Microfrance).

pour les déplacements ; il est, la plupart du temps, utilisé par les érudits pour leurs recherches personnelles dans les bibliothèques et archives.

Pour reproduire des documents à une cadence vraiment commerciale, il conviendra d'adopter un outillage spécial permettant un automatisme poussé des opérations et dont l'appareil de prise de vues puisse recevoir des bobines de plusieurs centaines de vues. Cet outillage devra être conduit par des spécialistes. On obtient alors des rendements remarquables : c'est ainsi que le laboratoire de reproduction sur microfilm d'une grande banque a pu copier (sur film de 16 mm) 28 000 pièces comptables en une journée de 8 heures.

La conservation d'un microfilm est aussi satisfaisante que celle du papier à 100 % de chiffon. L'image peut être ensuite agrandie dans tous les formats photographiques, mais il convient de signaler que pour les copies de qualité, surtout en couleurs, le microfilm ne saurait rivaliser avec les clichés sur verre.

La **réflectographie** est un moyen d'une extrême simplicité qui est à la portée de tous, sans matériel spécial, mais qui a donné lieu aussi à la création de nombreuses machines plus ou moins perfectionnées destinées à des travaux rapides et simplifiés.

Pour reproduire un document écrit ou dessiné dans un format identique à l'original, on applique sur lui le papier sensible, la face sensible étant au contact de l'image à fixer, puis une feuille de cellophane jaune et enfin une plaque de verre serrée fortement. A la verticale, au-dessus de cet ensemble on dispose une lampe dont la lumière traverse d'abord le support du papier sensible puis la couche sensible elle-même. Elle se réfléchit sur la face du document plus ou moins fortement selon l'intensité des blancs et des noirs

et elle revient impressionner avec des intensités variables la couche sensible. Le développement est conduit de façon à laisser en blanc les parties qui, étant au contact du noir, ont reçu moins de lumière.

La copie obtenue est un négatif qu'il est facile d'utiliser ensuite pour en tirer, par simple transparence, des positifs.

Des papiers spéciaux ont été mis au point avec émulsion de chaque côté pour permettre l'obtention de réflectographies recto-verso.

Outre les procédés simples de reproduction photographique de documents que nous venons de préciser, nous indiquerons encore quelques principes de grande actualité :

Mise au point par Carlson en 1938, la **xérographie** ou **électrophotographie** (Langer 1944) consiste à utiliser des plaques photoconductrices, c'est-à-dire qui ont la propriété d'être isolantes dans l'obscurité et de devenir conductrices quand elles sont soumises à la lumière. La plaque est sensibilisée aussitôt avant son emploi. Pour cela on répartit régulièrement sur toute sa surface une charge électrique. Ainsi préparée, la plaque reçoit au travers d'un objectif photographique une lamination qui modifie la répartition des charges, les parties irradiées se trouvant déchargées. On porte alors la plaque dans une fine pulvérisation d'une poudre très fine de lycopode, de sulfure de cuivre, de résine, de colophane... Les particules chargées électriquement et de signe contraire à celui de la plaque se fixent sur celle-ci aux parties électrisées et reproduisent l'image.

Un simple report de la poudre ainsi fixée sélectivement sur un papier revêtu d'adhésif donne la reproduction désirée.

Les plaques peuvent être réutilisées. Ce procédé convient spécialement bien à la reproduction de gravures au trait.

Le microlecteur Thomson sert à la lecture des ► microfilms photographiés sur film 35 mm en bande ou en bobine, par projection sur la table. L'adjonction d'un objectif spécial permet la projection murale.

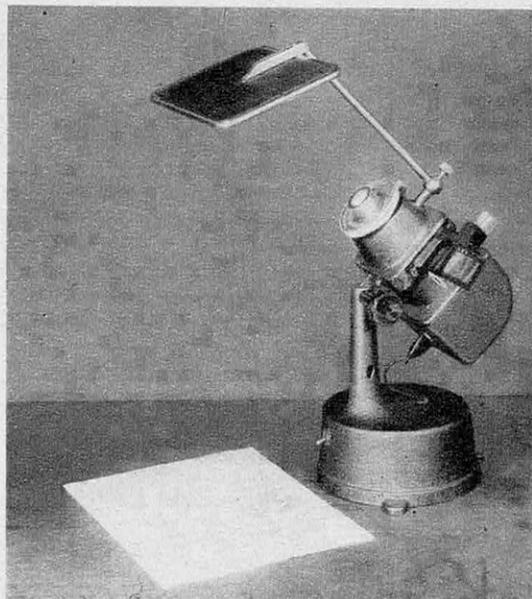
Un cadre garni de soie tendue sur lequel on applique un cache découpé ou un vernissage sur les parties à opacifier sert de cliché pour la **sérigraphie**. Avec un racloir, on presse de la couleur ou de l'encre à travers la soie. Le support sous-jacent ne reçoit l'impression qu'aux endroits non cachés par le pochoir.

Ce procédé, utilisé depuis longtemps par les soyeux lyonnais fait souvent appel à la photographie pour la préparation du cadre. La soie est imprégnée de sels photosensibles et reçoit une image photographique. Les noirs correspondent aux parties imperméables, les clairs aux parties perméables.

LA PHOTOGRAPHIE ET L'IMPRESSIION

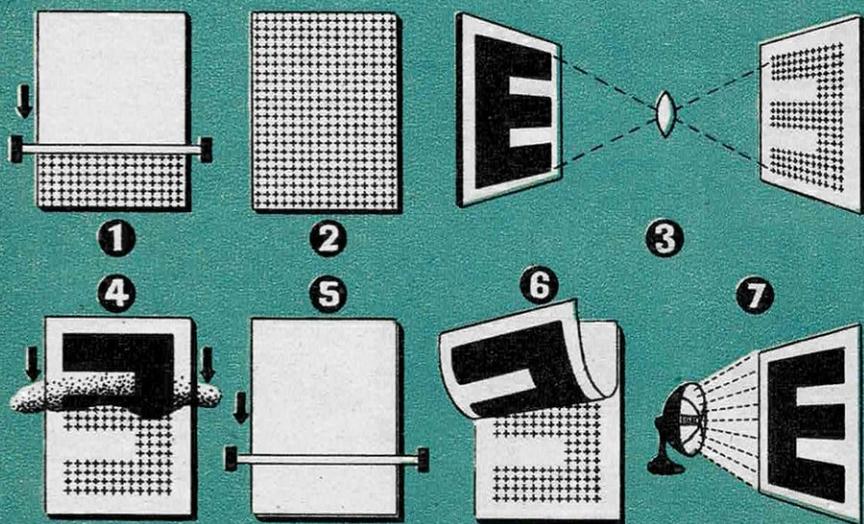
Il est également un autre domaine où les procédés photographiques tendent à prendre une place de plus en plus importante, c'est l'imprimerie.

Si certains procédés courants d'impression (typographie) ne font appel à la photographie que pour la reproduction des illustrations, d'autres l'utilisent pour transférer du plomb de la composition à la surface d'impression définitive le texte imprimé. Mais un nouveau pas dans l'utilisation de la photographie en imprimerie sera sans doute fait dans les années qui viendront par l'industrialisation des nouveaux procédés qui permettent la composition purement photographique du texte imprimé, et qui éviteront par consé-



quent d'immobiliser dans les imprimeries des tonnes de plomb représentant un capital considérable.

Rappelons rapidement que la **similigravure** consiste à photographier le document à travers une trame, ce qui donne sur le négatif des taches lumineuses d'autant plus larges que la portion de l'image à reproduire est plus éclairée. Ce négatif sert à impressionner une couche de gélatine sensibilisée par des sels métalliques. Les portions éclairées deviennent insolubles tandis que les portions non éclairées demeurent solubles et peuvent être enlevées par lavage. La gélatine insoluble recouvre une plaque de zinc qu'on attaque à l'acide. Après cette attaque, des points de



● La xérographie, procédé photoélectrique de reproduction, utilise la propriété qu'ont certains corps isolants de devenir conducteurs sous l'action de la lumière. Une plaque métallique, enduite d'un tel corps et maintenue dans l'obscurité, reçoit des charges électriques uniformes (1 et 2). Si on projette sur cette plaque une image en noir et blanc (3) les portions éclairées perdent leur charge. Une fine poudre colorée répartie sur la plaque (4) s'accroche aux parties restées électrisées. Cette poudre est reportée et fixée sur une feuille de papier adhésif (5, 6 et 7).

similigravure restent en relief. Ils sont d'autant plus larges que la portion de l'image à laquelle ils correspondent était moins éclairée. Seules les images sont photogravées, puis la plaque qui les porte est montée sur une forme avec les caractères imprimés.

L'**offset** est un procédé d'un principe analogue, mais ici la différence entre les points de simili et les creux est remplacée par des différences de comportement d'une surface métallique à l'égard de deux liquides : solution légèrement acide qui protège les blancs, et encre d'imprimerie qui s'attache aux portions à représenter en noir. Le texte une fois composé est copié photographiquement et monté sur cellophane avec les images.

Enfin, dans l'**héliogravure**, la surface d'impression est composée d'un très fin quadrillage de petits godets de profondeur variable, qui, par conséquent, reçoivent une quantité d'encre variable. Les godets les plus profonds correspondent aux noirs de l'image. L'attaque de cette surface s'effectue par des procédés photochimiques. Le texte et les images préalablement « montés » sur cellophane sont gravés ensemble.

LA COMPOSITION PHOTOGRAPHIQUE

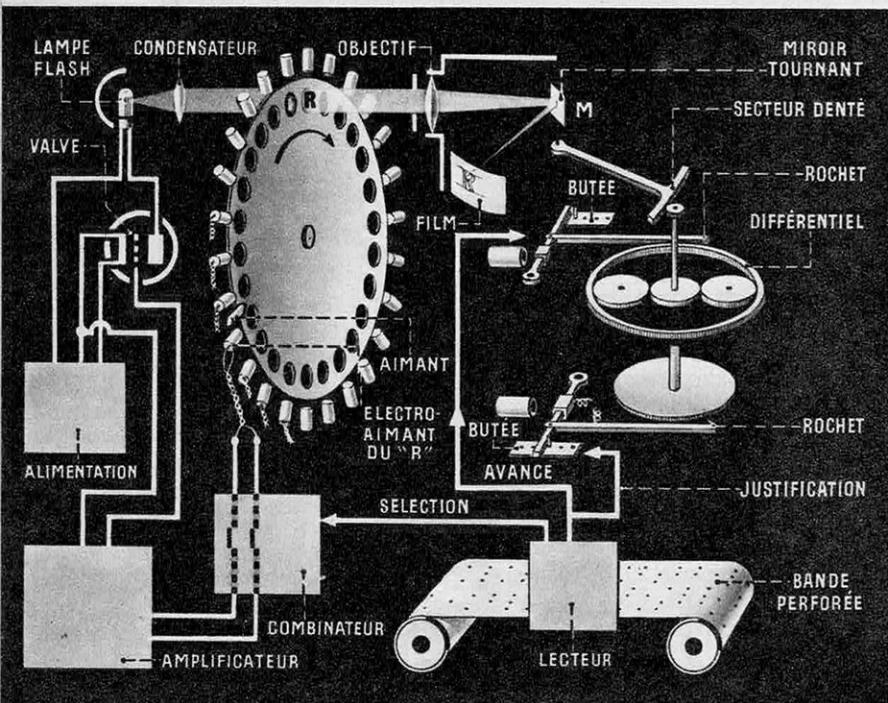
Il était tout naturel d'aller au bout de l'évolution amorcée par l'offset et l'héliogravure, et de composer directement le texte par des procédés photographiques.

Actuellement trois machines à composer photographiques sont en fonction et sont commercialisées : la Fotosetter dérivée de

l'Intertype, la Rotofoto dérivée de la Monotype, la Hadego dérivée de la Ludlow. Ces machines suppriment le moulage des caractères à l'aide du plomb, mais elles conservent la matrice, ce qui est un défaut. La Lumitype, plus récente encore et que ses inventeurs, les ingénieurs français Higonet et Moyroud, ont présentée en Amérique à la fin de 1949 avec un gros succès, supprime ce défaut.

La Lumitype est une machine à écrire ordinaire combinée à un appareil de projection photographique, le tout relié et synchronisé sur des dispositifs électriques. Son clavier est un clavier électrique standard de 46 touches permettant de taper 92 caractères par alphabet. Sa vitesse est celle des claviers électriques usuels. La matrice est remplacée par un simple disque de matière plastique tournant sans arrêt sur son axe et portant tous les signes du clavier. Un disque peut contenir jusqu'à 1400 caractères. En déplaçant ce disque entre le film et l'objectif, on modifie la dimension des lettres enregistrées, le « corps » en terme technique, de 5 à 36 « points ». La ligne étant tapée sur le clavier, un système de mémoire enregistre les caractères à imprimer. Une machine assure automatiquement la justification, c'est-à-dire les intervalles à ménager entre les lettres et les mots pour remplir exactement les lignes, et fait progresser automatiquement le film. Les caractères défilent à la vitesse de 4,5 m par seconde et un éclair lumineux de une microseconde fournit l'enregistrement photographique sur le film.

M. Dérivé et J. Porchez.



UN PROCÉDÉ DE COMPOSITION PHOTOGRAPHIQUE

Dans cette machine, tous les caractères nécessaires à l'impression d'un texte sont tracés sur des supports transparents, portés par un disque qui tourne à grande vitesse. Une lampe électronique s'allume au moment où le caractère choisi passe devant l'objectif d'enregistrement. On obtient une image nette malgré la grande vitesse de rotation du disque. Un petit miroir tournant provoque l'avance de l'image des caractères sur le film. Chaque caractère est solidaire d'un aimant qui engendre dans un inducteur une petite impulsion. Cette impulsion ne déclenche l'éclair que si elle est convenablement amplifiée. L'amplificateur est commandé par le combinatoire qui obéit lui-même à une bande perforée, organe de mémoire qui permet de n'enregistrer une ligne que lorsqu'on a vérifié qu'elle ne renferme aucune faute.

PHOTOGRAMMÉTRIE

LA photogrammétrie, au sens le plus général du mot, est la science ou l'art de déduire de mesures faites sur des photographies la forme, les dimensions et la situation des objets qui y figurent.

Il suffit de posséder deux photographies, prises de deux points de vue distincts, dans des conditions d'orientation connues, pour pouvoir « restituer » avec précision, les formes, les dimensions et la position de cet objet.

L'intérêt de la photogrammétrie tient au caractère même de la photographie ; l'image est complète, fouillée, précise.

Elle est susceptible d'un grand nombre d'applications : levés de cartes topographiques, études archéologiques ou d'architecture géographiques, géologiques, etc.

Les progrès réalisés par la technique photographique autorisant de plus en plus des durées d'exposition extrêmement réduites, il est possible d'étendre le procédé à des objets en mouvement de plus en plus rapide.

Dans ce domaine, la photogrammétrie a déjà été appliquée avec succès à la balistique, à la dynamique des fluides, à l'étude des marées et de la houle, à la détermination des performances des avions et des engins spéciaux, à la météorologie, etc.

Mais c'est dans ses applications aux levés de cartes que la photogrammétrie trouve son intérêt capital ; c'est le problème essentiel, tant par l'ampleur des travaux à exécuter que par l'extrême précision recherchée et par les difficultés à surmonter.

PRINCIPES GÉNÉRAUX DE LA PHOTOGRAMMÉTRIE

Pour dresser la carte d'un pays, il faut, avant toute opération de détail, établir un « canevas de triangulation » qui sert d'ossature aux levés proprement dits ; c'est la condition essentielle pour que les travaux puissent se raccorder et s'assembler en constituant un tout homogène.

En France, ce canevas est constitué par la Nouvelle Triangulation de la France et par le Réseau du Nivellement Général.

Pour les étendues encore très mal connues de nos vastes territoires d'Outre-Mer, il sera, au début, constitué à peu près uniquement par des points astronomiques (1), nécessairement très éloignés les uns des autres.

(1) On entend par points astronomiques des points dont on détermine la longitude et la latitude par des observations astronomiques.

La méthode de levés photogrammétriques se présente comme une généralisation du procédé classique de détermination des points de la carte par « intersection ».

Pour déterminer la position des points caractéristiques P_1, P_2, P_3, \dots de la carte, la topographie opère en effet fréquemment de la manière suivante :

1° A partir d'un observatoire S_1 en utilisant un instrument de visée tel qu'un théodolite, on mesure les écarts angulaires des directions joignant S_1 aux points P_1, P_2, P_3, \dots ainsi qu'à certains points du réseau géodésique visibles de la station et déterminés au préalable. On effectue ainsi un « tour d'horizon ».

2° Si ce tour d'horizon renferme au moins trois points géodésiques connus, il est facile d'en déduire par « relèvement » les coordonnées du point S_1 et l'orientation dans l'espace de toutes les visées issues de S_1 . On connaît alors pour P_1, P_2, P_3, \dots un premier lieu géométrique de leur position.

A partir d'un deuxième point de station, S_2 , on exécute un autre tour d'horizon qui fournit dans les mêmes conditions un deuxième lieu géométrique des points P_1, P_2, P_3 .

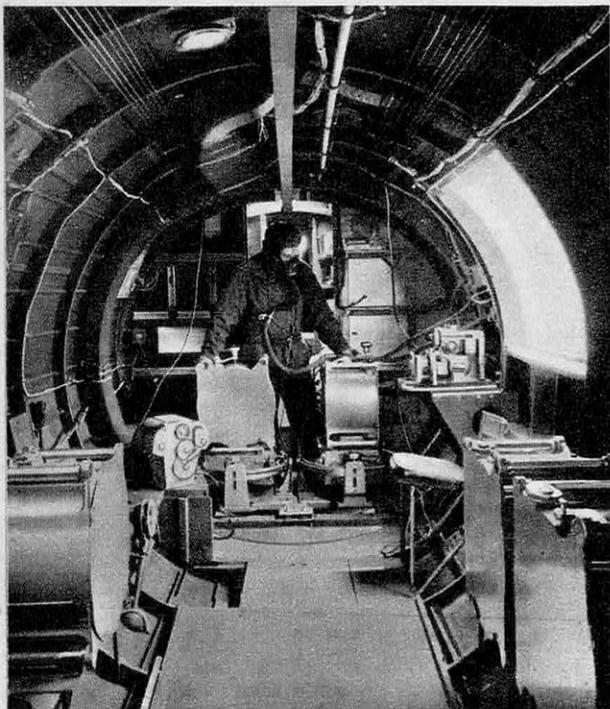
Les « intersections » des visées homologues des deux tours d'horizon fournissent les positions des points P_1, P_2, P_3 .

Si nous substituons au théodolite un appareil photographique, l'ensemble des visées du tour d'horizon constitue un **faisceau perspectif** du terrain photographié. Ce faisceau est enregistré par l'objectif photographique ; la gerbe de rayons coupe le plan de la plaque suivant une image perspective qui est la photographie.

Après développement du cliché, on dispose d'un document qui, moyennant certaines précautions, permet de reconstituer fidèlement le faisceau perspectif de l'espace et par conséquent d'exécuter les mesures qui auraient pu être faites sur le terrain avec un théodolite.

Pour cela il est nécessaire de connaître la position exacte qu'occupait la plaque par rapport à l'objectif photographique au moment de l'enregistrement du cliché. A cet effet, la chambre photographique reçoit une organisation spéciale et un étalonnage très précis ; elle porte alors le nom de **chambre métrique**.

En particulier, si l'on met le cliché développé sur le fond de la chambre métrique dans la position qu'il occupait au moment de la prise de vues et si on éclaire le cliché par l'arrière, on reconstitue à la sortie de l'objectif le faisceau perspectif de l'espace. Les écarts angulaires des différentes directions



◀ A l'intérieur d'un avion photographe de l'I.G.N. : l'opérateur porte son masque à oxygène, car pour que l'échelle des photographies ait la valeur convenable, il faut fréquemment prendre les vues à 8 000 m.

de ce faisceau pourront être mesurés à l'aide d'un **photogoniomètre**.

Si l'on dispose de deux photographies du terrain à lever, prises avec une chambre métrique de deux points de vue différents, on peut déterminer en laboratoire, par « intersection », tous les points du terrain dont les images figurent sur les deux photographies. Naturellement, cette exploitation par points isolés d'un couple de clichés serait longue, fastidieuse, onéreuse et ne présenterait pas d'avantages sérieux sur les méthodes de levé direct à la planchette. Le procédé ne devient intéressant que si l'on peut tracer de façon continue, **sans calculs**, tous les détails planigraphiques et les courbes de niveau qui constituent la carte.

LES APPAREILS DE RESTITUTION

Les appareils de restitution apportent une solution précise et entièrement satisfaisante à ce problème difficile.

L'appareil de restitution est un ensemble mécanique et optique très complexe et de haute précision qui permet :

1° Une reconstitution fidèle des deux faisceaux perspectifs de l'espace dans des chambres de restitution identiques à la chambre métrique de prise de vues.

2° La détermination des coordonnées des deux points de vue et l'orientation des deux faisceaux perspectifs par relèvement expérimental sur les points d'un canevas de restitution, appuyé lui-même sur le canevas géodésique dont les images figurent sur les clichés.

3° La matérialisation à l'instant même de la visée sur les clichés du point correspondant de la carte (intersection des rayons perspectifs homologues des deux faisceaux) et l'enregistrement de la position de ce point sur la carte.

L'observation des deux clichés se fait simultanément grâce à une lunette **stéréoscopique**. L'opérateur voit une image virtuelle en relief du terrain, appelée **image plastique**. Il voit également stéréoscopiquement l'index de mesure dans l'espace (mire aérienne). Trois mouvements permettent le déplacement de cette mire aérienne suivant les trois axes de coordonnées x , y et z .

Déterminer la position d'un point de la carte consiste pour l'opérateur à agir sur les trois mouvements x , y , z de manière à amener la mire au contact stéréoscopique du détail de l'image plastique que l'on désire « restituer ». L'appréciation de ce contact stéréoscopique se fait avec une précision considérable.

Pour restituer un détail planimétrique, une route par exemple, l'opérateur suit cette route en maintenant à chaque instant le contact stéréoscopique de l'index avec l'image de la route. Il commande les déplacements en x avec une main, en y avec l'autre, en z avec un pied, sans quitter des yeux les oculaires d'observation. Les mouvements en x et en y sont transmis à un crayon traceur qui dessine sur la carte le détail restitué. Les z se lisent sur un compteur.

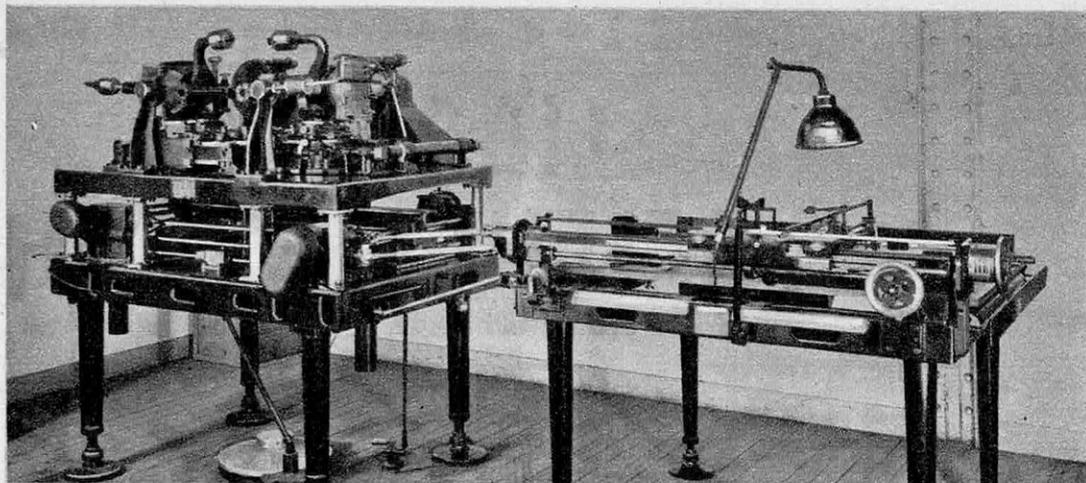
Pour tracer une courbe de niveau, on introduit dans l'appareil, en agissant sur la manivelle du mouvement en z , la cote de la courbe désirée ; puis l'opérateur, agissant uniquement sur les manivelles des x et des y , déplace la mire stéréoscopique en la maintenant constamment **au contact de l'image plastique**. Le crayon traceur dessine sur la carte la courbe de niveau désirée.

En résumé, on calque littéralement les éléments de l'image plastique avec une extrême précision et une très grande fidélité.

Les méthodes photogrammétriques ne suppriment pas tous les travaux au sol, mais les réduisent considérablement.

Les conditions de prise de vues des clichés aériens ne sont qu'approximativement connues ; pour établir la carte avec la précision voulue, il est nécessaire de reconstituer les éléments qui définissent ces conditions de prise de vues et on doit avoir recours à des éléments déterminés au sol par les procédés utilisés en géodésie et en topographie.

Signalons d'ailleurs que les procédés désignés sous le nom de « cheminement photogrammétrique » permettent de demander aux



● L'appareil de restitution Poivilliers S.O.M. : l'appareil proprement dit (à gauche) est manipulé par le « restituteur » qui observe un couple de photographies

et manœuvre les commandes agissant sur les 3 coordonnées. Le coordinatographe (à droite) porte le « levé » sur lequel se déplace le crayon lié aux commandes.

photographies elles-mêmes la majeure partie des points de canevas nécessaires. Il s'agit d'une opération d'enchaînement des couples stéréoscopiques successifs qui donne, en partant d'un couple de points origine, équipés en points de canevas déterminés au sol, autant de points qu'on en veut en x, y et z le long de la bande de photographie considérée, jusqu'à un couple d'arrivée également muni de points connus, d'où le nom de cheminement photogrammétrique donné à la méthode. Les erreurs systématiques et accidentelles de ce cheminement se traduisent à l'extrémité de la bande par une erreur de fermeture ; la compensation de cette erreur donne lieu à des calculs assez laborieux si l'on veut obtenir le maximum de précision.

LES SERVICES DE PHOTOGRAMMÉTRIE DE L'I.G.N.

L'Institut Géographique National relevant du Ministère des Travaux Publics a dans ses attributions l'établissement des cartes topographiques de tous les territoires de l'Union Française.

Pour remplir l'immense tâche cartographique qui lui est confiée, l'Institut Géographique National s'est engagé résolument dans la voie de la stéréophotogrammétrie aérienne ; il dispose maintenant d'un Service de Photogrammétrie puissant qui met la France au tout premier rang des nations pour le développement des méthodes de photogrammétrie aérienne, l'importance de la production et la qualité des travaux.

Son équipement essentiel comprend :

— Un groupe d'escadrilles photographiques équipé de 18 avions dont quatre quadrimoteurs, servis par 120 spécialistes de la photographie aérienne. L'I.G.N. est le seul organisme géographique du monde entier à avoir constitué un tel groupe ;

— Quatre-vingts chambres métriques à plaque ou à film ;

— Soixante-quatre « stéréotopographes Poivilliers S.O.M. », appareils de restitution de haute précision de conception et de réalisation entièrement françaises.

L'Institut Géographique National a obtenu de tels résultats qu'il envisage maintenant de mener à bien en une trentaine d'années l'achèvement de la nouvelle carte de France au 1/20 000, alors que, par les procédés classiques, 150 ans auraient été nécessaires.

Parallèlement à ces travaux, il poursuit à une vitesse accélérée l'établissement de la carte au 1/50 000 d'Afrique du Nord ; treize des soixante-trois appareils cités plus haut sont spécialisés dans ces travaux.

Le problème des levés aux petites échelles dans les immenses territoires d'Outre-Mer est tout différent ; la rapidité d'exécution et l'économie deviennent des facteurs prépondérants. L'Institut Géographique National poursuit l'étude des méthodes les plus satisfaisantes pour résoudre ces problèmes ardues ; méthodes perfectionnées de cheminement aérien, construction d'instruments de restitution et de prise de vues spécialement conçus en vue de cette colossale entreprise cartographique. Treize stéréotopographes type D sont actuellement utilisés pour ces travaux.

Le Service de Photogrammétrie de l'Institut Géographique National, avec ses escadrilles, ses 64 appareils de restitution de haute précision, ses 250 techniciens et employés (non compris le personnel des escadrilles) est un bel exemple d'organisation industrielle de la photogrammétrie appliquée aux levés topographiques ; il n'est pas un autre pays au monde qui dispose d'un organisme de cette importance, exploitant un matériel exclusivement national, mettant en œuvre des méthodes aussi variées que bien au point avec des résultats de qualité comparable.

R. Janicot

Ingénieur en chef Géographe



LIBRAIRIE SCIENCE ET VIE

24, RUE CHAUCHAT, PARIS-IX - TÉL. : TAITBOUT 72-86

Cette bibliographie a été établie d'après le stock d'ouvrages sélectionnés de notre librairie. Tous ces volumes figurent dans notre Catalogue général 1950 ou dans son Complément 1951.

TECHNIQUE ET APPAREILS PHOTOGRAPHIQUES

LA TECHNIQUE PHOTOGRAPHIQUE (Clerc L.-P.). Vision et photographie. L'image optique. L'obtention du négatif. Le tirage des copies. Techniques spéciales. Une véritable encyclopédie photographique, traitant de tous les problèmes, répondant à toutes les questions que peuvent se poser les professionnels et les amateurs avertis. 2 vol. de 1 141 p. 16x25, 275 fig., 5^e édit. mise à jour 1950, ens. 2.360 »

CHIMIE PHOTOGRAPHIQUE (Glafkides P.). L'image photographique. Les émulsions photographiques. La sensibilisation-chromatique. La reproduction des couleurs. Rappel des lois fondamentales de la chimie. 612 p. 16x25, 142 fig., 1949 1.960 »

LEÇONS DE PHOTOGRAPHIE THÉORIQUE ET PRATIQUES (Cuisinier A.-H.). Tome I : 21 leçons : les bases de la photo jusqu'à l'achèvement des épreuves, 292 p. 18x25, 5, 84 fig. 690 »
Tome II : 22 leçons : fabrication des surfaces sensibles, notion de sensitométrie, les différents procédés de tirage, la photo en couleurs, etc., 314 p. 18x25, 5, 158 fig. 690 »

LA PHOTOGRAPHIE DE LA NOUVELLE ÉCOLE, (Windisch H.). Lumière et couleur. Filtrés et écrans. Les quarante conseils pour la photo en petit format. Optique. Gradation. Développement. Agrandissement. Lumière artificielle. Renseignements. Erreurs et insuccès. Tables. 250 p. 16x20,5, 200 photos. 20 p. en 7 couleurs traitant de l'étude de la couleur (théorie et pratique). Relié, fer or, sous jaquette 2 coul. 1951 1.560 »

LA PRISE DES VUES PHOTOGRAPHIQUES (Cuisinier A.-H.). Choix des émulsions. Temps de pose. Écrans. Composition. 96 p. 15,5x18, 44 illustr. 2^e édit. 210 »

LE TEMPS DE POSE ET LES POSEMÈTRES (Andréani R.). Facteurs influençant le temps de pose. Description des différents types de posemètres. Posemètre à cellule photo-électrique. 151 p. 13,5x17,5, 38 fig. 2^e édit. 390 »

MANUEL DE SENSITOMÉTRIE (Lobel L. et Dubois). Une étude complète de l'action photochimique de la lumière sur les émulsions sensibles. 215 p. 14x18,5 3^e édit. 1950 420 »

L'OBJECTIF PHOTOGRAPHIQUE (Andréani R.). Description de tous les types d'objectifs : leurs avantages et leurs inconvénients. Distance focale. Angle. Perspective. 264 p. 13,5x18, 117 fig. 2^e édit. 1951 600 »

FILTRES (Selme P.). Etude et applications des filtres en photographie. 220 p. 13,5x18, nombreuses photos et schémas, 1950 570 »

LA PHOTOGRAPHIE EN COULEURS (Natkin M. et Schwerin Ch.). De Seebeck à nos jours. Théorie : la lumière, la couleur en photographie. La pratique : notions générales, le laboratoire, la sélection trichrome, procédés par transparence et reproduction sur papier. 360 p. 16x25, 100 croquis, 16 p. en coul. 1949, relié 2.950 »

POUR RÉUSSIR EN COULEURS (Natkin M.). Photo. Cinéma. La couleur. La prise de vue. La photographie en couleurs. La cinématographie en couleurs. 142 p. 13,5x18, 16 pl. en coul. 1950 570 »

LE LIVRE DE LA COULEUR (Lorelle L.). « La couleur directe » pour le photographe et le cinéaste. 126 p. 16x21, nombreuses photos en coul. 1951 675 »

LA PHOTOGRAPHIE INFRA-ROUGE (Dérivé M.) 176 p. 15x21, 132 illustrations 420 »

PHOTOMACROGRAPHIE ET PHOTOMICROGRAPHIE (Pizon P.). La photographie dans toutes ses applications à l'usage des amateurs, des professionnels, des micrographes, etc. 204 p. 14x22, avec fig. 4 pl. hors-texte. 800 »

LES RÉVÉLATEURS NORMAUX, LENTS, A GRAIN FIN, PHYSIQUES (Schweitzer G.). 79 p. 13x18, 3^e édit. mise à jour 150 »

LA PRATIQUE DU DÉVELOPPEMENT ET L'AMÉLIORATION DES NÉGATIFS (Cuisinier A.-H.) 78 p. 13,5x18, 7^e édit. 150 »

LE DÉVELOPPEMENT A LA CUVE (Andréani R.). Le matériel. Mode opératoire. Les révélateurs. Recueil de formules. Notes sur les principaux produits chimiques. 90 p. 13x18, fig. 2^e édit. 1950 180 »

L'ART DU TIRAGE ET DE L'AGRANDISSEMENT (Croy O.-R.). 240 p. 17x24, 189 photos. 73 schémas, relié fer or 1.320 »

THÉORIE ET PRATIQUE DE L'AGRANDISSEMENT (Schweitzer G.). Une étude complète de tous les problèmes que pose l'agrandissement. 194 p. 13,5x18, 55 fig. 4^e édit. 360 »

LA PRATIQUE DU TIRAGE DES ÉPREUVES, DIAPPOSITIFS ET AGRANDISSEMENTS (Cuisinier A.-H.). 76 p. 13,5x18, 6^e édit. 150 »

LE LIVRE DE MON 6x9 ET DES FORMATS MOYENS (Lorelle L.). Un condensé de la pratique, de la technique et des possibilités du 6x9 et des formats moyens. 144 p. 14x19, 230 illustrations 450 »

MANUEL ROLLEIFLEX ROLLEICORD (Natkin M.). Divers modèles du Rollei. Le Rollei et ses usages. Les accessoires. Le laboratoire. La photographie en couleurs. 188 p. 16x16, 75 fig. 1951, cart. 780 »

CONNAITRE LE 24x36 (Mayer E.). C'est dans le but d'initier l'amateur à ce format courant que l'auteur a fait une description raisonnée et approfondie du matériel 24x36, appareil optique, obturateur, etc. 240 p. 16x21, 5, nombreuses fig. et photos. 1951, relié 1.200 »

MANUEL FOCA (Natkin M.). Avant de presser sur le bouton. Les cinq notions élémentaires. Les connaissances de l'amateur averti. Le laboratoire. Glossaire depuis A. jusqu'à Z. 152 p. 13x18, nombreuses photos. 1950 560 »

PRATIQUE PHOTOGRAPHIQUE

LA NATURE ET LA PHOTOGRAPHIE (Pike G.). Des conseils et des tours de main inédits. 228 p. 13,5x18; 153 photos hélios, 7 schémas, relié, titre doré 570 »

LA PHOTOGRAPHIE A LA MER (Doucet R.). Emploi des filtres. Temps de pose. Prises de vues. 48 p. 13,5x18, 22 fig. 150 »

LA PHOTOGRAPHIE A LA MONTAGNE ET AUX SPORTS D'HIVER (Doucet R.). 58 p. 15,5x21, 36 photos 270 »

LA PHOTOGRAPHIE DE PAYSAGE (Bovis M.). 138 p. 16x20,5, 10 p. d'illustrations. 157 photos, relié. 825 »

LE PAYSAGE EN PHOTOGRAPHIE (Mesclat D.).

96 p. 19x23, 32 hors-texte..... 240 »

LA PHOTOGRAPHIE VIVANTE (Geoffroy G.).

La technique du photo-flash. L'ampoule flash et son fonctionnement, sa mise en action. Le courant. Son réflecteur. Le négatif. L'ampoule flash multiple. La lumière du jour. Flash et couleur. L'infrarouge. Les obturateurs. Différents modèles d'appareils. Les synchroniseurs magnétiques et mécaniques. Un équipement construit par vous-même. Le sujet. Les fabricants. Le speed flash électronique. 308 p. 14x18,5, nombreuses photos. 1951, relié..... 990 »

PHOTO-FLASH ÉLECTRONIQUE (Rebikoff D.).

La Lampe-éclair électronique. Utilisations actuelles. Lampe-éclair combinée à la lumière du jour. Le portrait d'atelier. Étude du mouvement. La photographie en couleurs. Applications industrielles. Photographies scientifiques. 136 p. 16x21, 181 illustrations, schémas et tabl. 1951..... 870 »

LE PORTRAIT PHOTOGRAPHIQUE (Lorelle L.).

95 p. 20x24, nombreuses photos. 1950, relié..... 870 »

PHOTOGRAPHIE... PARTOUT À LA LUMIÈRE ARTIFICIELLE (Delarue-Nouvellière).

Comment faire des instantanés en tout temps et en tout lieu. Lampes Floods et Flashes. 96 p. 16x21, 132 fig. schémas et tabl. 585 »

ÉCLAIRAGE ARTIFICIEL (Natkin M.).

Dans le portrait, dans la rue, au théâtre. 80 p. 15,5x24, 109 illustrations, 7 schémas..... 210 »

PHOTO-REPORTAGE ET CHASSE AUX IMAGES (Ronis W.).

Les conseils d'un de nos meilleurs reporters sur le matériel, les conditions de prise de vues, le cadrage, la composition. 80 p. 16x21, 121 photos commentées 585 »

LA PHOTOGRAPHIE SCIENTIFIQUE (Dérivé, Porchez et Tendron).

Expertise, identification. Étude des documents et œuvres d'art. Philatélie. Sciences naturelles, etc. 126 p. 16x21 131 illustrations schémas et tabl. 870 »

LA PHOTOGRAPHIE PUBLICITAIRE (Lorelle L. et Langelaan D.).

177 photos. 21x27, 51 dessins.. 870 »

TRAITÉ PRATIQUE DE PHOTOGRAPHIE INDUSTRIELLE ET PUBLICITAIRE (Cuisinier A.-H.).

106 p. 13,5x18, 30 fig. et illustrations..... 270 »

PHOTOGRAPHIE INSTANTANÉE ET CINÉMATOGRAPHIE ULTRA-RAPIDE (Fayolle P. et Naslin P.).

Les techniques optiques. Photographie par réflexion, par transparence, instantanée. Les sources de rayonnement instantané. Obturateurs, ultra-rapides. Synchronisation. Photographies instantanées multiples. Cinématographie ultra-rapide, en éclairage continu, par éclairs lumineux. Chronométrie. 190 p. 16,5x25, 180 fig. 1950... 800 »

FANTASIES PHOTOGRAPHIQUES (Delarue-Nouvellière).139 p. 19x23, 176 illustrations. 4^e édit. augmentée 1951..... 585 »**DE LA COMPOSITION EN PHOTOGRAPHIE (Auradon P.).**

L'art de composer un sujet et de le mettre en valeur. 62 p. 18,5x24,5, nombreuses photos..... 390 »

POUR RÉUSSIR VOS PHOTOS (Natkin M.).

Guide pratique de l'amateur photographe, le plus clair, le plus précis. 160 p. 13,5x18, 175 illustrations..... 390 »

CINÉMA**HISTOIRE GÉNÉRALE DU CINÉMA (Sadoul G.).**

Tome I : L'invention du cinéma 1832-1897. 438 p. 14x22,5. 250 fig. 1948..... 1 500 »

Tome II : Les pionniers du cinéma 1899-1909. 626 p. 14x22,5. 260 fig. 1947..... 1 500 »

Tome III : Le cinéma devient un art. L'avant-guerre (1909-1914). 384 p. 14x22,5, 64 pl. hors-texte. 1951. 1 950 »

LE CINÉMA (Sadoul G.).

Son art, sa technique, son économie. 222 p. 11,5x18, 26 illustrations..... 210 »

LE LIVRE DU CINÉASTE AMATEUR (Monier P. et S.).La prise de vues : choix des angles, éclairages, truquages. Le montage. Les titres. La projection et la sonorisation. Optique, écrans, couleurs, son, etc. 362 p. 16x22, 354 illust. tabl. et schémas, 3^e édit. 1951..... 1 200 »**LE CINÉMA SUR FORMAT RÉDUIT (Acher G. et Viviv J.).**

Tome I : Technique et matériel. Le film et les formats. La prise de vue. Enregistrement sonore. 487 p. 13,5x18. 283 fig..... 640 »

LA TECHNIQUE DU CAMÉRAMAN (Fishman H.).

Les films de 16 mm. 9,5 mm. et 8 mm. muets et sonores. Les installations de cinéma d'amateur. Étude de l'image. La prise de vue normale. Les prises de vues spéciales. Le montage. Le tirage. L'électricité et la salle de projection. La musique et l'image. Thèmes et conclusions. 440 p. 16x20,5. 400 photos et plus de 250 schémas. Relié, fer or, sous jaquette 2 coul. 1951..... 2 500 »

LA PROJECTION SONORE. THÉORIE, PRATIQUE, DÉPANNAGE (Chrétien L.).

79 p. 13,5x21, 44 fig. nouv. édit..... 240 »

LES TRUQUAGES AU CINÉMA (Bessy M.).

Le théâtre. L'écriture cinématographique. La technique optique. La technique du laboratoire. Les effets. Le décor. Les films à trucs. 300 p. 16x20,5, 200 photos en hélio. 50 schémas tirés sur beau papier bouffant. Relié, fer, or, sous jaquette 2 coul. 1951..... 1 470 »

CINÉ-GUIDES.

Cette collection dirigée par Natkin M. vous révèle les secrets de la réalisation d'un bon film à la portée de tous les amateurs :

Comment faire un scénario (Blakeston O.).

157 p. 12x19, nombr. illustr..... 375 »

Comment mettre en scène (Rose T.).

157 p. 12x19, nombr. illustr..... 375 »

Comment filmer (Wain G.).

160 p. 12x19, nombr. illustr..... 375 »

Comment titrer (Minter L. F.).

124 p. 12x19, nombr. illustr..... 375 »

LE DESSIN ANIMÉ (Lo Duca).

Une étude détaillée, historique, esthétique et technique. 180 p. 16x20, 250 photos. 8 pl. relié avec fer, jaquette 2 coul..... 960 »

LE DESSIN ANIMÉ À LA PORTÉE DES AMATEURS (Ménager R.).

81 p. 16x24, 51 fig. 1948..... 515 »

LE CINÉMA SCIENTIFIQUE FRANÇAIS (Thévenard P. Dr. et Tassel G.).

Étude analytique des mouvements rapides. Étude synthétique des mouvements lents. Le cinéma de diffusion scientifique. Activités particulières du cinéma scientifique. 214 p. 16,5x22,5, 104 fig. 1948..... 600 »

UNE DOCUMENTATION INDISPENSABLE

Notre catalogue général et son complément, 3.000 titres d'ouvrages techniques et scientifiques sélectionnés, franco : 100 francs.

Les commandes doivent être adressées à la Librairie SCIENCE ET VIE, 24, rue Chauchat, Paris (9^e). Elles doivent être accompagnées de leur montant, soit sous forme de mandat-poste (mandat-carte ou mandat-lettre), soit sous forme de virement ou de versement au Compte Chèque Postal de la Librairie: Paris 4192-26. Au montant de la commande doivent être ajoutés les frais d'expédition, soit 10 % (avec un minimum de 30 fr.). Envoi recommandé : 25 fr. de supplément. (Etranger, 45 fr.)

Il n'est fait aucun envoi contre remboursement.

LIBRAIRIE SCIENCE ET VIE, 24, rue Chauchat, PARIS-9^e

Si l'on en juge par les publications de l'an passé

30 Articles sur L'INDUSTRIE ET LES CHEMINS DE FER

32 Articles sur LA PHYSIQUE ET LES SCIENCES NATURELLES

15 Articles sur L'AUTOMOBILE ET LA MÉCANIQUE

20 Articles sur LA MARINE ET L'AVIATION

23 Articles sur L'ÉLECTRICITÉ, LA RADIO ET LA TÉLÉVISION

17 Articles sur LA MÉDECINE ET LA BIOLOGIE

5 Articles sur L'ASTRONOMIE ... etc

On est assuré de trouver dans **SCIENCE ET VIE** la même richesse de sujets et la même variété en 1952

LE PROGRÈS EN OPTIQUE

Il n'est plus possible aujourd'hui de méconnaître le rôle capital que joue dans l'évolution de l'humanité le progrès des sciences physiques ; les succès retentissants des plus jeunes d'entre elles — celles qui étudient l'électronique, les ondes hertziennes, et surtout la structure et les transmutations des atomes — ne doivent pas faire oublier que d'autres, plus anciennes, font pourtant l'objet de recherches toujours actives et de découvertes importantes. Tel est le cas de l'Optique, science des lumières et des couleurs, des images et des ombres ; son rôle essentiel, en ce qui concerne la photographie et le cinéma, a été mis en évidence dans les pages qui précèdent, mais son champ d'action est incomparablement plus vaste.

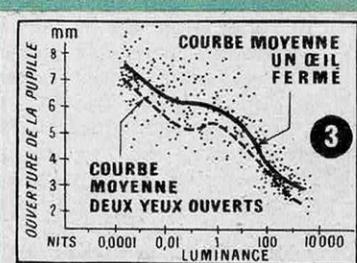
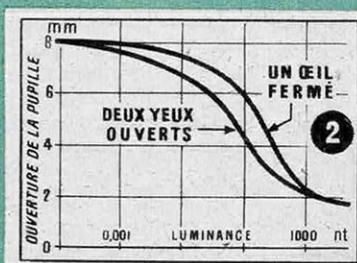
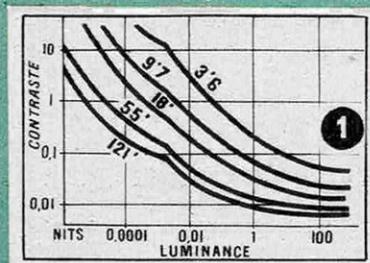
Les idées des physiciens sur la nature de la lumière ont subi bien des retouches successives. Newton, qui, à la fin du XVII^e siècle, montra que la diversité des couleurs résulte de la complexité des lumières que révèle leur dispersion possible en un « spectre », considérait la théorie de l'émission de particules par les corps lumineux comme « la plus vraisemblable, s'il faut en adopter une ». En rappelant son œuvre, le Français Bouguer déclarait, en 1729, « qu'il ne devait plus rien rester à découvrir en cette matière ».

ce qui ne l'empêchait pas d'introduire en optique « une partie ayant pour objet la force ou la vivacité de la lumière », ce qu'on appela depuis la photométrie.

La conception vibratoire du rayonnement, défendue (sous une forme imparfaite, faute de suffisantes données expérimentales) par Huyghens du temps même de Newton, et précisée par Young dans les premières années du XIX^e siècle, apparut comme seule acceptable après les admirables travaux de Fresnel. Mais lorsqu'on découvrit ensuite les phénomènes photoélectriques (émission d'électrons par la matière sous l'action de la lumière), elle s'avéra impuissante à en expliquer à elle seule les lois. Il fallut attendre la Mécanique ondulatoire de Louis de Broglie (1924) pour comprendre qu'une synthèse était possible entre les propriétés de la lumière conduisant à la considérer comme se propageant par ondes, et celles qu'on doit attribuer à des photons corpusculaires.

LA FORMATION DES IMAGES

L'étude de la formation des images a connu des progrès non pas exactement parallèles, mais comparables à ceux des théories de base : les lois de l'optique géométrique enon-



COMMENT VARIE LA SENSIBILITÉ DE L'ŒIL AUX CONTRASTES

Les courbes 1 sont déduites de 220.000 réponses données par 9 sujets. En abscisses sont portées les luminances du champ observé, en ordonnées les contrastes que doit présenter par rapport à ce fond une plage circulaire un peu plus brillante pour qu'on puisse, une fois sur deux en moyenne, discerner sa présence (échelles logarithmiques). Chaque courbe correspond à une valeur de l'angle (en minutes) sous lequel est vu la plage brillante. On voit que le contraste minimum perceptible augmente très rapidement quand la luminance diminue ; les points anguleux mettent en évidence

le passage de la vision nocturne à la vision diurne. Ces résultats sont relatifs au cas où la pupille de l'observateur a son ouverture naturelle, qui dépend de la luminosité des diverses parties du champ visuel et de l'état d'adaptation de l'œil. Les courbes II indiquent les valeurs moyennes admises pour l'ouverture de la pupille, en fonction de la luminance supposée uniforme du champ observé. La grande dispersion des valeurs individuelles apparaît sur la figure III qui met en outre en évidence une contraction temporaire de la pupille intervenant chez beaucoup d'observateurs quand, la luminance décroissant à la tombée du jour, la vision nocturne commence à s'établir.

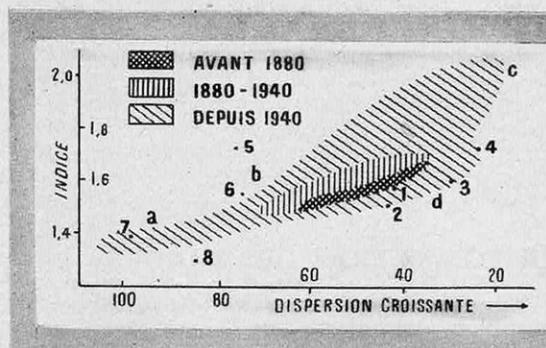
cées par Descartes et par Fermat, furent appliquées par Clairaut, d'Alembert, et bien d'autres depuis, au calcul des « marches de rayons » et de la correction partielle des « aberrations », c'est-à-dire des écarts entre le parcours réel de la lumière et son trajet le plus favorable. Mais à mesure que la réduction de ces défauts devint meilleure, il fallut tenir de plus en plus compte de la diffraction des ondes lumineuses, qui dégrade, c'est-à-dire étale l'image de chaque point objet ; et l'on reconnut combien il est important d'étudier la répartition de la lumière dans les images. La concentration des rayons géométriques n'est donc plus aujourd'hui seule considérée en optique instrumentale, l'optique ondulatoire et la photométrie s'y mêlent étroitement.

Les belles recherches de Malus, d'Arago, de Biot, de Fizeau, de Foucault, au XIX^e siècle, celles plus récentes de Fabry, de Cotton, ont complété l'œuvre des grands précur-

(ou corrigé) dépend de bien des facteurs ; les uns caractérisent les images elles-mêmes : nettetés, formes, luminances, contrastes, couleurs. Les recherches concernant la distinction des couleurs, bien que déjà très poussées, sont loin d'être achevées, et nous ne chercherons pas à en présenter hâtivement les conclusions. Les **luminances** peuvent s'exprimer en « nits », c'est-à-dire en bougies (les spécialistes disent aujourd'hui « candelas ») par mètre carré de surface apparente ; le domaine des luminances perceptibles commence vers un millionième de nit, les conditions de vision diurne (très différentes de celles de la vision nocturne) s'établissent vers quelques millinits, l'éblouissement intervient pour des dizaines de milliers de nits.

Les **contrastes** sont les variations relatives de luminances entre plages voisines ; ils peuvent varier de 0 à l'infini.

Les autres facteurs conditionnant la perception concernent la sensibilité de l'œil, qui



SUBSTANCES TRANSPARENTES

a) à base de fluorures ; b) à base de fluoroborates ; c) à base de terres rares ; d) à base de fluophosphates, silicates, germanates, verres organiques, Cristaux : 1, chlorure de sodium ; 2, chlorure de potassium ; 3, bromure de potassium ; 4, iodure de potassium ; 5, corindon ; 6, quartz ; 7, fluorure de calcium ; 8, fluorure de sodium. Chaque point a pour ordonnée l'indice de la substance pour la lumière d'une flamme de sodium et pour abscisse le coefficient de dispersion indiquant comment l'indice varie d'un bout à l'autre du spectre.

seurs. Nous n'avons pu rappeler que quelques noms, ils mettent en évidence la contribution essentielle des physiciens français aux développements de la science optique. Les élèves des maîtres disparus poursuivent leur œuvre, nous allons chercher à montrer quelques aspects de cette activité.

On ne doit pas oublier qu'une collaboration étroite s'est établie de longue date entre constructeurs et chercheurs de laboratoire, et qu'elle a été utile à tous.

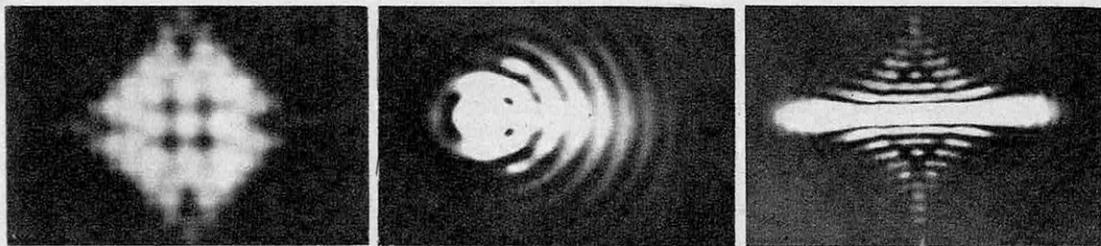
L'INTERVENTION DE L'ŒIL

A de rares exceptions près (telles que la commande de dispositifs enregistreurs ou régulateurs par un signal lumineux), les images optiques sont destinées à être, tôt ou tard, directement ou indirectement, perçues par l'œil : les qualités à rechercher dépendent des exigences du récepteur, et l'on peut s'étonner que ce point essentiel n'ait été sérieusement considéré qu'assez récemment.

Il sera parlé plus loin des défauts optiques de l'œil et de leur correction. La perception plus ou moins bonne par un œil normal

dépend de la surface du pupille par où la lumière pénètre, et de la région de la rétine où se forment les images. Les résultats varient parfois beaucoup d'un observateur à l'autre, voire, pour un même observateur, d'un moment à l'autre : il faut, pour avoir des données utilisables, prendre la moyenne d'un grand nombre de déterminations (voir la fig. p. 103).

Aux grandes ouvertures pupillaires, les aberrations de l'œil et la structure discontinue de la rétine altèrent la perception des détails peu contrastés ; d'autre part, lorsqu'on regarde à travers un instrument d'observation à grossissement élevé, la « pupille de sortie » de celui-ci, par où passent tous les rayons admis dans l'œil, peut être beaucoup plus petite que la pupille de ce dernier : aux très petites ouvertures effectives (inférieures au demi-millimètre), la diffraction, et les irrégularités locales des milieux oculaires deviennent des obstacles très gênants à la perception : on s'en rend compte en regardant un paysage (même très lumineux) à travers un trou d'épingle. Il existe par suite, pour chaque type d'instruments, un grossissement optimum, qu'il est non seulement



● L'image d'un point lumineux n'est jamais un point. Ces photographies agrandies 6 fois montrent com-

ment la lumière est répartie dans l'image d'un point pour divers défauts du système optique. (A. Maréchal).

inutile, mais même désavantageux de chercher à dépasser.

Le choix du meilleur type d'instrument, pour un usage déterminé — l'appréciation de la qualité d'un instrument donné, par comparaison avec d'autres du même type — sont aujourd'hui devenus plus faciles qu'il y a vingt ans grâce aux progrès déjà acquis dans la connaissance des propriétés du récepteur oculaire et des « transformateurs d'images » tels que les couches photographiques ou les écrans de projection et de télévision. Mais il reste beaucoup à faire et l'intérêt des informations attendues justifie l'effort considérable nécessaire pour les obtenir.

PROJETS ET RÉALISATIONS INSTRUMENTALES

La destination d'un instrument ayant fixé certaines de ses caractéristiques : grossissement, champ, dimensions, ... on en établit le « projet », compte tenu des possibilités de construction.

Le rôle du calculateur opticien est de choisir au mieux le nombre et la disposition des lentilles et des miroirs, la nature des verres employés, et de déterminer leurs formes et leurs positions pour obtenir les meilleures images possibles.

L'industrie française des verres d'optique s'est acquise, notamment pour la fabrication des très grandes lentilles, une réputation justifiée ; ces verres doivent être parfaitement homogènes et exempts de trempe.

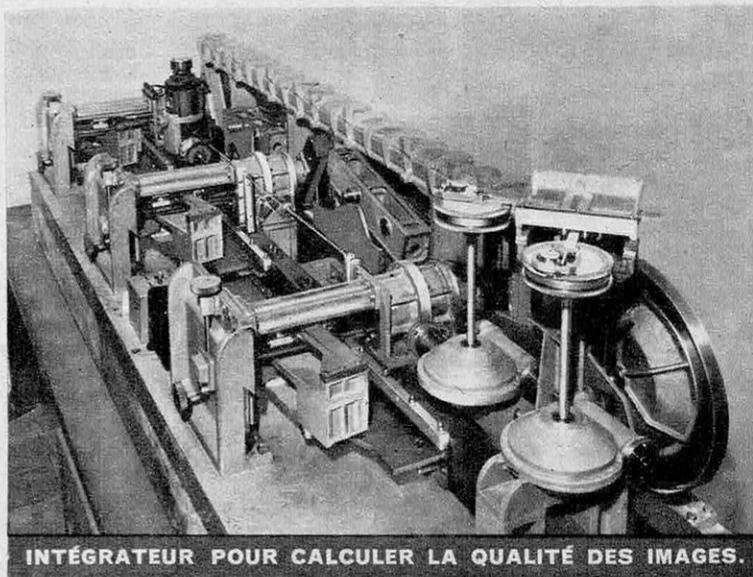
Le chromatisme, qui se manifeste, en lumière complexe, par des images à bords flous et irisés, ne peut être corrigé (plus ou moins complètement) que par l'intervention de plusieurs verres de nature différente. L'introduction de « verres nouveaux » par les usines d'Iéna, à la fin du XIX^e siècle, permit de combiner des systèmes optiques irréalisables antérieurement. Notre époque va connaître,

peut-être, des progrès aussi marqués, grâce à l'emploi de verres à base de terres rares, fabriqués récemment aux Etats-Unis, ou encore de cristaux divers, naturels ou artificiels.

Les « verres organiques », matières plastiques dont il existe plusieurs variétés chimiques, ont l'avantage d'être légers, pratiquement incassables, et de se prêter à des fabrications par moulage ; mais ils résistent mal aux déformations et aux rayures, et leurs propriétés optiques varient d'une façon gênante avec la température.

Une aide d'une autre nature, et dont il est encore difficile d'apprécier l'importance, est apportée par le développement de ces machines électromagnétiques ou électroniques qui effectuent en quelques secondes ou fractions de seconde les calculs de l'optique géométrique : des contrôles négligés jusqu'ici, faute de temps, deviendront possibles, des méthodes abandonnées à cause de leur complexité pourront être mises en œuvre et des tâtonnements empiriques céderont la place à des progressions systématiques.

D'autres machines permettront d'évaluer, en tenant compte des aberrations résiduelles et de la diffraction, la répartition des



INTÉGRATEUR POUR CALCULER LA QUALITÉ DES IMAGES.

éclaircissements dans les images : celle qui est représentée page 105 est déjà en service presque continu pour la préparation de tables d'usage général et pour le perfectionnement des projets de systèmes optiques, avant même l'exécution du prototype correspondant.

On sait que la surface des lentilles ou des miroirs est presque toujours sphérique (ou plane) ; pourtant Descartes signalait déjà l'intérêt de formes différentes, paraboliques, elliptiques ou autres, pour l'obtention de bonnes images. La difficulté de réaliser de telles formes en limita longtemps l'usage à des cas exceptionnels, comme celui des télescopes astronomiques : le travail en série de pièces « asphériques » s'introduit actuellement dans la pratique industrielle.

Citons encore, comme facteurs de progrès, le travail du verre avec des outils diamantés, son polissage de plus en plus soigné, la réalisation de montures mécaniques assez précises et rigides pour assurer la mise en place et le maintien des pièces optiques, au besoin à quelques centièmes de millimètre près, l'élimination des lumières parasites (particulièrement néfastes, car elles diminuent les contrastes) et l'augmentation corrélative de la clarté par les « traitements de surfaces ».

Ces traitements, communément appelés

« bleutages », consistent en un dépôt, sur le verre, de couches transparentes, d'indices convenables, et dont les épaisseurs très faibles (de l'ordre du dixième de micron) doivent être bien uniformes et bien réglées. L'opération consiste le plus souvent en une ou plusieurs évaporations dans le vide selon des techniques qui se perfectionnent de mois en mois.

DÉVELOPPEMENTS DE L'OPTIQUE

On aurait pu croire, au début de ce siècle, que les excellentes images fournies par les meilleurs instruments ne devaient plus guère être améliorées ; pourtant les recherches sur les théories de base, les caractéristiques des récepteurs, les calculs de systèmes optiques, les matériaux réfringents, les réalisations mécaniques et les contrôles de toutes sortes ont conduit à des progrès de grande importance.

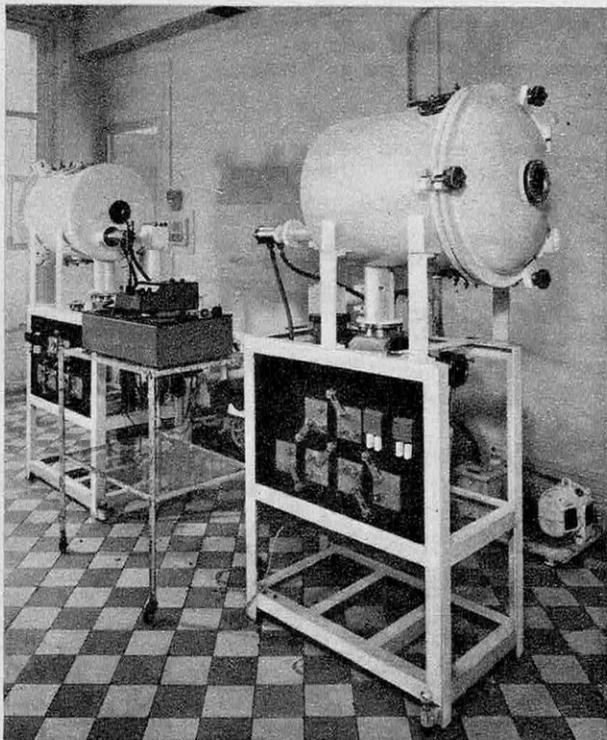
On verra, dans les pages qui suivent, combien en ont profité la lunetterie, l'ophtalmologie et la médecine, l'astronomie, la microscopie surtout, où de nouvelles méthodes d'éclairage et d'observation ont introduit récemment une véritable révolution. La fabrication en série, à un prix raisonnable, d'instruments de haute qualité, multiplie les applications, déjà bien nombreuses, des méthodes d'examen et de mesures optiques. En même temps se développe, à la fois en spectroscopie et pour la transmission d'images ou de signaux, l'emploi des radiations invisibles, ultraviolettes, infrarouges, hertziennes : les réalisateurs de microscopes électroniques, de radars, d'installations de télévision, utilisent pour une bonne part les raisonnements et les techniques de l'optique, tout en apportant à celle-ci des moyens et des problèmes nouveaux.

À l'étranger, comme depuis longtemps en France, de grands laboratoires universitaires sont orientés vers les recherches optiques ; c'est aussi, avec la formation de spécialistes qualifiés, l'une des missions de l'Institut d'Optique Théorique et Appliquée, qui fonctionne à Paris avec l'appui financier du Centre National de la Recherche Scientifique. Il fut fondé dès 1921, sous l'impulsion du duc Armand de Gramont ; la plupart des grands pays ont créé depuis (certains tout récemment), sous des titres divers, des organismes analogues.

Charles Fabry, qui jusqu'à sa mort (1946) dirigea l'Institut d'Optique, fut l'animateur de nombreuses recherches ; les maîtres qu'il a formés, ceux de nos Facultés, leurs élèves qui ont essaimé dans les laboratoires et l'industrie s'appliquent, de même que nos constructeurs, à conserver à l'Optique française son rang dans le monde.

P. Fleury

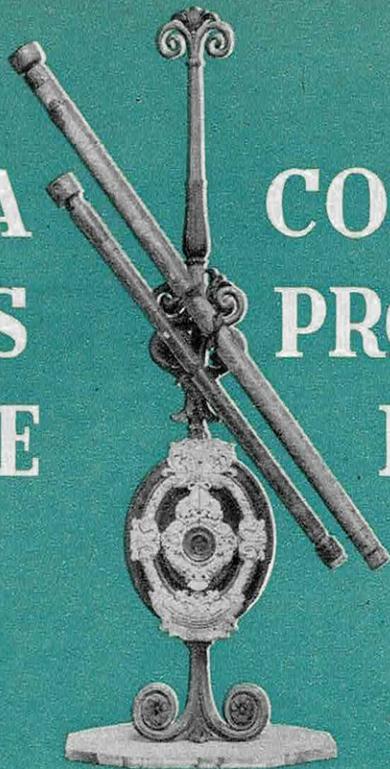
Directeur Général de l'Institut d'Optique.



● Cloches pour évaporation dans le vide, où s'effectue le « bleutage », traitement des surfaces optiques qui a pour but de réduire les réflexions parasites.

A LA
DES
DE

CONQUÊTE
PROFONDEURS
L'ESPACE



● Deux des lunettes qu'utilisa Galilée. Dans le médaillon central, l'objectif de sa première lunette. (Musée de Florence.)

L'INVENTION des instruments d'optique composés remonte à moins de quatre siècles. Leur emploi en Astronomie date de 1610 : l'honneur en revient à Galilée. Ayant construit d'humbles lunettes d'approche, il put faire en quelques semaines la plus merveilleuse moisson de découvertes.

Mais avant de célébrer les mérites des instruments d'optique, il est juste de dire à quelle perfection était parvenue, sans leur intermédiaire, vers l'an 1600, l'astronomie de position entre les mains de l'observateur merveilleux que fut Tycho Brahé.

Nous ne saurions décrire ici les grands instruments qu'il mit en service à Uraniborg, dans le somptueux observatoire qui, pendant vingt-cinq ans, absorba 1 % des revenus de la couronne de Danemark.

Avec ses secteurs et ses sextants bien stables sur d'énormes supports à rotules, avec ses quarts de cercles, orientables ou muraux, avec ses armilles équatoriales, avec son énorme sphère céleste recouverte de cuivre et de parchemin, il parvint à fournir des positions stellaires fondamentales à la deminute d'arc près. Les lois de Képler, tremplin de Newton, sont sorties de l'œuvre de Tycho et ne doivent rien aux instruments d'optique. On l'oublie souvent. Képler pouvait dire avec certitude : « Dans les observations de mon maître Tycho Brahé, une erreur de 8' est impossible. » C'est pour rendre compte de ces 8' que l'ellipse a remplacé le cercle orbital et que le mouvement uniforme a cédé

le pas au mouvement varié de la loi des aires.

Deux préjugés plus vieux que notre ère, érigés par les Grecs en articles de foi, sont tombés en ruines sous les coups de l'arbalète de Tycho.

L'INVENTION DES LUNETTES D'APPROCHE

Les verres de bésicles, lentilles simples, convexes ou concaves, étaient en usage en Italie dès la fin du 12^e siècle. La lunette d'approche est le montage dans un tube rigide de deux de ces lentilles : un foyer de la lentille objectif, à grande distance focale, coïncide avec un foyer de la lentille oculaire. Des textes sûrs, longtemps ignorés, nous apprennent que des lunettes d'approche se construisaient en Italie un peu avant 1590. Mais il était d'usage, à cette époque, de se protéger par le secret contre les imitateurs. Il se conserva pendant une vingtaine d'années.

En 1604, un lunetier hollandais copia un instrument italien daté de 1590, clandestinement apporté en Hollande par des réfugiés ou par des ouvriers cristalliers italiens. Des lunetiers concurrents imitèrent à leur tour la lunette et prétendirent en vendre le secret aux Etats généraux des Pays-Bas. La dispute entre ces commerçants rendit publique en 1608 l'existence des « lunettes hollandaises » qui suscitèrent un vif mouvement de surprise et de curiosité. Le secret avait disparu :

dès 1609, des marchands de Paris vendaient des lunettes ; un correspondant parisien en instruisait Galilée en juin 1609. Sur cette vague indication, Galilée construisit immédiatement plusieurs lunettes grossissant de 3 à 30 fois. Son génie lui faisait entrevoir dans ces objets de curiosité d'admirables instruments de découverte.

L'invention des lunettes par des artisans hollandais est donc une erreur historique, universellement répandue. Quel fut donc l'inventeur méconnu ? Le doute n'est guère possible : il s'agit de Giambattista della Porta — napolitain — occupé dès 1580, près des célèbres cristalleries de Venise, « à faire un instrument à voir de loin ». Dans une lettre à un cardinal, en 1586, il annonce un secret : « Il sait faire des lunettes qui permettent de reconnaître un homme à plusieurs

les humbles outils de Galilée allaient mettre en marche une révolution intellectuelle d'une ampleur sans précédent.

La Lune montrait, à qui voulait, des montagnes semblables aux montagnes terrestres ; l'astre s'avérait semblable à la Terre : rude coup porté à l'Aristotélisme, à ses distinctions radicales entre matériaux célestes et matériaux terrestres.

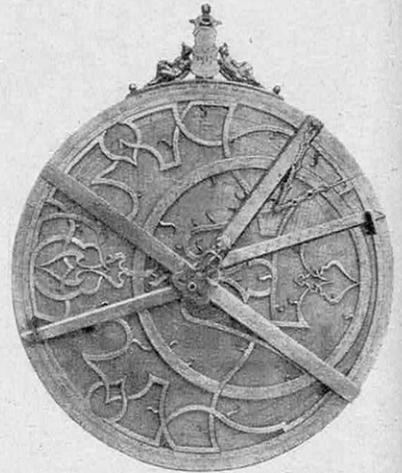
Galilée vit aussi les taches du Soleil, et leur déplacement lui fit découvrir la rotation lente du Soleil sur lui-même. Mais ces stigmates du Soleil renversaient un autre dogme : celui de la pureté, de la perfection des corps célestes.

L'observation de Vénus et de ses phases suffit à renverser le système de Ptolémée, qui régna pendant quinze siècles sur la pensée scientifique.



◀ **L'ARBALÈTE** était un instrument très simple dans sa conception et son emploi, utilisé, comme le montre un manuscrit ancien, pour la mesure des angles. Il rendit d'importants services aux astronomes du moyen âge.

L'ASTROLABE permettait d'effectuer des mesures angulaires beaucoup plus précises. Le spécimen ci-contre, datant de 1661, est conservé au Musée de Cluny. Certains astrolabes construits par les astronomes arabes représentaient de vrais bijoux.



lieux de distance. » Dans un article du recueil « *Magia Naturalis* » (édition de 1589), il l'annonce aussi en termes voilés qui ne laissent guère de doute : il sait examiner l'image focale fournie par un verre convexe avec un oculaire (divergent ou convergent).

Dès 1609, quand le secret est percé, il revendique hautement la priorité de l'invention devant l'Académie des Lincei. Il le fait d'ailleurs en des termes qui prouvent que lui-même n'avait pas attaché à son invention une importance bien grande (une bagatelle, dit-il). Un an plus tard, éclairé par le merveilleux usage qu'en avait fait Galilée, il revendique encore ses droits, mais avec le regret visible d'avoir laissé à un autre tant de découvertes.

FÉCONDITÉ DE LA TECHNIQUE NOUVELLE

Dans le second semestre de 1609, Galilée, avons-nous dit, construisit plusieurs lunettes à oculaire divergent grossissant de 3 à 30 fois. La faiblesse de leur pouvoir de résolution apparaît lorsque l'on examine les croquis qu'il fit de la Lune. Malgré cette médiocrité,

En janvier 1610, Galilée découvre les quatre principaux satellites de Jupiter (qu'on nomme « galiléens », en souvenir de lui) ; il les voit tourner rapidement autour de leur planète. La Terre perd à tout jamais l'espoir d'être le centre absolu de l'Univers. En dépit de ce que l'Eglise croyait lire dans les Ecritures, le géocentrisme était blessé à mort.

L'orgueil de l'homme devait d'ailleurs recevoir une atteinte plus profonde encore. La philosophie ancienne enseignait que les astres avaient été créés pour éclairer l'homme, pour diviser son temps en mois, en semaines, ou en années, pour orner son ciel, pour l'aider dans ses prévisions ou même dans ses prédictions.

Or, Galilée vit apparaître sur le fond noir du ciel, entre les étoiles connues, des myriades d'étoiles insoupçonnées que l'œil humain n'avait jamais perçues. Il devenait impossible de soutenir qu'elles avaient été créées pour lui. L'anthropocentrisme naïf était ruiné.

La lunette de Galilée put encore résoudre la Voie Lactée en un fourmillement d'étoiles fines et serrées : ainsi se trouvait vérifiée l'intuition de Démocrite ; ainsi faisait son entrée dans la Science cet amas prodigieux,

cette Galaxie, pièce maîtresse de notre Ciel, où les Soleils tournoient par centaines de milliards.

La moisson de Galilée, de si grande valeur astronomique, eut donc des conséquences philosophiques plus puissantes encore. En quelques décades, un raz-demarée intellectuel balaya la philosophie médiévale et fit trembler les Eglises mêmes. Sur les ruines des anciens préjugés put s'élever l'édifice newtonien, ferme support de la civilisation contemporaine (jusqu'à l'aube du XX^e siècle, du moins).

L'INVENTION DES TÉLESCOPES

L'emploi des miroirs étant bien antérieur à celui des lentilles, on peut s'étonner à bon droit que le télescope n'ait pas précédé la lunette.

En fait, Galilée et ses contemporains savaient qu'un miroir concave aurait pu remplacer la lentille objective. Ce sont peut-être les difficultés de réalisation qui arrêtaient d'abord la construction des télescopes.

C'est Newton qui, de ses propres mains, tailla les deux premiers télescopes valables. Un miroir plan secondaire, incliné sur l'axe du télescope, renvoyait latéralement l'image.

Grégoire proposa l'emploi d'un miroir secondaire concave qui conservait l'image sur l'axe. Le Français Cassegrain suggéra l'utilisation analogue d'un miroir secondaire



NEWTON tailla de ses mains le miroir du premier télescope dont la réplique exacte est conservée au Science Museum de Londres.

convexe. Ces combinaisons, surtout la dernière, en dépit des objections de Newton, sont couramment employées aujourd'hui. L'encombrement de l'appareil est moindre, mais le miroir principal doit être percé en son centre pour laisser passer les rayons réfléchis.

ÉVOLUTION DES LUNETTES

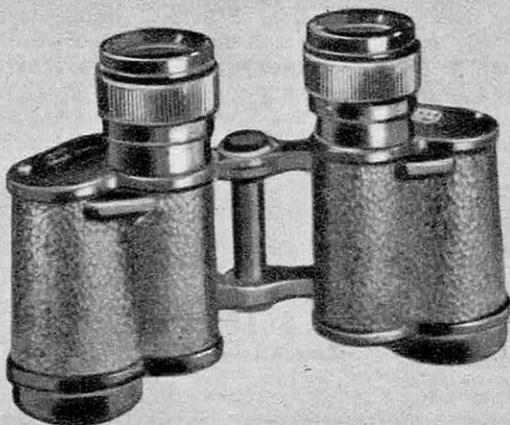
La lunette **astronomique** proprement dite, à oculaire **convergent**, fut proposée par Képler dès 1611. Le champ est plus grand et une image réelle se forme dans le plan focal de l'objectif. Lorsque Picard aura l'idée de placer en cet endroit une croisée de fils fins, l'instrument deviendra propre à mesurer les angles. A diamètre et

grossissement égaux, l'expérience montra que les lunettes de grande distance focale fournissaient de meilleures images. C'est pourquoi on vit croître la longueur et l'encombrement des lunettes au cours du 17^e siècle.

On suspendit d'abord les tubes de quelques mètres à des mâts portant poulies et cordages. Puis le tube disparut, remplacé par une simple poutrelle portant des diaphragmes. La poutrelle enfin succomba : l'objectif seul demeura fixé au sommet d'un mât, sur un support à rotule. L'observateur se déplaçait au sol, tenant l'oculaire à la main ; cet oculaire était simplement attaché au bout d'un

JUMELLES DE PRÉCISION A PRISMES

LES jumelles consistent essentiellement en la réunion de deux lunettes identiques permettant la vision binoculaire. Il existe une très grande variété de ces instruments très maniables qui, suivant leur grossissement, leur champ et leur clarté répondent à des besoins particuliers. Les plus simples, jumelles dites de théâtre, sont construites suivant le principe de la lunette de Galilée. Dans les jumelles puissantes, suivant le principe de la lunette astronomique, des prismes redressent l'image : leur présence réduit l'encombrement, et l'écartement des objectifs, supérieur à celui des oculaires, accroît l'effet stéréoscopique. Ci-contre, une jumelle BBT-Krauss type « Armée » à mise au point séparée pour chaque œil.



fil qui, lorsqu'il était tendu, maintenait l'objectif et l'oculaire à bonne distance l'un de l'autre et coaxiaux. C'est ainsi que l'on utilisa successivement des lunettes de 4, 7, 11 mètres, puis de 50 et même 70 mètres.

Vers le milieu du siècle, Huyghens invente et construit des **oculaires composés** : leur emploi améliore beaucoup les images. Il découvre l'anneau de Saturne et un premier satellite. Plus tard, Cassini en découvre quatre, observe la division de l'anneau, annonce la rotation de Mars, etc. On doit encore à Huyghens la construction d'**horloges à pendule** (1656) dont la précision allait permettre l'emploi des cercles divisés comme **instruments méridiens des passages**. L'association de lunettes et de cercles divisés (comme ceux de Tycho Brahé) n'eut lieu que soixante ans après la diffusion des lunettes. Vers la fin du XVII^e siècle, apparaissent le réticule, le micromètre à vis, sans lesquels la précision des mesures fût restée médiocre. Bradley, dans la première moitié du 18^e siècle, travaillait à **1 ou 2 secondes d'arc près**. Il avait fallu plus d'un siècle, malgré l'invention des lunettes, pour passer de la minute d'arc (Tycho) à la seconde d'arc (Bradley). Cette précision lui permit de découvrir deux gros phénomènes : l'**aberration de la lumière** et la **nutation** de l'axe de la Terre. Si Bradley ne nous avait pas appris à tenir compte de ces causes d'écarts systématiques (pouvant atteindre plusieurs dizaines de secondes) les progrès dont s'enorgueillit le XIX^e siècle eussent été impossibles.

LES TÉLESCOPES DE WILLIAM HERSCHEL

C'est à ce musicien qui aimait à observer le ciel que l'on devra, vers la fin du XVIII^e siècle, une évolution remarquable des recherches célestes : Herschel est le père incontesté de l'Astronomie moderne.

À l'âge de trente-six ans, il se met à construire plusieurs télescopes à miroir de **bronze**. En 1781, âgé de quarante ans, il a la bonne fortune de découvrir la planète Uranus avec un excellent télescope de 16 cm d'ouverture et de 2 m de distance focale. Pensionné par le roi, il pourra désormais se consacrer exclusivement à l'Astronomie et, heureusement, pendant plus de quarante ans encore. Son instrument de prédilection sera un télescope newtonien de 48 cm de diamètre et de 6 m de longueur. Il utilisa pourtant avec profit un télescope géant de 122 cm d'ouverture et de 12,20 m de distance focale dont la taille, le poli et le montage lui coûtèrent bien des années de peine.

Est-il besoin de rappeler les découvertes de Herschel? Après Uranus et plusieurs satellites de Saturne, il reconnait le mouvement du Soleil vers l'Apex, au travers de l'essaim des étoiles proches, il établit l'existence des étoiles doubles et ébauche le tracé de quelques orbites, il pose le problème de la profondeur

de la Voie Lactée et montre comment on pourrait le résoudre au moyen de statistiques qu'il nomme des **jauges**. On doit enfin à Herschel le premier catalogue étendu de nébuleuses (il en compte 2 500) et une ébauche de classification de ces objets (nébuleuses gazeuses, nébuleuses amas stellaires).

Au cours du XIX^e siècle, d'autres télescopes géants seront mis en service : le record appartient à Lord Rosse, qui s'offrit un miroir de bronze de 182 cm de diamètre, pesant 3 800 kg, de 16,6 m de distance focale; l'instrument était peu maniable; on lui doit pourtant la découverte des nébuleuses spirales.

L'âge des miroirs de bronze touchait à sa fin, la taille des miroirs de verre, perfectionnée par Foucault, allait ouvrir l'ère des grands réflecteurs modernes.

L'APOGÉE DES LUNETTES

Pendant tout le cours du XIX^e siècle, les astronomes professionnels continuèrent à donner la préférence aux lunettes (réflecteurs) sur les télescopes (réflecteurs) : elles étaient d'un entretien plus aisé, toujours prêtes et plus faciles à manier seul. Les problèmes de l'astronomie de position exigeaient des instruments fidèles et stables plutôt que puissants. En 1824, l'une des plus célèbres lunettes fut construite par Fraunhofer pour W. Struve : elle n'avait que 24 cm d'ouverture, mais le travail qu'elle fournit fut admirable. Peu à peu on voit le diamètre des objectifs passer à 50 cm, à 75 cm, puis à 1 mètre (Yerkes en 1897, 102 cm). Cette ouverture n'est pas encore dépassée et ne le sera sans doute jamais; car si on augmente le diamètre, il faut aussi augmenter l'épaisseur. Or, on perd plus de lumière par absorption, dans les objectifs épais à plusieurs verres, qu'on n'en peut gagner en augmentant leur surface; cela est vrai surtout pour les ondes courtes efficaces en photographie, et l'on sait que la photographie a, presque partout, remplacé l'observation visuelle.

C'est à la précision des lunettes du XIX^e siècle que l'on doit les premières mesures par Bessel (1838), puis Struve et Henderson (1840) de distances des étoiles les plus proches déduites des mesures de leur parallaxe (inférieure à 1'' à six mois d'intervalle); la mise en évidence des minimales perturbations dans la marche d'Uranus, qui permirent à Le Verrier de découvrir par le calcul l'existence d'une planète inconnue; la mesure de l'avance du périhélie de Mercure, offrant ainsi, avec un demi-siècle d'anticipation, à la Relativité générale, sa première preuve.

LES GRANDS TÉLESCOPES CONTEMPORAINS

Les deux télescopes géants du mont Wilson ont été des facteurs de premier plan dans l'essor fulgurant de l'Astrophysique. Le téles-

copé de 1,52 m d'ouverture, entré en action en 1908, et le télescope Hooker, de 2,57 m, achevé en 1917, par leurs qualités optiques, leur puissance, leur maniabilité, ont permis, sous un ciel clair, une prodigieuse récolte de documents.

On peut mettre à leur actif les principales découvertes qui, depuis 30 ans, ont radicalement changé les idées de l'homme sur la structure de l'Univers.

Etendue de la Galaxie, position latérale du Soleil dans cet immense amas d'étoiles, existence des nuages de gaz intersidéraux et absorption de la lumière par les poussières cosmiques, inventaire des nébuleuses extragalactiques, mesure de leurs distances et de leur fuite, expansion de l'Univers — toutes ces acquisitions de l'esprit et tous ces phénomènes, sont, dans une large mesure, des produits de l'activité scientifique du mont Wilson.

D'ores et déjà, le télescope Hale, de 5,08 m de diamètre, en action au mont Palomar depuis 1950, a montré son pouvoir : il a accru de 50 % le rayon de l'Univers mesuré. Le monde savant attend beaucoup de son exploitation rationnelle.

LES TÉLESCOPES SCHMIDT

Mais l'instrument le plus précieux du mont Palomar n'est peut-être pas le télescope Hale : à côté de lui, plus modeste, travaille avec l'ouverture de 1,22 m seulement le dernier né de la technique moderne, sans lequel les coups de sonde du Hale se feraient au hasard. Bernard Schmidt, constructeur d'instruments près de Hambourg, s'est posé le problème d'obtenir un champ **net très étendu**, en éliminant les principales aberrations et sans diaphragmer trop.

La solution (1931) est la suivante : le miroir est sphérique. Une plaque plane, taillée légèrement sur une face et placée parallèlement au miroir en son centre de courbure, corrige l'aberration de sphéricité, sans introduire trop d'aberrations chromatiques.

On recueille l'image au foyer sur une pellicule convexe, car le champ est courbe.

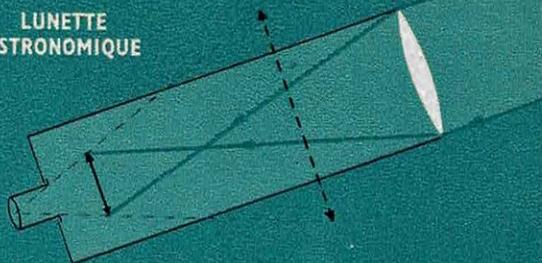
Le Schmidt du mont Palomar possède un miroir de 1,83 m de diamètre, ayant pour distance focale $f = 3,15$ m. La lame correctrice laisse une ouverture claire $O = 1,22$ m, comme on l'a déjà dit. Le télescope travaille

donc à l'ouverture $O = \frac{f}{2,5}$.

Malgré ce faible rapport, les clichés (de 35 cm de large) sont nets jusqu'au bord ; ils couvrent 36 degrés carrés chacun et la perte de lumière est à peine de 0,05 magnitude au bord.

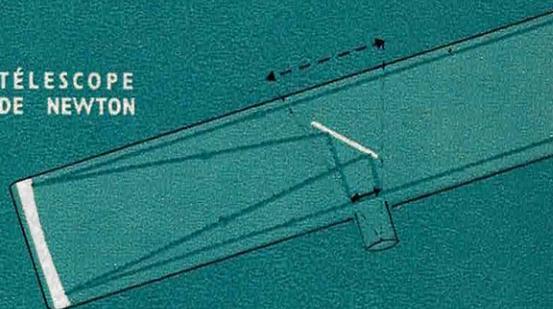
La largeur du champ utilisable est donc de 6°, ou 360'. Or, le télescope Hale n'est utile que dans un champ de 5'. Sans parler de la maniabilité, le Schmidt explore donc le ciel 5 000 fois plus vite que le Hale. Ce qu'il voit en un an (moins à fond, bien entendu), il

LUNETTE ASTRONOMIQUE



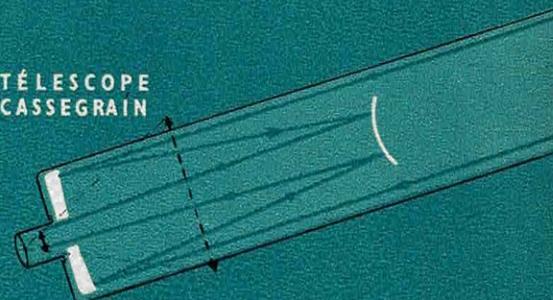
● L'objectif donne dans son plan focal une image réelle. L'oculaire joue vis-à-vis de cette image le rôle d'une loupe. L'image définitive est renversée.

TÉLESCOPE DE NEWTON



● Le miroir concave servant d'objectif donne une image réelle dans son plan focal. Un miroir plan incliné renvoie les rayons vers un oculaire latéral.

TÉLESCOPE CASSEGRAIN

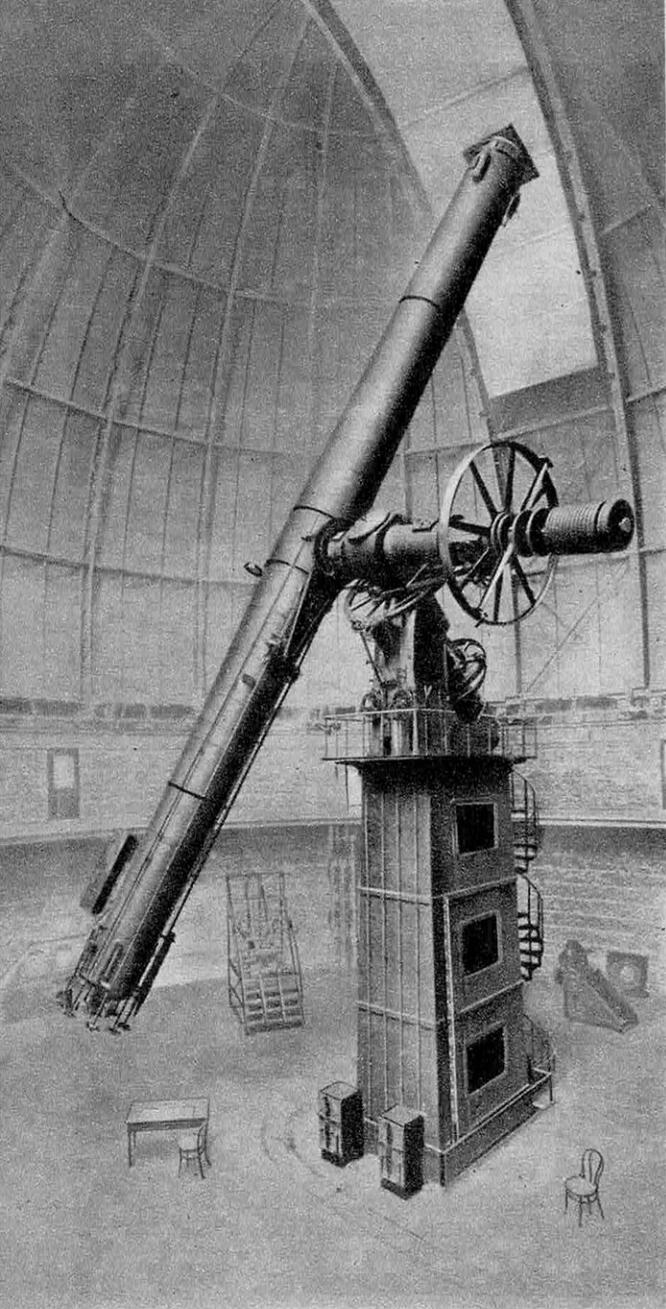


● Un miroir convexe renvoie l'image dans l'axe du télescope à travers un trou central du miroir principal. L'oculaire est ainsi disposé dans l'axe.

faudrait 5 000 ans au Hale pour l'observer. On sait que les géants du mont Wilson, depuis leur entrée en jeu, n'ont pu fouiller qu'une infime partie du ciel. Une division du travail s'impose désormais : le Schmidt passe tout en revue très vite, désigne les points du ciel où quelque particularité intéressante semble se signaler ; et là, les télescopes géants s'appliqueront à loisir, avec insistance, avec leur souci de pousser à fond la découverte.

UN BON TÉLESCOPE A BON MARCHÉ

Les résultats extraordinaires obtenus avec les grands réflecteurs n'enlèvent rien au charme de l'examen du ciel avec un instru-



◀ La lunette la plus grande du monde est celle de l'observatoire Yerkes aux Etats-Unis. Son objectif a un diamètre de 102 cm. Sa distance focale est de 19,8 m.

Le plus grand télescope du monde, celui du Mont Palomar, a un objectif de 5 m de diamètre et de 16,5 m de distance focale. Son poids total atteint 450 tonnes. ▶

pas d'un prix prohibitif pour l'« homme de la rue »? Sans doute. Mais sans avoir l'ambition d'être, comme Herschel, l'artisan des télescopes les meilleurs, il n'est pas impossible de tailler soi-même un bon miroir, d'ouverture 15 à 20 centimètres, qui supportera des grossissements allant jusqu'à 300 et 400 fois. Quant à la monture, un modèle très simple, léger et stable, suffira : il en existe des prototypes faciles à construire, et peu coûteux d'ailleurs si l'on doit s'adresser à un ouvrier.

Pour ceux des amateurs qui habitent la région parisienne, la solution simple consistera à adhérer à la Société Astronomique de France (1) dont tout le monde peut faire partie. Ils y trouveront un groupe de tailleurs de miroirs, un atelier d'optique, une commission des instruments qui les guideront pas à pas.

Les amateurs de province auront besoin d'une plus grande initiative. Mais ils consulteront avec le plus grand profit le livre que vient d'éditer la Société Astronomique de France (2). Ecrit par Jean Texereau (technicien des plus habiles au laboratoire d'optique de l'Observatoire de Paris et, précisément, moniteur dévoué des tailleurs de miroirs à la Société Astronomique), ce livre prend, si l'on peut dire, l'amateur par la main et le conduit de l'achat des verres au réglage de l'instrument fini.

Il est d'ailleurs souhaitable que ce livre soit lu, non seulement par les futurs constructeurs de télescope, mais par tous ceux qui sont désireux de connaître les méthodes — subtiles et intéressantes — qui permettent de réaliser, simplement, de fins appareils.

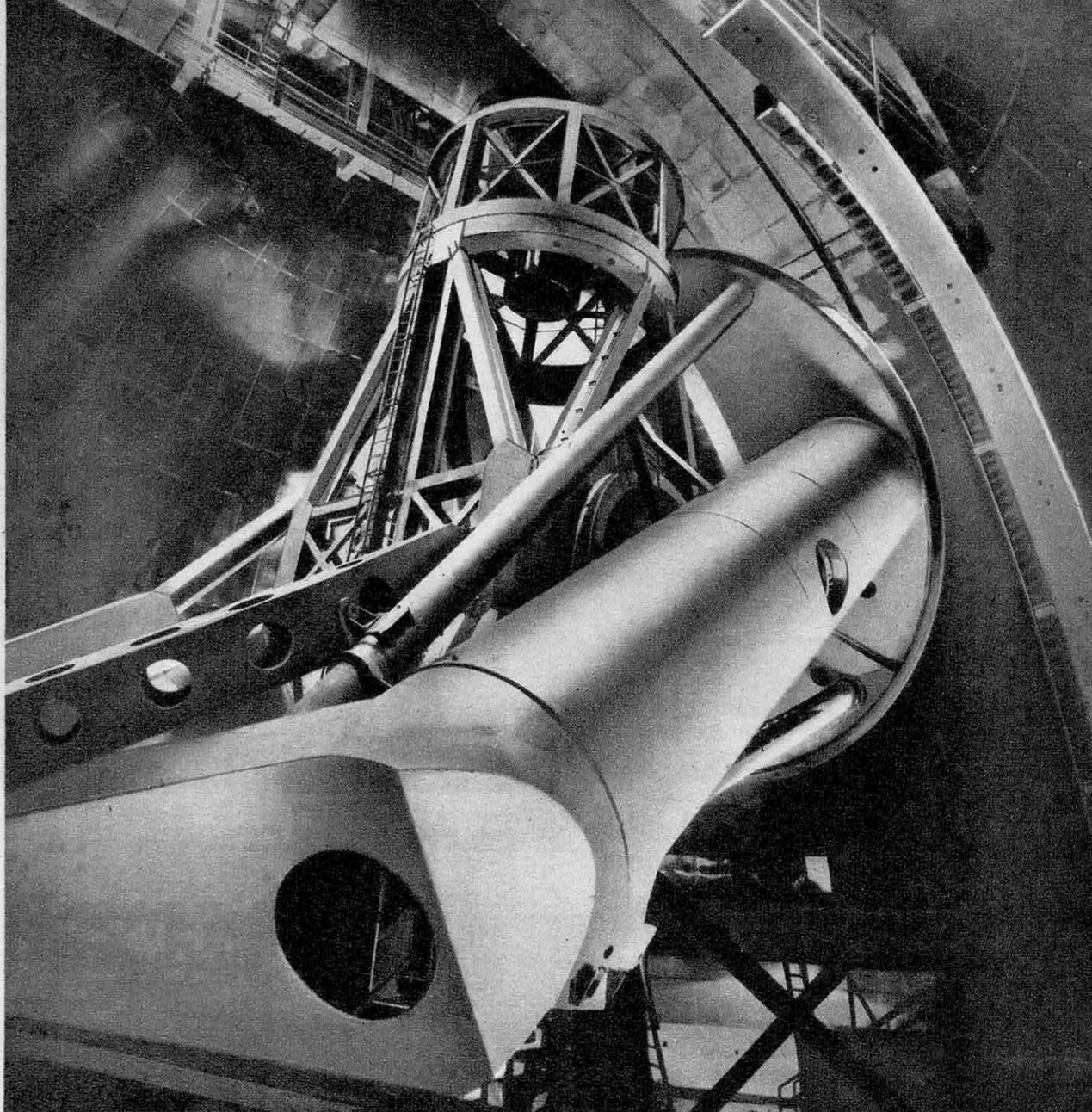
LE TÉLESCOPE ÉLECTRONIQUE

La construction de télescopes de plus en plus larges répond au besoin de recueillir de plus en plus de lumière, pour observer les astres très faibles — et, s'il s'agit de Galaxies, très lointains. D'énormes dépenses, plus de 20 ans de travaux, ont permis de doubler le diamètre de l'instrument record : on est passé de 2,50 m à 5 m d'ouverture. Nous attendons du télescope Hale de précieuses découvertes. Néanmoins, par rapport au Hooker, télescope du mont Wilson, ce géant

ment modeste. Et d'ailleurs, les possesseurs de petits instruments, qui ont pour eux leur nombre, peuvent rendre à l'astronomie professionnelle de remarquables services en surveillant certaines catégories d'astres et en signalant aux grands instruments l'apparition de phénomènes nouveaux. Traditionnellement, certains domaines sont l'apanage presque exclusif des amateurs ; l'examen de la Lune et des grosses planètes, l'observation des étoiles variables, des météorites, l'apparition d'étoiles nouvelles, la recherche ou l'observation d'étoiles doubles, sont des besognes utiles et passionnantes. Pour s'y livrer, il suffit d'avoir un bon instrument, quelques cartes et un annuaire céleste. A l'heure actuelle, un instrument suffisant n'est-il

(1) Adresser la correspondance au Secrétaire Général, Observatoire Flammarion, à Juvisy-sur-Orge (S.-et-O.).

(2) La construction du télescope d'amateur, par Jean TEXEREAU. Edité par la Société Astronomique de France, 28, rue Serpente, PARIS (VI^e).



du mont Palomar ne recueille que 4 fois plus de lumière et ne porte que 2 fois plus loin.

On sent bien que, de longtemps, pareil effort ne sera pas renouvelé.

Heureusement, un instrument de principe nouveau surgit, capable de prendre le relai, prometteur de riches moissons, sans exiger la mise en œuvre de moyens mécaniques gigantesques, de masses peu maniables.

La propriété principale qu'on utilise est l'effet photoélectrique.

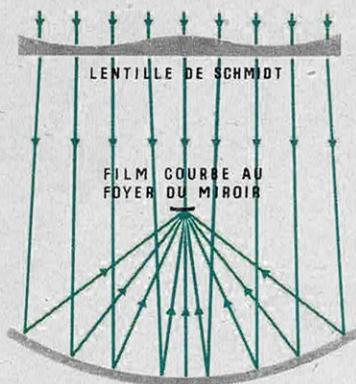
Si l'image d'un astre, fournie par un télescope ordinaire, est amenée à se former sur une cathode photoélectrique, cette image devient source d'électrons ; par les voies de l'optique électronique, ce flux d'électrons, accéléré et amplifié, ira former une image

secondaire, fidèle sur une plaque spéciale qui l'enregistre.

Ainsi une image lumineuse trop faible pour impressionner la plaque photographique la plus sensible pourra engendrer une image électronique très intense. Par ce détour, un télescope de 1 m de diamètre pourra fournir l'image de nébuleuses que même un télescope de 10 m de diamètre ne donnerait pas par voie directe.

Certaines cellules, fabriquées à l'Observatoire de Paris dans un service dirigé par M. André Lallemand, ont un pouvoir de multiplication égal à cent millions.

Les photocathodes, d'autre part, ont un domaine de sensibilité différent de celui de l'œil. En particulier, elles ont une bonne



● Schéma de principe d'un télescope de Schmidt : une plaque de verre convenablement taillée corrige les aberrations du miroir.

sensibilité dans l'infrarouge. Cette propriété est actuellement exploitée à l'Observatoire de Haute Provence, à l'aide d'un télescope Lallemand utilisé par M. Lenouvel. Ainsi, des étoiles infrarouges, variables rapides de treizième magnitude environ, enregistrent directement en quelques heures, sur une bande de papier, leurs variations : il fallait naguère des années pour obtenir des résultats beaucoup moins précis et souvent douteux.

RADIO-ASTRONOMIE

Depuis quelques années, les techniques radioélectriques sont venues offrir à l'Astronomie des instruments puissants et imprévus pour étudier l'Univers.

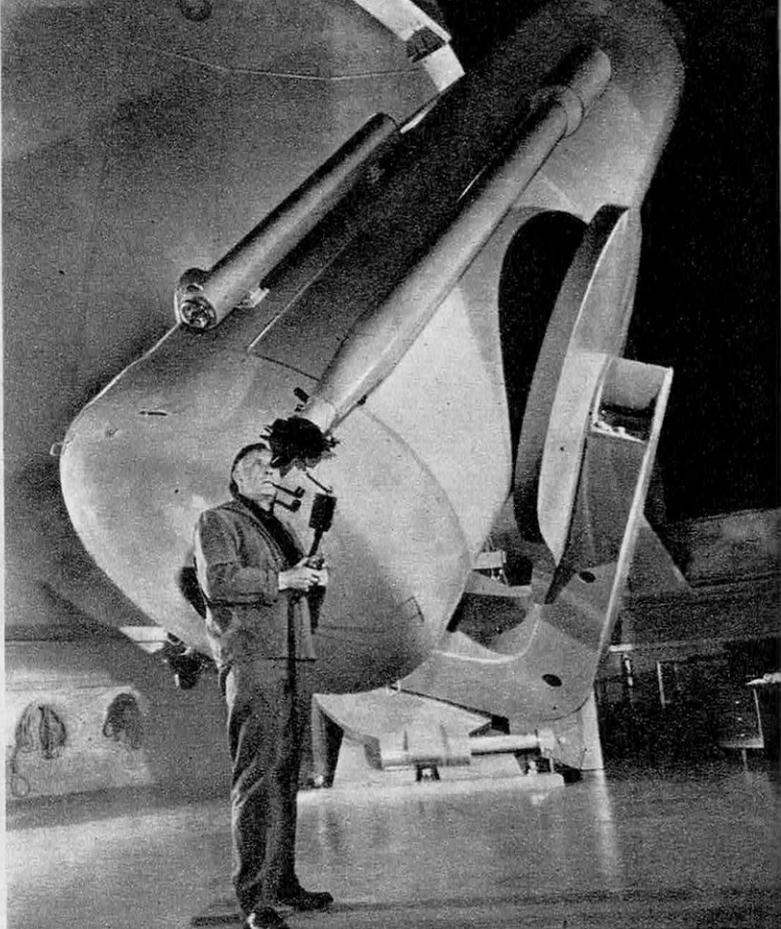
Certains astres, parfois fort lointains, sont le siège d'émissions hertziennes assez puissantes pour que nous puissions les enregistrer et les localiser nettement. Le fait a été découvert en 1932 par un radioélectricien, Jansky. Les collecteurs d'ondes radar fabriqués à des fins guerrières et les techniques de réception affinées se sont trouvés adaptés à l'étude des nouveaux phénomènes. L'essor de la radio-astronomie est grand depuis 1945.

Notre Soleil, à la surprise générale, s'est rangé parmi les émetteurs de radio célestes.

Non seulement on décele mais on mesure aisément une émission permanente dont l'origine est dans la couronne solaire.

Mais le Soleil est aussi une radio-étoile extraordinairement variable. A certains instants, l'intensité de l'émission radio ordinaire se trouve soudain multipliée par 100.

Ces sursauts d'émission coïncident avec des éruptions de matière ardente sur la surface solaire et semblent bien localisés au voisinage de centres d'activité photosphériques : la surveillance assidue du Soleil et les éclipses de Soleil ont déjà permis d'en



● Au mont Palomar un télescope de Schmidt de 1,22 m de diamètre obtient rapidement des photographies de grandes régions du ciel. Les particularités relevées sont précisées à l'aide du télescope géant.

faire la preuve. Mais la théorie de ces sursauts reste à faire.

Pour le moment, le Soleil est la seule radio-source céleste aussi extraordinairement variable.

Mais il existe, sur la voûte céleste, environ 150 petites régions actuellement repérées qui sont le siège d'émissions hertziennes fantastiques : il s'agit sans doute d'étoiles d'un modèle particulier. Cependant, dans quatre cas particuliers, la position des radio-sources coïncide avec celle de grandes nébuleuses extragalactiques.

L'hydrogène des espaces interstellaires, indécélable par les moyens de l'optique ordinaire lorsqu'il n'est pas excité par le voisinage d'une étoile très chaude, vient de tomber sous la coupe des méthodes radio-électriques.

Cet hydrogène calme existe sous deux états énergétiquement fort voisins. Le passage spontané de l'un à l'autre, du plus fort au plus faible, s'accompagne d'une émission sur 21 centimètres. Ce rayonnement, venant de la Voie Lactée (et spécialement des nébulosités du Cygne) vient d'être mis en évidence en Hollande et aux Etats-Unis, grâce à des réflecteurs comparables à celui de Meudon.

CONCLUSION

Nous venons de passer en revue, bien sommairement, les efforts de l'homme pour transcender les pouvoirs de son sens visuel.

Nous l'avons vu substituer à l'étroite pupille de son œil les gigantesques ouvertures des grands télescopes pour collecter plus de lumière. Nous l'avons vu substituer à sa rétine, sensible à une gamme trop étroite de radiations, des récepteurs qui profitent d'un clavier beaucoup plus étendu dans l'éventail des rayonnements célestes.

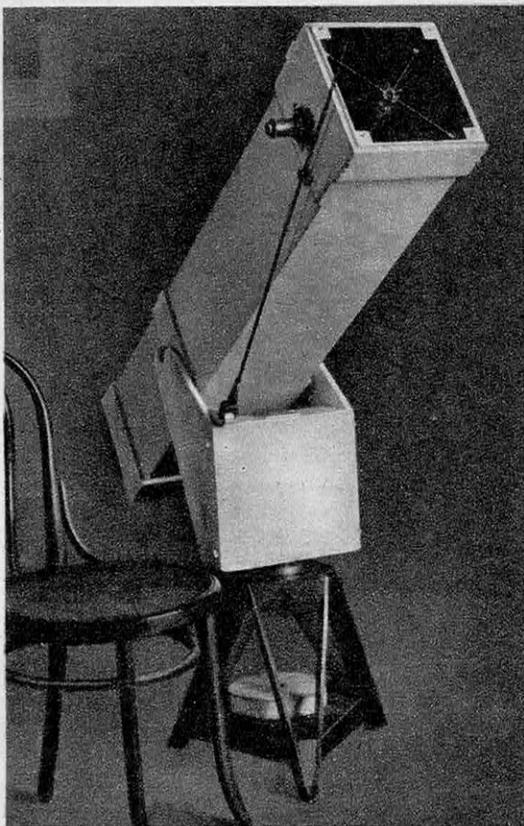
Malheureusement le phénomène de l'Expansion de l'Univers met d'ores et déjà hors de la portée de notre regard la majeure partie de l'Univers. Faut-il renoncer à connaître ces régions à tout jamais invisibles? En aucune façon. Ferme appuyée sur les phénomènes qu'elle observera à l'intérieur de l'horizon cosmique, la raison humaine pourra s'élever à la connaissance des espaces dont le rayonnement pour nous sera tari(1).

Mais l'espace accessible à notre vue est loin d'être encore connu comme il convient. Malgré la plus prodigieuse récolte de documents dont une génération humaine ait pu s'enorgueillir, aucune pause n'est possible pour l'esprit : il faut pousser fébrilement l'exploration du champ promis à notre perception.

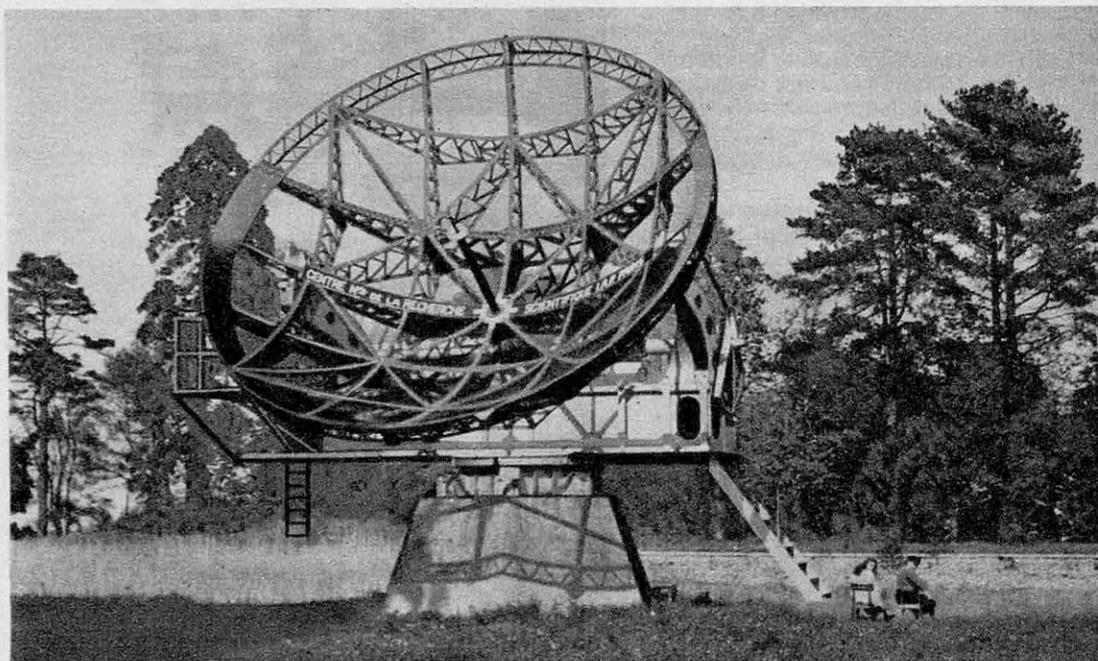
Paul Couderc,

Astronome à l'Observatoire de Paris.

(1) Voir, par exemple : P. COUDERC, *L'Expansion de l'Univers*. Presses Universitaires (1950).

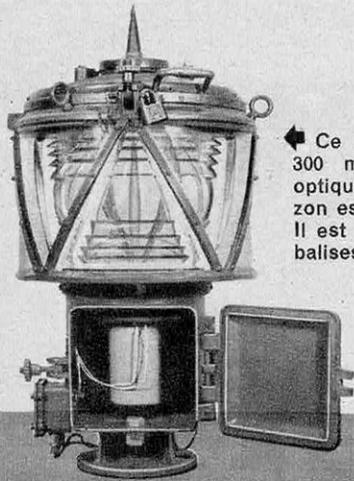


● Ce télescope d'amateur de 20 cm de diamètre peut fournir des grossissements allant jusqu'à 400 fois. (Optique de J. Texereau, monture d'André Couder.)



● Le radiotélescope de l'Observatoire de Meudon comporte un réflecteur en forme de paraboloïde de 7,5 m de diamètre, au foyer duquel se trouve une antenne

capable de recevoir simultanément les ondes de 55 cm et de 17 cm. Le pointage de l'antenne sur le Soleil et l'enregistrement des intensités sont automatiques.



◀ Ce fanal électrique de 300 mm de diamètre à optique de Fresnel d'horizon est un feu clignotant. Il est conçu pour équiper balises à terre ou bouées.

LE PHARE MODERNE INVENTION FRANÇAISE

NOUS sommes loin du temps où des feux de bois sur des promontoires, guidaient, seuls, les marins vers le port.

Le phare d'Alexandrie, construit sur l'île de **Pharos** au III^e siècle avant notre ère, dont la tour mesurait, dit-on, 135 m de haut, était pour les Anciens, l'une des sept merveilles du Monde. Il laissa son nom propre comme nom commun à ses semblables.

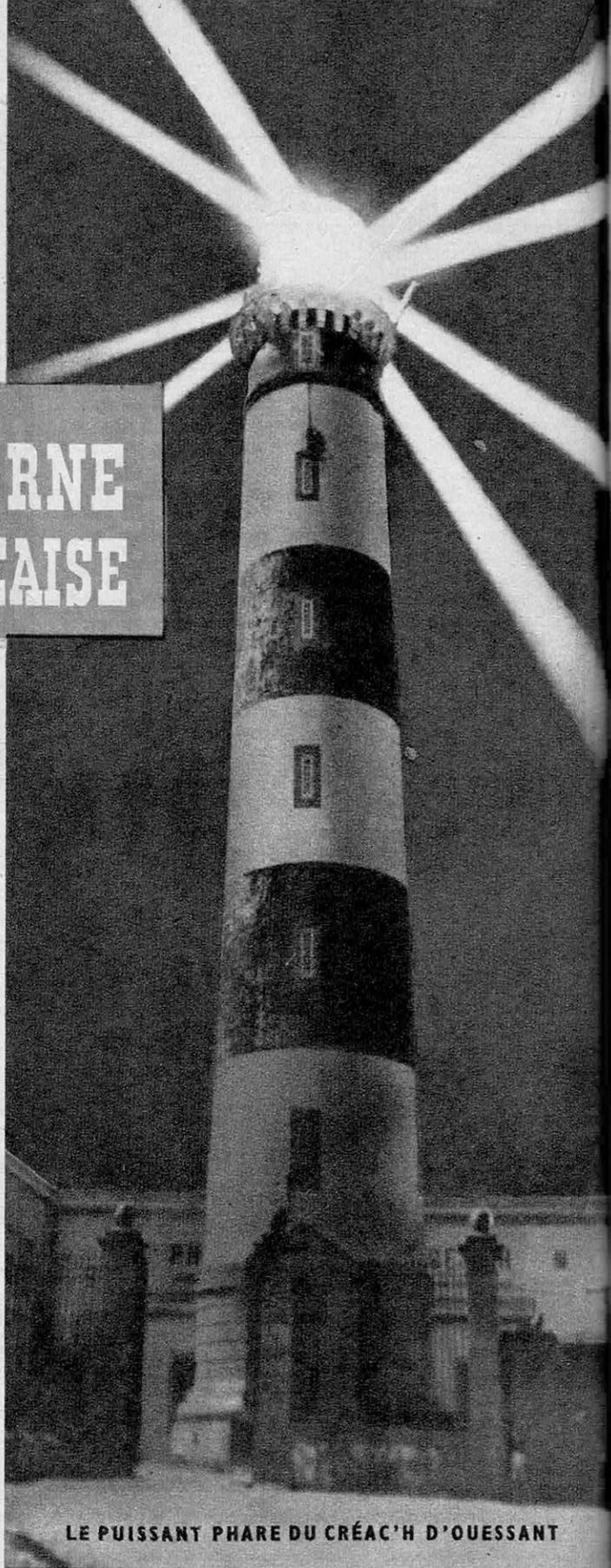
Les phares ne connurent longtemps que le feu de bois résineux ; plus tard on y brûla de la houille, de l'huile, du pétrole, du gaz. Aujourd'hui, la source de lumière est une lampe électrique à filament ou à arc.

Primitivement, la lumière se dispersait en toutes directions. Vers la fin du XVIII^e siècle, les lampes à huile s'adjoignirent des réflecteurs sphériques, puis paraboliques.

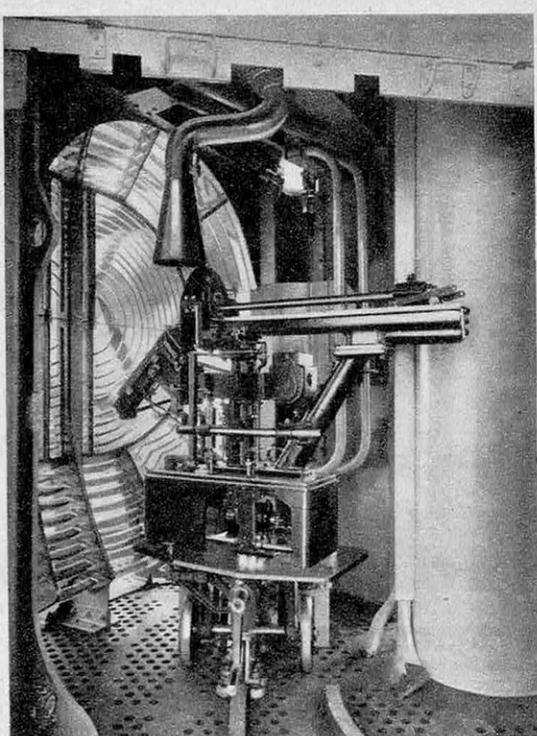
Mais le progrès essentiel fut apporté par les lentilles de Fresnel en 1821.

Les lentilles à grand diamètre ont une épaisseur prohibitive ; elles absorbent beaucoup de lumière, s'échauffent et éclatent. Fresnel résolut le problème par ses **lentilles à échelons**. Une lentille de faible diamètre est entourée d'une série d'anneaux de verre à section triangulaire. Les anneaux centraux agissent comme le pourtour de lentilles de même diamètre qu'eux et les anneaux périphériques (système catadioptrique) renvoient la lumière par une réflexion totale interposée entre deux réfractions.

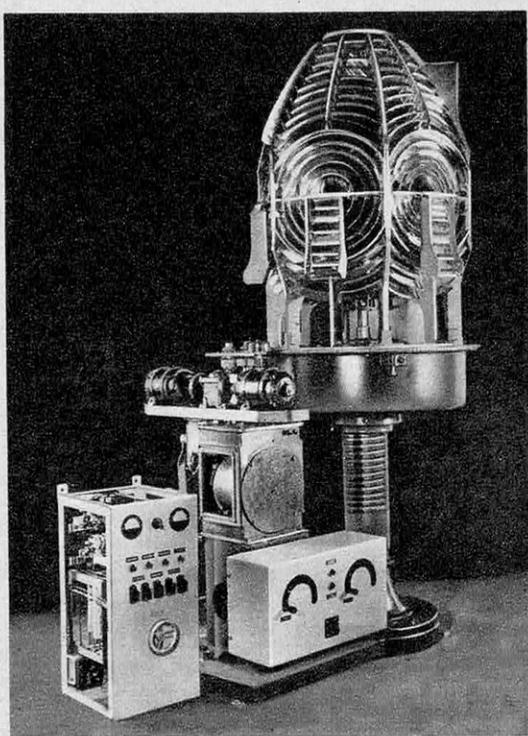
Les premiers essais, à la tour de Cordouan, à l'entrée de la Gironde,



LE PUISSANT PHARE DU CRAC'H D'OUessant



● Une des lampes à arc du phare du Créac'h d'Ouessant qui fournissent par temps de brume l'intensité lumineuse considérable de 500 millions de bougies.



● Le phare aéromaritime d'Aveiro (Portugal) est un bel exemple d'optique de Fresnel. Un dispositif spécial étale verticalement une partie du faisceau lumineux.

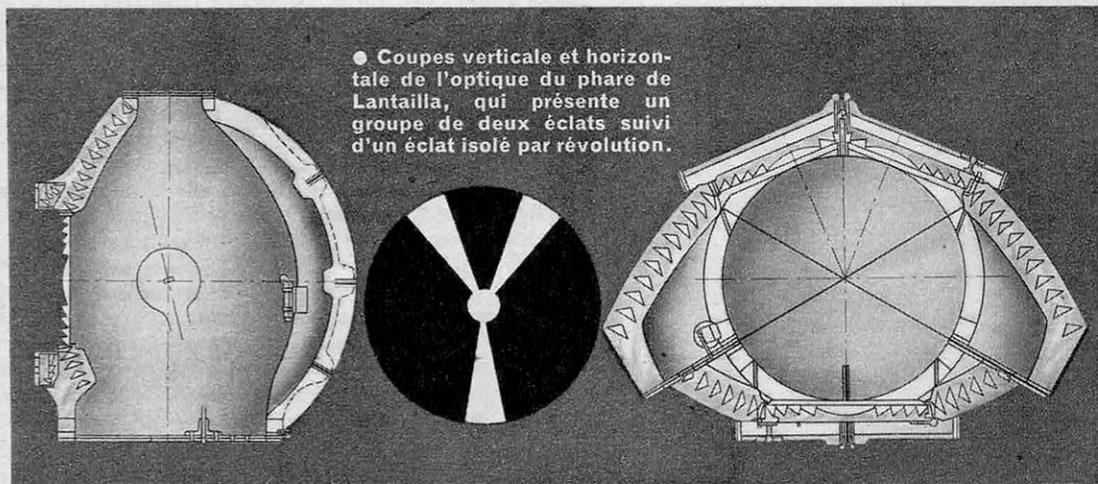
fournirent une portée de 60 km, qui enthousiasma le monde entier.

Aujourd'hui, l'intensité dans l'axe du faisceau est couramment 5 000 fois plus grande que celle de la source. Le phare d'Ouessant porte à 80 km et on peut atteindre dans l'axe du faisceau une intensité de plusieurs centaines de millions de bougies.

Les feux fixes de petits phares, qui doivent être vus à tout instant de tous les points de la mer (phares d'horizon) utilisent des échelons de Fresnel installés **en tambour** (lentille torique). Certains feux ont une direction fixe, pour signaler un chenal, par exemple.

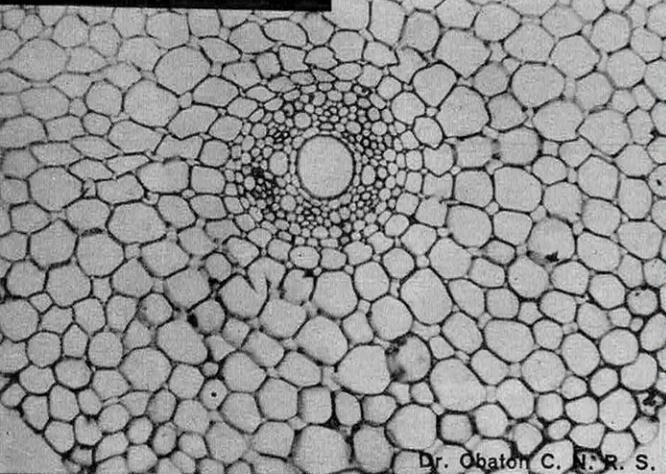
Mais les phares les plus répandus sont à

éclats. Le flux est concentré dans quelques directions déterminées par un tambour polygonal (régulier ou irrégulier) dont les faces verticales sont de grandes lentilles à échelons. Une lampe se trouve au foyer commun des faces. Mais le tambour tourne sur un bain de mercure et les faisceaux cylindriques de lumière balaient successivement tous les points de l'horizon. Il n'y a pas d'intérêt à ce qu'un observateur soit éclairé par chaque faisceau pendant plus d'un dixième de seconde. Autre avantage : le rythme des signaux, l'infinie variété des combinaisons possibles de caractères, permettent d'identifier aisément tous les phares, sans erreur.



● Coupes verticale et horizontale de l'optique du phare de Lantailla, qui présente un groupe de deux éclats suivi d'un éclat isolé par révolution.

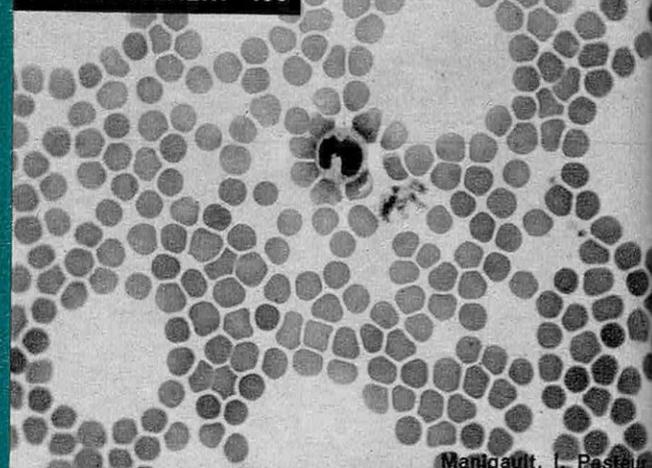
GROSSISSEMENT 50



Dr. Obaton C. N. R. S.

COUPE VÉGÉTALE : PRADESCANTIA VIRGINICA

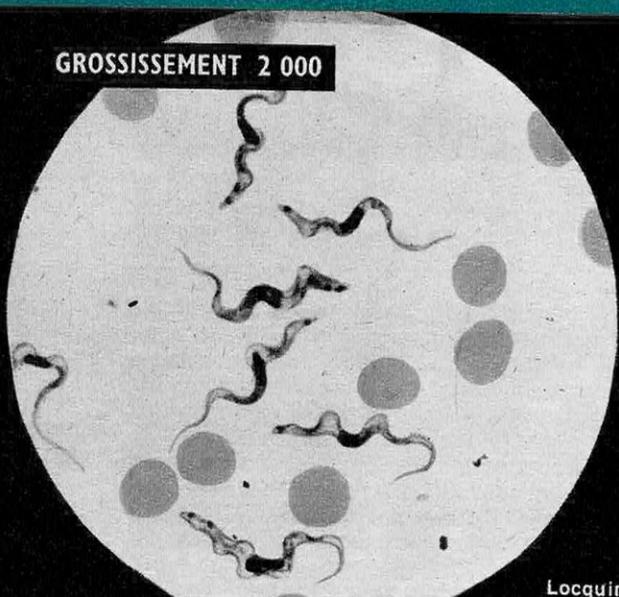
GROSSISSEMENT 400



Mangault, I. Pasteur

AMAS DE GLOBULES SANGUINS COLORÉS

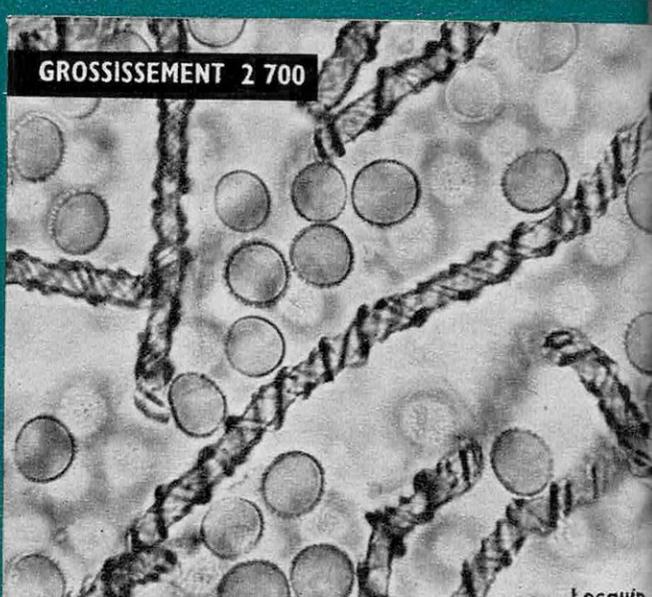
GROSSISSEMENT 2 000



Locquin

TRYPANOSOMES DE LA MALADIE DU SOMMEIL

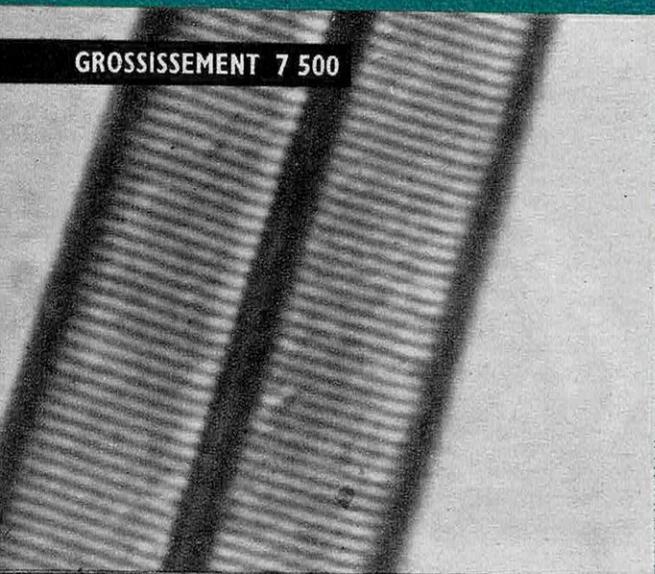
GROSSISSEMENT 2 700



Locquin

SPORES ET FILAMENTS D'UN MYXOMYCÈTE

GROSSISSEMENT 7 500



UNE DIATOMÉE : AMPHIPLEURA PELLUCIDA

LE GROSSISSEMENT DU MICROSCOPE

Le grossissement du microscope doit être adapté à l'objet que l'on veut étudier ou aux détails que l'on désire observer. Certains détails d'une membrane, par exemple, apparaissent avec un grossissement très faible. En poussant le grossissement, on risque de ne plus voir qu'une petite portion du détail sans pouvoir suivre les contours et en étudiant l'ensemble. Par contre, pour l'observation de très petits objets comme les microbes, on a avantage à utiliser les plus forts grossissements. C'est ce que montrent les photographies de cette page. L'ensemble de la coupe végétale (en haut à gauche) ne peut être étudié qu'avec un faible grossissement, très insuffisant pour voir les globules du sang (en haut, à droite). La dernière photographie montre la diatomée « *Amphipleura Pellucida* » qui est le plus petit objet dont il soit possible de voir la structure extrêmement fine avec le microscope optique.

L'OPTIQUE A LA DÉCOUVERTE DE L'INFINIMENT PETIT

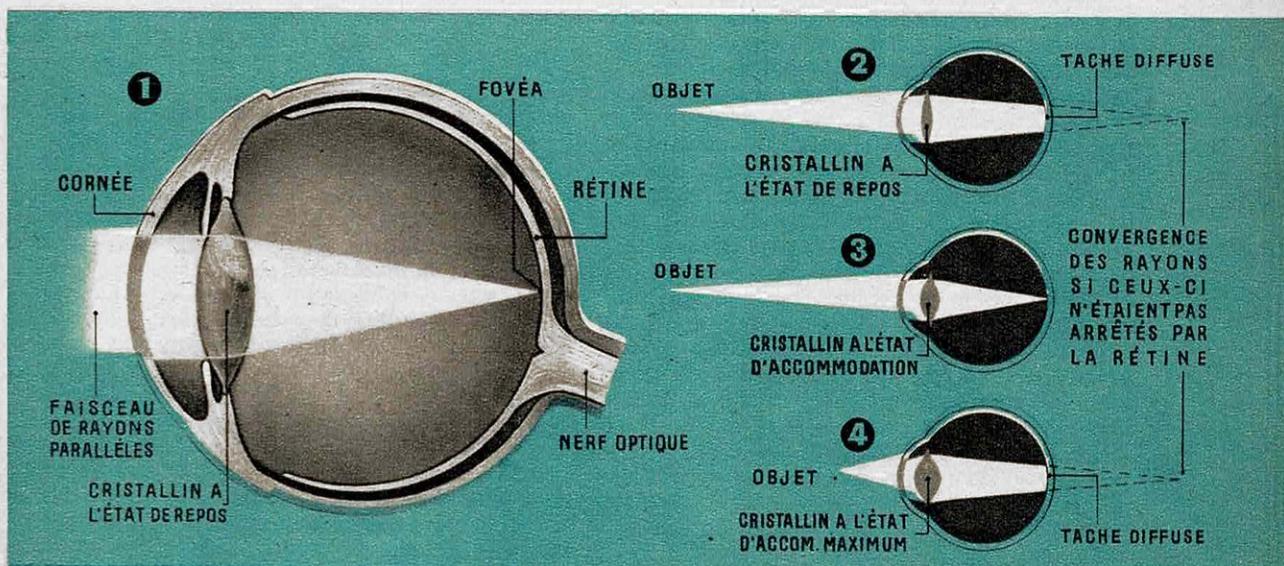
D EPUIS la petite loupe dont se servait le Hollandais Anton van Leeuwenhoek, voici trois siècles, les moyens d'explorer le monde de l'infiniment petit n'ont cessé d'évoluer. Le microscope lui-même depuis Hooke, en 1660, a subi toute une suite de transformations qui l'ont porté de nos jours à un tel degré de perfection qu'il semble difficile de concevoir un moyen « optique » qui lui soit nettement supérieur. Certes, nous assistons actuellement à une évolution caractérisée par une série d'améliorations partielles, de dispositifs ingénieux, de nouvelles méthodes d'observation parmi lesquelles le « contraste de phase » joue un rôle extrêmement important. Toutefois, les appareils les plus perfectionnés, les méthodes d'observation les plus remarquables, se heurtent à une limite qui tient à la nature intime de la lumière. Au moment même où cette limite semblait atteinte, le microscope électronique ouvre tout à coup un champ immense, inexploré, que les savants ont cherché à deviner autrefois, souvent avec succès d'ailleurs, et qu'ils peuvent maintenant étudier et voir réellement.

Photographier des molécules ne dépassant pas en dimension quelques millièmes de millimètre est devenu possible. C'est pour quoi on peut se demander si nous ne finirons pas par voir un jour les atomes. Sans rien préjuger de l'avenir, notre but est de montrer le chemin accompli depuis les premiers chercheurs jusqu'à nos jours.

LA LOUPE

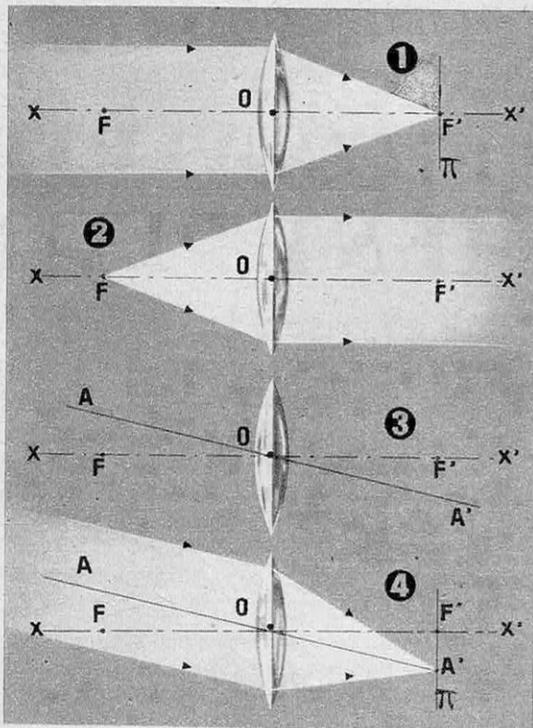
Pour observer les fins détails d'un objet, il est tout naturel de rapprocher celui-ci de nos yeux afin de le mieux voir. Il arrive toutefois un moment où, l'objet étant trop près, l'image se brouille et cela d'autant plus que la distance de l'objet à l'œil diminue. L'explication de ce phénomène permettra de comprendre aisément comment, en évitant toute fatigue, la loupe peut rendre très facile l'observation d'objets encore plus rapprochés.

Considérons un œil normal observant un point lumineux très éloigné comme, par exemple, une étoile. Le pinceau de rayons qui pénètre dans la pupille est formé unique-



● A gauche, un œil normal, observant un point lumineux très éloigné (1). A droite, dans l'observation d'un objet rapproché, pour ramener l'image sur

la rétine, le cristallin accroît sa convergence (2 et 3); mais il ne peut « accommoder » si l'objet est trop près (à moins de 25 cm environ pour une vue normale) (4).



ment de rayons parallèles qui, après traversée des milieux optiques de l'œil, converge dans la région de la rétine dont la structure est la plus fine : la **fovea centralis** ou tache jaune (1, page précédente). Si l'on regarde un objet plus rapproché, en supposant l'œil toujours dans le même état, le faisceau irait converger en un point situé derrière la rétine (2). En fait, et ceci s'opère d'une façon naturelle, certains muscles de l'œil se contractent, tirent sur la périphérie du cristallin et le déforiment. La partie centrale du cristallin étant plus dure que le reste de cet organe, la courbure des faces augmente : le cristallin devient plus convergent et l'image du point lumineux est ramenée sur la rétine (3). Cette modification qui se produit inconsciemment s'appelle l'accommodation. Si l'objet se rapproche toujours, la contraction des muscles devient de plus en plus grande jusqu'au moment où la déformation du cristallin atteint sa limite naturelle. L'œil accommode alors sur le point le plus près qu'il soit possible de voir nettement, le **punctum proximum**, qui est de l'ordre de 25 cm pour les personnes jeunes douées d'une vue normale. Aucun objet situé plus près de l'œil ne peut être vu nettement car il enverrait un faisceau de rayons qui irait converger en un point situé derrière la rétine (4), celle-ci ne recevant qu'une tache de lumière diffuse. On comprend maintenant pourquoi il est impossible de voir de plus près que l'accommodation ne le permet, et pourquoi la vision rapprochée produit une fatigue qui peut devenir douloureuse.

◆ Une lentille convergente qui reçoit un faisceau de lumière parallèle à son axe (1), le transforme en un faisceau qui converge en un point F' , le « foyer image ». OF' est la distance focale et le plan perpendiculaire à l'axe passant par F' est le plan focal image. Le point F symétrique de F' par rapport à O est le « foyer objet ». Un point lumineux placé en F émet des rayons qui, après avoir traversé la lentille, forment un faisceau parallèle (2). On peut naturellement intervertir les rôles des points F et F' . Un rayon incliné tel que AO passant par le centre optique O traverse la lentille sans déviation (3). Un faisceau de rayons parallèles à AO converge en A' dans le plan focal image (4). Inversement, des rayons lumineux qui partiraient d'un point quelconque A' dans le plan focal, donneraient, après traversée de la lentille, un faisceau de rayons parallèles à $A'O$.

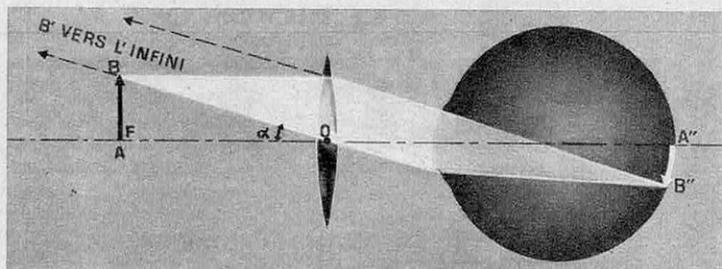
Pour pouvoir observer des objets plus rapprochés que le **punctum proximum**, il faut imaginer un système optique qui, interposé entre l'œil et l'objet, soit capable de substituer à celui-ci une image éloignée, visible sans fatigue. C'est le rôle essentiel de la loupe qui permet de voir comme si l'objet était très près de l'œil.

Étudions d'un peu plus près les phénomènes. La figure ci-dessus illustre les propriétés fondamentales de la lentille convergente. Elle permettra au lecteur de comprendre facilement ce qui va suivre.

La loupe, en effet, n'est autre qu'une lentille convergente, et la figure suivante montre qu'un objet étant placé au foyer objet (il est représenté par la droite AB), le faisceau de rayons lumineux émis par B donne, après traversée de la lentille, un faisceau parallèle à la direction BO .

Tout se passe pour l'œil comme s'il n'y avait pas de loupe, le point B étant à l'infini dans la direction OB . Dans ces conditions, nous sommes ramenés au cas de la première figure. L'image se forme sur la rétine, le cristallin étant à l'état de repos et l'œil observant sans fatigue.

Pourquoi l'œil voit-il plus de détails que s'il observait à l'œil nu? Tout simplement parce que l'image rétinienne est plus grande. Sans loupe, on est obligé d'éloigner l'objet jusqu'à 25 cm pour avoir la vision nette; l'objet étant loin, l'image rétinienne est petite. Si on place la loupe devant l'œil, on peut rapprocher considérablement l'objet et l'image rétinienne devient beaucoup plus grande. Les figures du bas de la page suivante montrent clairement que ce qui importe en fin de compte, c'est l'angle α sous lequel on voit l'objet. Si celui-ci s'éloigne de l'œil jusqu'à 25 cm pour la vision à l'œil nu, l'angle α est évidemment plus petit que dans la vision avec la loupe. L'avantage de la loupe est donc de substituer à l'objet une image vue sous un plus grand angle; c'est en ce sens qu'on peut dire que la loupe grossit les objets. Elle donne de l'objet une image éloignée vue sans fatigue, sous un plus grand angle.



La manière rationnelle de regarder un objet AB à travers une loupe est de le placer à son foyer objet, l'œil étant placé tout près de la loupe. Les rayons lumineux issus de B se transforment, après traversée de la lentille, en un faisceau parallèle, et la loupe donne de B une image B' à l'infini. Le cristallin de l'œil, sans avoir besoin d'accommoder, donc sans fatigue, en donne une image B'' sur la rétine.

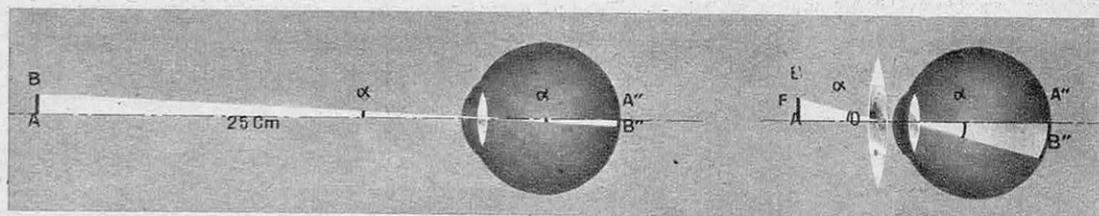
On voit que pour augmenter encore l'angle α sous lequel on voit l'objet à travers la loupe, il suffit de diminuer la distance AO . Puisque, pour éviter toute fatigue, nous avons placé l'objet au foyer de la loupe, il faut donc diminuer sa distance focale. Pour avoir une image très agrandie, il faudra utiliser une loupe de courte distance focale, ou encore, comme disent les opticiens, de plus grande puissance en dioptries, cette dernière étant l'inverse de la distance focale de la loupe exprimée en mètres.

Si la distance focale de la loupe était égale à 25 cm, rien ne distinguerait les figures ci-dessous, l'objet serait vu sous le même angle, en accommodant dans le cas de la vision sans loupe et sans accommoder, c'est-à-dire sans fatigue, dans l'autre cas (à gauche). L'objet étant vu aussi bien avec ou sans loupe, il n'y aurait pas à proprement parler de « grossissement » de l'objet. Prenons maintenant une loupe de 12,5 cm de distance focale. L'objet est deux fois plus rapproché de la loupe que dans le cas précédent, l'angle α correspondant est également deux fois plus grand. On peut dire cette fois que la loupe grossit deux fois l'objet : l'image rétinienne devient deux fois plus grande. Le grossissement produit par la loupe n'est donc pas autre chose que le rapport de la distance d'observation à l'œil nu, soit 25 cm, à la distance focale de la loupe. Une loupe de 1 cm de distance focale ayant une puissance de 100 dioptries donnerait un grossissement égal à 25.

Quels sont alors les plus petits détails que l'on peut observer en se servant d'une loupe ?

Le raisonnement précédent est encore valable : si AB représente ci-dessous, à gauche,

la plus petite distance de deux points A et B que l'œil nu puisse voir séparés, cette distance ne sera pas changée par une loupe de 25 cm de distance focale, mais deviendra deux fois plus petite avec une loupe de 12,5 cm de distance focale. Pour exprimer ces distances en millimètres ou en fractions de millimètres, il est donc nécessaire de connaître la plus petite distance de deux points A et B que l'œil nu puisse séparer. Cette distance, appelée pouvoir séparateur de l'œil, est de l'ordre 0,075 mm lorsque A et B sont placés à 25 cm de l'œil. Une loupe de 12,5 cm de distance focale, c'est-à-dire de grossissement 2 donnera donc un pouvoir séparateur de 0,038 mm. Une loupe de 5 cm de distance focale ayant un grossissement égal à 5 donnera un pouvoir séparateur de 0,015 mm. Comme, pour voir des détails de plus en plus petits, il faut employer des grossissements de plus en plus forts, la question qui se pose maintenant est : jusqu'où peut-on aller dans cette voie ? La réponse à cette question est la suivante : il est inutile, sans que cela soit impossible, de dépasser un grossissement de 100 fois environ, correspondant à un pouvoir séparateur de 0,002 mm. En effet, au fur et à mesure que la puissance de la loupe augmente, on constate que des déformations de l'image apparaissent. Pour les éviter, il est nécessaire de n'admettre que les rayons passant par le centre de la loupe, ce que l'on peut faire en plaçant contre celle-ci un diaphragme percé d'un trou. Le trou est d'autant plus petit que la loupe est plus puissante et on arrive ainsi à des trous de 0,2 à 0,3 mm pour une loupe de 1 mm de distance focale. On constate que, dans ces conditions, le pouvoir séparateur de l'œil diminue fortement et fait perdre tout ou partie du bénéfice attendu



● Quand on observe un objet sans loupe, on doit le maintenir à une distance de l'œil de 25 cm au minimum pour que la vision soit nette. L'objet étant loin, l'ima-

ge rétinienne $A''B''$ est petite. Plaçons la loupe devant l'œil. On peut rapprocher considérablement l'objet et l'image $A''B''$ devient beaucoup plus grande.

du grossissement de la loupe. Une loupe très puissante ne permet guère de distinguer plus de détails que n'en révélerait une lentille de puissance beaucoup moindre.

Il serait donc erroné de croire que le grossissement mesure à lui seul le bénéfice qu'on peut tirer d'un instrument. C'est en fait le pouvoir séparateur qui importe, et ce dernier devient très mauvais dans le cas des loupes trop puissantes. Il existe donc un grossissement optimum qui est celui que nous avons indiqué plus haut.

Les loupes utilisées par Leeuwenhoek et construites par lui-même avaient des distances focales comprises entre 1,3 et 5 mm, soit des grossissements de 50 à 200. Il dépassait donc un peu le domaine des grossissements les plus favorables. On sait que Leeuwenhoek a fabriqué plus de quatre cents loupes et qu'il ne consentit jamais à rien révéler à leur sujet malgré les instances des savants de son époque. On ne peut que rester confondu devant l'usage que fit Leeuwenhoek de ces instruments primitifs et devant les résultats obtenus, jugés merveilleux à juste titre.

Il n'en reste pas moins que le champ d'observation de telles loupes est extrêmement petit, de quelques dixièmes de millimètres. En outre, par suite de la réduction du diamètre des faisceaux produite par le diaphragme placé contre la loupe, le flux lumineux pénétrant dans l'œil est très faible : les images sont peu lumineuses. On arrive alors à un instrument plus complet, le microscope, qui permet d'éviter les défauts précédents, tout en reculant d'une façon considérable les limites des petits objets observables.

LE MICROSCOPE

L'idée essentielle qui a conduit à la conception actuelle du microscope est la suivante : puisque la loupe ne peut grossir davantage un objet, il serait peut-être possible de regarder à la loupe, non plus l'objet lui-même, mais une image préalablement agrandie de celui-ci.

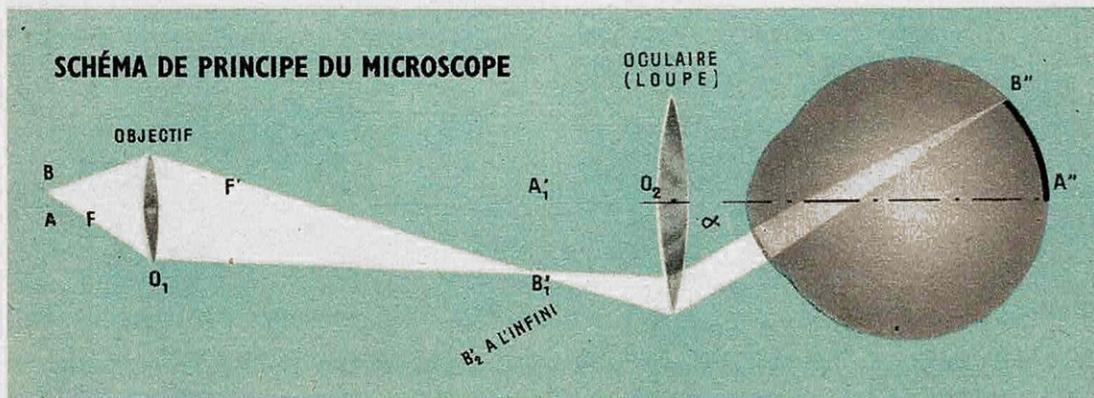
L'instrument est donc composé de deux parties : 1° un système optique qui donne de l'objet une image agrandie, c'est l'objectif du microscope ; 2° un oculaire, qui joue exactement le rôle d'une loupe et au travers duquel on observe l'image agrandie. Cidessous, le schéma de principe d'un microscope.

La photographie ci-contre montre un microscope très ancien, celui de Hooke, et celle de la page suivante un microscope moderne. Dans ce dernier instrument, l'objectif et l'oculaire sont montés aux extrémités d'un tube de 16 cm. L'oculaire est une loupe de 25 à 80 dioptries qui grossit de 6 à 20 fois. La distance focale de l'objectif, généralement comprise entre 2 et 50 mm, détermine avec la longueur

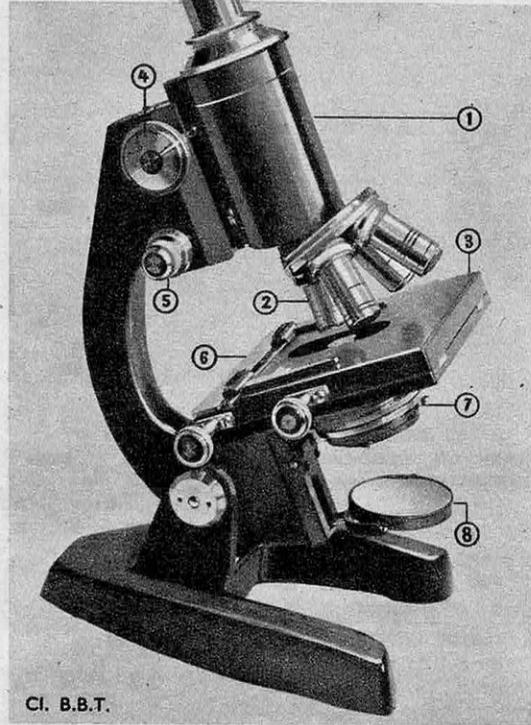
du tube le rapport de la grandeur de l'image intermédiaire à la grandeur de l'objet. Ce rapport s'appelle le grandissement de l'objectif. Plus l'objectif a une courte focale, plus on peut rapprocher l'objet, donc plus l'image intermédiaire est grande. Un objectif de courte focale donne un fort grossissement ; le grandissement d'un objectif de 2 mm de focale est environ 80, celui d'un objectif de 50 mm de focale, 3,2 environ. Supposons un instant que l'objectif ait une longueur focale assez grande pour que l'image intermédiaire ne soit pas plus grande que l'objet. Dans ces conditions, le grossissement du



● Un microscope ancien, celui de Hooke, conservé à Londres au Science Museum (d'après Endeavour).



Un microscope moderne : le tube (1) où est vissé l'objectif (2) et la platine porte-objet (3) peuvent s'approcher l'un de l'autre par un mouvement très lent lorsqu'on cherche la mise au point ; deux vis donnent, l'une (4), un déplacement rapide, l'autre (5) un déplacement très démultiplié. Le champ d'observation étant très petit si le grossissement est fort, il faut pouvoir déplacer latéralement et lentement la préparation ; elle est fixée à un chariot (6) qui peut glisser dans son plan sous l'action de deux vis. Le condenseur pour l'éclairage est placé en (7), avec en (8) un miroir plan qui renvoie sur lui un faisceau de rayons parallèles fourni par une source lumineuse indépendante du microscope.



Cl. B.B.T.

microscope n'est autre que le grossissement par la loupe oculaire seule. Prenons un objectif de focale plus courte pour que l'image intermédiaire soit deux fois plus grande que l'objet, c'est-à-dire un objectif de grossissement égal à 2. Si l'oculaire n'est pas changé, le grossissement est deux fois plus grand que dans le cas précédent, il est égal au produit du grossissement de l'objectif par le grossissement de l'oculaire. Avec un objectif de grossissement 80 et un oculaire de grossissement 20, on obtiendra un grossissement égal à $80 \times 20 = 1600$, laissant bien loin derrière lui les grossissements obtenus par les loupes des premiers chercheurs.

Naturellement, et nous reviendrons sur cette question plus loin, l'objectif n'est pas une lentille simple comme l'indique le schéma précédent. Pour que l'objectif donne de bonnes images très agrandies, il est nécessaire de le réaliser au moyen de plusieurs lentilles, quelquefois 10, de verres différents, dont tous les éléments doivent être calculés avec précision. C'est un travail de plusieurs mois dont le succès dépend, non seulement de l'habileté de l'ingénieur qui a procédé aux calculs, mais également du soin avec lequel le montage mécanique a été réalisé.

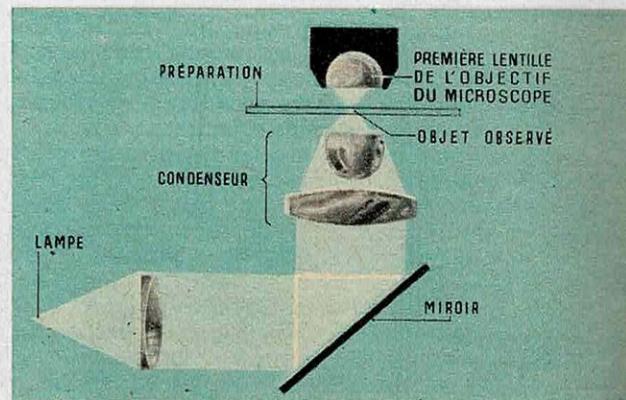
Considérons, par exemple, un objectif de 3 mm de focale. A cause de l'épaisseur des lentilles, le foyer se trouve à 0,3 mm environ de la face d'entrée et l'objet se place très légèrement plus bas, à 0,05 mm du

foyer pour que son image se forme au foyer de l'oculaire. La distance entre la face d'entrée de l'objectif et l'objet s'appelle la distance frontale de l'objectif. Cette distance est toujours très faible dans les objectifs puissants. Les moindres déplacements de l'objet le long de l'axe, se traduisent par des déplacements très grands de l'image intermédiaire. La mise au point du microscope doit se faire avec une grande précision de l'ordre de 0,0003 mm pour les objectifs puissants. Ceci prouve la nécessité d'une monture mécanique très précise montée d'une façon rigide sur un socle lourd et stable.

La préparation contenant l'objet étant en place sur l'instrument, il reste à l'éclairer. C'est le rôle du condenseur dont le schéma est indiqué ci-dessous. C'est un ensemble

◀ L'objet AB est placé avant le foyer objet de l'objectif O₁, qui en forme une image A₁B₁' réelle et déjà très agrandie. L'image A₁'B₁' est alors observée à travers l'oculaire O₂ qui joue vis-à-vis de cette image le même rôle qu'une loupe. A₁'B₁' se trouve dans le plan focal de la loupe O₂, qui donne une image A₂'B₂' à l'infini. C'est cette image que l'œil observe sans fatigue et sous un angle très grand. On a représenté la construction des images successives et un faisceau de rayons lumineux.

L'éclairage des préparations microscopiques s'effectue ▶ au moyen d'un condenseur. La lampe d'éclairage placée au foyer d'une lentille indépendante du microscope donne un faisceau sensiblement parallèle. Un miroir plan le réfléchit sur le condensateur, qui forme un cône de rayons convergents, dont le sommet est sur l'objet à examiner. Ce cône doit être assez ouvert pour couvrir à peu près l'ouverture de l'objectif. En réalité, le système employé (Koehler) est plus compliqué.



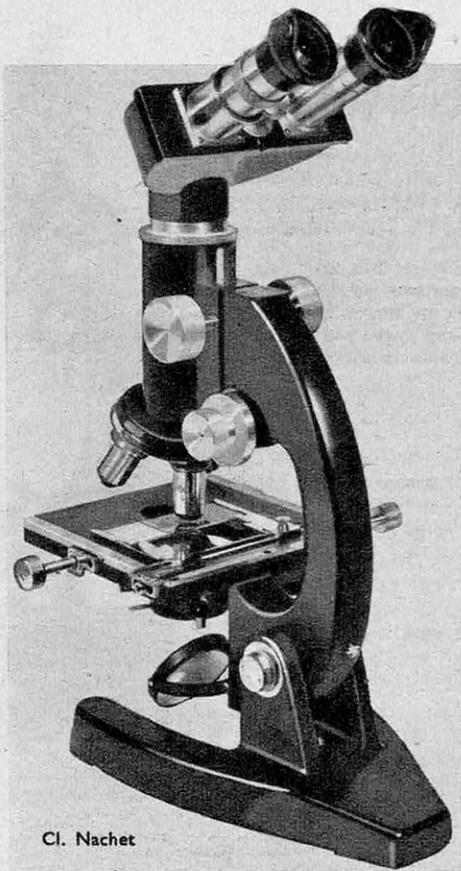
de lentilles capable de donner, au contraire de l'objectif, une image très réduite d'un objet éloigné. Il reçoit un faisceau de lumière à peu près parallèle et forme un cône de rayons convergents assez ouvert pour couvrir l'ouverture de l'objectif.

L'observation monoculaire telle qu'elle doit être pratiquée avec un instrument du type représenté précédemment est assez fatigante pour un observateur travaillant de longues heures. On utilise alors un microscope comportant deux oculaires, dit microscope binoculaire, et permettant de travailler avec les deux yeux. Comme le même objectif sert pour les deux yeux, ceux-ci voient des images identiques. L'observation est plus confortable qu'avec un seul œil, mais il n'y a pas à vrai dire d'effet de relief. Toutefois, le seul fait

de pouvoir regarder dans l'instrument avec les deux yeux peut être agréable au point de créer une sorte d'impression de relief.

Nous avons dit, précédemment, que l'objectif est un ensemble complexe de lentilles dont les éléments doivent être parfaitement calculés. Dans ces conditions, le grossissement peut être poussé fort loin et, de nouveau, la question qui se pose est : jusqu'où peut-on aller ? Pour répondre à cette question, il est nécessaire d'entrer dans un domaine nouveau : celui de la diffraction. La lumière a en effet, elle aussi, sa structure et il faut la faire intervenir.

On sait depuis Fresnel que la lumière est une ondulation constituée, comme l'a montré Maxwell, par des vibrations électromagnétiques qui se propagent dans le vide, dans l'air ou dans les milieux transparents. Ces ondes peuvent se comparer aux ondulations que l'on observe sous forme de rides successives à la surface d'un bassin rempli d'eau et dans lequel on a fait tomber une pierre. On peut les représenter par la courbe de la page suivante. La distance qui sépare deux rides successives ou deux ondulations s'appelle la longueur d'onde de la lumière. Chaque couleur possède sa propre longueur d'onde qui est de 0,0007 mm pour le rouge et 0,0004 mm pour le violet. Deux points voisins de l'objet, éclairés par les ondes lumineuses issues du condenseur, les renvoient comme s'ils les pro-



Cl. Nachet

● Le microscope binoculaire permet plusieurs heures d'observation sans fatigue.

duisaient eux-mêmes et nous pouvons comparer le phénomène à celui de deux pierres tombant dans un bassin rempli d'eau. Les points de chute des deux pierres sont en A et B (p. suivante). Dès que les pierres ont pénétré dans l'eau, les rides apparaissent : ce sont les ondes émises par A et B qui jouent le rôle des deux objets de la préparation. Si les pierres tombent assez écartées l'une de l'autre, on voit deux systèmes de rides circulaires bien séparées comme le montre le croquis de gauche. Si les pierres tombent très près l'une de l'autre, on ne verra qu'un seul système de rides (à droite). Nous serons dans l'impossibilité de dire s'il y a un ou deux centres d'émission.

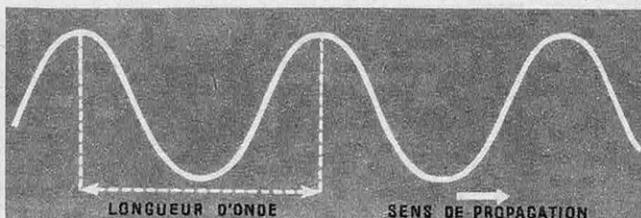
Revenons à l'optique et voyons ce qui se passe dans le cas de l'image d'un point lu-

mineux donnée par un objectif (bas de la page suivante). Les ondes émises par le point lumineux A, très petit, sont des sphères de centre A. Après traversée de l'objectif et si celui-ci est bien calculé, les surfaces d'onde émergentes sont encore des sphères qui tendent vers le point image A'. Mais, à cause du diamètre limité de l'objectif, les sphères émergentes ne sont pas complètes et tendent à s'étaler. Il en résulte une image A' qui a l'apparence d'une petite tache au lieu de l'image ponctuelle attendue. Cette petite tache, d'autant plus étalée que les ondes sont plus étroitement limitées, a la forme représentée sur la droite. On a une tache circulaire brillante au centre, dégradée vers les bords, entourée d'anneaux alternativement brillants et obscurs. L'intensité lumineuse des anneaux brillants décroît d'ailleurs très rapidement dès que l'on s'éloigne du centre de la tache. C'est la largeur de cette tache centrale, où se trouve la plus grande partie de la lumière, qui limite les possibilités du microscope. Si les deux points A et B de la préparation sont assez écartés, les taches images ne se recouvrent pas assez pour que l'on ne puisse pas constater leur existence individuelle. Mais si les deux points A et B sont trop rapprochés, les taches images sont tellement confondues que l'on n'en voit pratiquement qu'une seule : les images ne sont pas séparées,

on est en dessous du pouvoir séparateur du microscope. Pour avoir le plus grand pouvoir séparateur possible, il faut réduire au maximum le diamètre de la tache image. Ce résultat peut s'obtenir en rapprochant l'objet A de l'objectif pour avoir, dans l'espace-objet, des faisceaux très ouverts, et en diminuant la longueur d'onde de la lumière, dans l'espace-objet également. Le fait de diminuer la distance à l'objectif revient, comme on l'a déjà vu, à augmenter le grandissement de l'objectif. Quant à diminuer la longueur d'onde, cela équivaut à réduire la distance de deux rides successives dans l'expérience du bassin. On peut alors constater l'existence de deux systèmes de rides pour deux pierres tombant beaucoup plus près. C'est la même chose en optique où l'on a avantage à diminuer la longueur des ondulations lumineuses. Comment obtenir un tel résultat? Simplement en interposant, entre la lamelle couvreur-objet et l'objectif, un liquide convenable.

On sait, en effet, que la lumière se propage plus vite dans l'air que dans un liquide, le rapport de ces deux vitesses s'appelant l'indice du liquide. Plus l'indice du liquide est grand, plus la longueur d'onde de la lumière qui s'y propage est petite et par conséquent, meilleur est le pouvoir séparateur. Placer un liquide entre l'objet et l'objectif s'appelle « opérer par immersion ». En combinant à la fois l'immersion et une grande ouverture des faisceaux issus de l'objet, on réalise ce que les opticiens appellent une forte ouverture numérique.

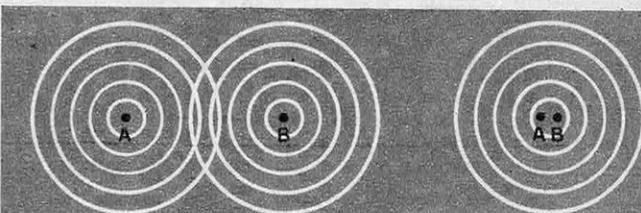
Plus l'ouverture numérique est importante, plus le pouvoir séparateur est grand. Avec les ouvertures numériques les plus grandes que l'on sache réaliser, on peut atteindre un pouvoir séparateur de 0,0003 mm qui est pratiquement la limite imposée par la longueur d'onde des vibrations lumineuses. Une telle valeur ne peut s'obtenir qu'avec des objectifs parfaitement calculés, exempts des défauts, on dit des « aberrations », qui existent toujours dans les systèmes optiques. Si l'objectif de microscope était réalisé avec une seule lentille de courte focale, on ne pourrait même pas parler de mauvaise image : l'œil distinguerait seulement un chaos de bandes floues, complètement noyées dans un voile de lumière et dans lequel il serait impossible de rien trouver qui ressemble à une image. Pour arriver à une image correcte, il faut associer



● Représentation schématique d'une onde lumineuse. On peut la comparer aux rides à la surface d'un bassin. La longueur d'onde est la distance entre deux rides.

toute une série de lentilles dont tous les éléments doivent être parfaitement déterminés. On conçoit la complexité de réalisation de ces instruments et les difficultés que l'on rencontre pour centrer un si grand nombre de lentilles.

Malgré cela, la qualité des images est arrivée à un si grand degré de perfection, que le microscope est devenu un outil de travail indispensable dans tous les domaines de la science moderne.

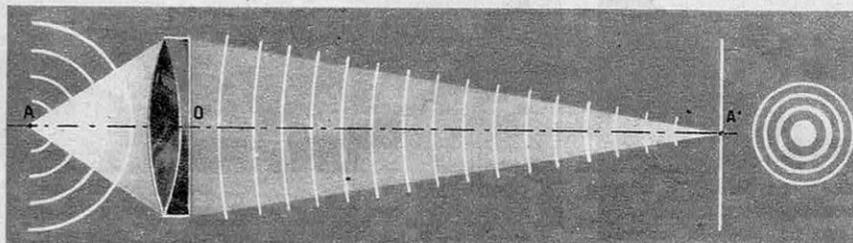


● Systèmes de rides provoqués par la chute simultanée de deux pierres dans un bassin : points de chute écartés (à gauche) et points de chute voisins (à droite).

LE MICROSCOPE A CONTRASTE DE PHASE

Avec un tel instrument, les limites du possible semblaient donc définitivement atteintes, lorsqu'en 1941, le physicien hollandais Zernike imagina une nouvelle méthode d'utilisation du microscope, appelée contraste de phase.

On sait que la plupart des préparations que l'on étudie en biologie sont des préparations transparentes. L'objet et les détails qu'il

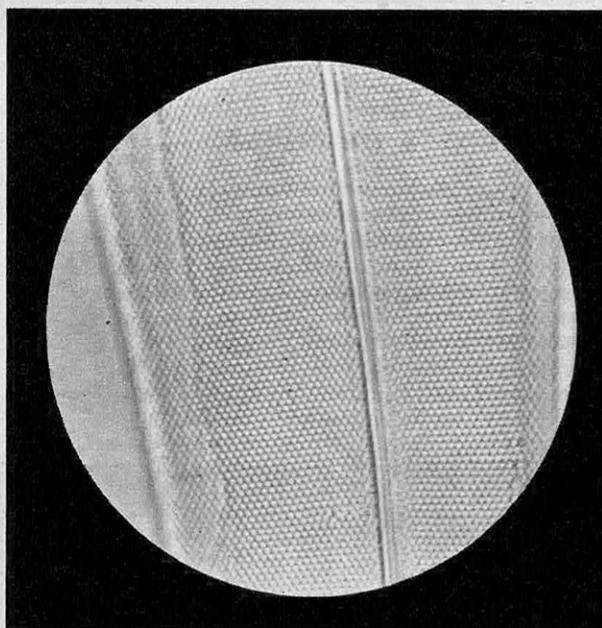


● L'image d'un point lumineux à travers un objectif consiste, par suite de la diffraction, en une tache circulaire brillante entourée d'anneaux dégradés, comme représenté à droite, très grossi.

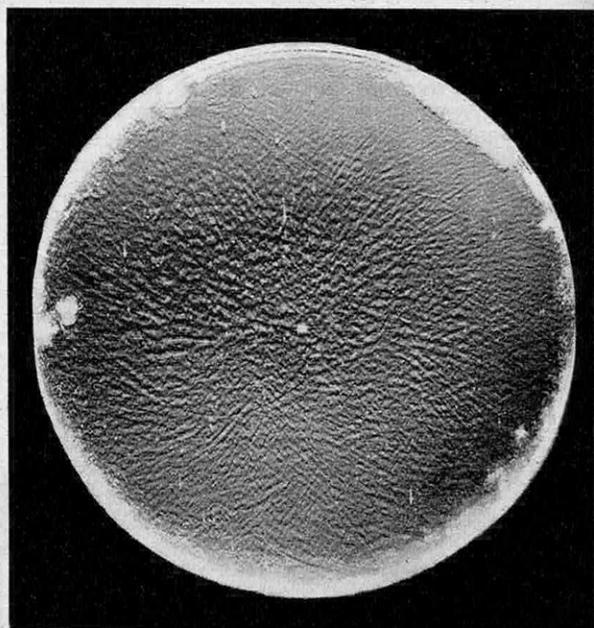
renferme ne sont caractérisés que par de faibles variations d'indice ou d'épaisseur. Aucune coloration nulle part dans l'objet. C'est, par exemple, une petite bactérie transparente dont l'indice de réfraction est un peu différent du bouillon également transparent dans lequel elle baigne. Tout le champ d'observation est uniformément éclairé et aucun détail n'est visible. Cette classe d'objets joue un rôle considérable non seulement en biologie, mais aussi en physique, en chimie, etc. Ces objets sont invisibles, non pas parce qu'ils sont trop petits, mais parce qu'ils manquent de contraste avec le reste du champ. Le microscope à contraste de phase imaginé par Zernike a pour but l'étude de tels objets. Nous demandons au lecteur de bien noter que cet instrument ne donne en aucun cas un pouvoir séparateur supérieur à celui du microscope ordinaire, il rend seulement visibles les objets transparents qui échappent totalement à l'observation habituelle.

Examinons la figure donnant le schéma du microscope à contraste de phase. On place un diaphragme D percé d'une petite ouverture F dans le plan focal du condenseur C. On projette une image de la lampe d'éclairage sur l'ouverture F de telle sorte que celle-ci peut être considérée comme la source lumineuse elle-même. Puisque F se trouve au foyer du condenseur C, les rayons lumineux traversent la préparation P en faisceau parallèle. La préparation contient, par exemple, une petite bactérie A qui ne diffère du milieu qui l'entoure que par une petite variation d'indice. Puisque la préparation est transparente, les rayons qui proviennent directement

de la lampe et que nous appellerons les rayons directs traversent la préparation comme s'il n'y avait rien. Toutefois, dans la région occupée par la petite bactérie, il en va autrement. Nous avons le même effet que celui étudié précédemment dans le cas du microscope ordinaire. La bactérie, éclairée par les ondes lumineuses provenant du condenseur, les renvoie comme si elle les produisait elle-même ; ce sont les ondes sphériques de centre A représentées sur la figure. Tout se passe comme si A était une petite source lumineuse ; elle envoie des rayons (en pointillés) qui, après traversée de l'objectif O_1 , concourent dans l'image A' observée au moyen de l'oculaire O_2 . Ces rayons s'appellent les rayons diffractés par la bactérie. On décompose donc le phénomène en deux parties distinctes : les rayons directs qui traversent la préparation comme si celle-ci n'existait pas, et les rayons diffractés par la bactérie. Les rayons directs s'étalent dans le plan de l'image A' donnant un champ uniformément éclairé sur lequel viennent se superposer en A' les rayons diffractés par A. Comme l'indice de la bactérie est peu différent de celui du liquide dans lequel elle se trouve, la lumière qu'elle diffracte est très faible. Elle est d'autant plus faible que la différence des indices de la bactérie et du liquide est plus petite, pour aboutir à zéro lorsque cette différence est nulle, c'est-à-dire lorsqu'il n'y a plus de bactérie. C'est la raison pour laquelle l'image A' de la bactérie est invisible, elle est noyée dans la lumière directe. Il y a également une deuxième raison, plus physique et plus difficile à saisir qui est la suivante :



● La diatomée marine « *Pleurosigma Angulata* » au grossissement 1850 montre une structure fine en perles.



● Le contraste de phase rend apparentes les inégalités d'épaisseur d'une lentille parfaitement polie.

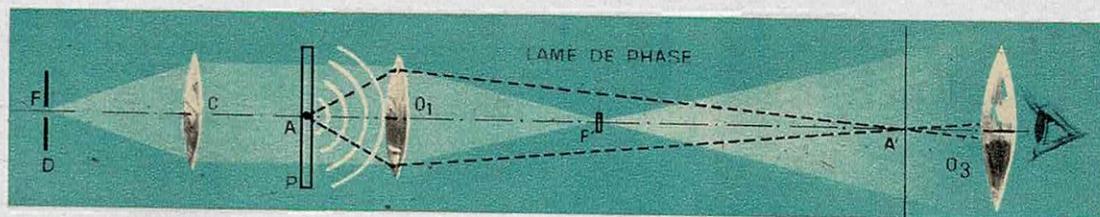


SCHÉMA DE PRINCIPE DU MICROSCOPE A CONTRASTE DE PHASE ET MARCHE DES RAYONS

lorsqu'une vibration lumineuse traverse une région d'indice plus élevé, elle se trouve retardée par rapport aux vibrations voisines ; si elle traverse une région d'indice plus petit, tout se passe comme si elle était avancée. C'est ce qui a lieu pour les vibrations diffractées par la bactérie : provenant d'un milieu d'indice différent du reste de l'objet, elles sont soit avancées, soit retardées par rapport aux vibrations directes. Elles sont avancées si l'indice de la bactérie est plus faible et retardées si l'indice de la bactérie est plus grand. On montre dans tous les cas que si la différence d'indice entre la bactérie et le liquide est petite, ce que nous avons supposé, le retard ou l'avance entre les vibrations directes et diffractées, est égal à un quart de la longueur d'onde, soit 0,00015 mm. Pour voir la bactérie, on opère alors de la façon suivante : on place en F', au foyer de l'objectif O₁, sur l'image de l'ouverture F, une toute petite lame transparente dite lame de phase. Pratiquement, cette lame n'agit que sur la lumière directe, très étroite à cet endroit et ne modifie pour ainsi dire pas la lumière diffractée, au contraire très étalée comme le montre la figure ci-dessus. Ayant la possibilité d'agir sur la lumière directe sans toucher à la lumière diffractée, on peut fort bien rattraper le retard indiqué plus haut entre lumière directe et lumière diffractée en donnant à la lame de phase une épaisseur convenable. La théorie, confirmée par l'expérience, montre que la bactérie devient ainsi visible.

Mais il reste encore la lumière directe très intense qui se superpose en A' à la lumière diffractée très faible. Certes la bactérie apparaît déjà, mais son contraste est encore faible, on la voit mal. Les choses s'améliorent ra-

pidement si on rend la lame de phase absorbante, car alors on diminue la différence qui existe entre les intensités de la lumière directe et de la lumière diffractée. Avec une forte absorption, la sensibilité devient extraordinaire comme on le voit page 126. La photographie représente les inégalités d'épaisseur d'une lentille de verre parfaitement polie, inégalités qui ne dépassent pas 0,000004 mm en épaisseur, soit l'ordre de grandeur des molécules ! Le contraste de phase donne donc en épaisseur, mais en épaisseur seulement, une sensibilité au moins égale à celle du microscope électronique. Ceci prouve, s'il en était besoin, que l'optique classique n'est pas une science morte et qu'elle peut encore s'enrichir de découvertes retentissantes.

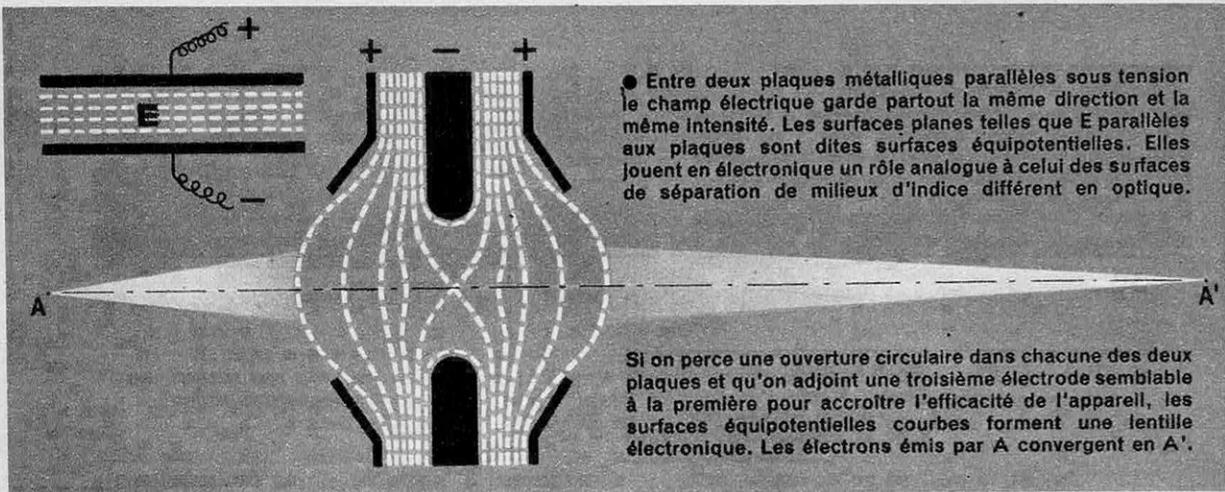
Que le lecteur nous pardonne si nous ne donnons pas de photographies d'un même objet avec ou sans contraste de phase, étant donné qu'un objet véritablement transparent n'ayant pas d'image par les procédés habituels, ne peut être photographié. Ainsi, la lentille examinée sans contraste de phase ne donne qu'un champ parfaitement uniforme sans aucun intérêt pour une photographie de comparaison.

Le microscope à contraste de phase est donc un instrument peu différent du microscope ordinaire et pratiquement rien ne permet de distinguer ces deux instruments d'après leur aspect extérieur. Le condenseur porte seulement dans son plan focal un diaphragme D percé d'une ouverture F qui peut être une fente, un anneau ou avoir une autre forme quelconque. La lame de phase est dans le plan focal de l'objectif et fait partie de celui-ci. Dans les objectifs puissants, le plan focal se trouve même avant la dernière lentille, si bien



Cl. Nachet

● Ce microscope à objectif ordinaire possède un oculaire Françon-Nomarski fournissant le contraste de phase.



que la lame de phase fait vraiment corps avec l'objectif. Tous les constructeurs de microscopes produisent actuellement des objectifs à contraste de phase de ce type. Il est possible d'utiliser des objectifs ordinaires sans lame de phase, en plaçant celle-ci dans un oculaire spécial. C'est ce qui est réalisé dans le dispositif Françon-Nomarski et qui permet de travailler avec un microscope ordinaire.

On voit donc qu'avec les moyens les plus simples de l'optique ordinaire, on peut obtenir un pouvoir de pénétration extraordinaire, mais dans le sens de l'épaisseur seulement. Dans le sens de la largeur on se heurte à un mur infranchissable, celui de la longueur d'onde. Comme nous l'avons vu, il est possible de diminuer la longueur d'onde en opérant par immersion et d'améliorer ainsi le pouvoir séparateur. Mais si le gain obtenu n'est jamais très important, l'idée elle-même peut être retenue : diminuons d'une façon considérable la longueur d'onde en faisant appel à des phénomènes d'une autre nature, hors du domaine de l'optique où nous sommes restés jusqu'ici. C'est ce qui est réalisé dans le microscope électronique.

LE MICROSCOPE ÉLECTRONIQUE

On sait que le filament d'une lampe de T.S.F., lorsqu'il est porté à l'incandescence, émet un flux abondant de corpuscules d'électricité négative. Ce sont ces corpuscules qui, en passant du filament à la plaque, provoquent le fonctionnement de la lampe. On les appelle des électrons. Leur masse est si faible qu'ils sont insensibles à la pesanteur et leur mouvement est commandé uniquement par le champ électrique et le champ magnétique. Comme en optique les rayons lumineux, les électrons qui partent d'un même point peuvent être rassemblés en un autre point. On peut ainsi produire une image, agrandie si l'on veut, dont chaque point correspond à un point de l'objet. Naturellement les « lentilles » utilisées pour les électrons ne sont plus des lentilles de verre comme en optique. Les rayons lumineux sont déviés en passant d'un

milieu dans un autre milieu d'indice différent. Les électrons sont déviés en passant dans un champ magnétique ou électrique. Les lentilles électroniques seront donc réalisées en produisant un champ convenable, électrique ou magnétique. La figure ci-dessus montre schématiquement une lentille électrique qui donne d'un point A une image électronique A'. Pour avoir un fort grandissement, il faudra réaliser, comme en optique, une lentille de courte focale et approcher la source A assez près pour avoir une image A' éloignée. Pour que les électrons se propagent librement, ils ne doivent pas rencontrer dans leur course de molécules d'air ni de gaz qui dévierait leur trajectoire. Tout doit donc être enfermé dans une enceinte rigoureusement étanche et où l'on fait le vide.

La figure page 129 donne le schéma du microscope électronique. Le faisceau d'électrons émis par la source S (filament métallique porté à l'incandescence) rencontre l'objet à examiner. Les parties les plus épaisses de l'objet dispersent dans toutes les directions une fraction importante des électrons qu'elles reçoivent, tandis que les régions plus minces n'en dispersent qu'une faible partie. Pour que le faisceau d'électrons traverse facilement l'objet, il faut que l'épaisseur de ce dernier ne dépasse pas 0,00001 mm! La première lentille électrique, l'objectif, ne recueille que les électrons peu déviés. Si on plaçait un écran fluorescent dans l'image intermédiaire A', on pourrait distinguer les parties les plus éclairées, correspondant aux parties minces de l'objet, des régions sombres correspondant aux parties plus épaisses. Le faisceau d'électrons tombe alors sur une deuxième lentille électrique, la lentille de projection, qui donne l'image définitive en A'. Cette image peut être reçue sur un écran fluorescent qui transforme l'image électronique en une image lumineuse visible ou que l'on peut photographier. Si le grandissement de l'objectif est 50 et si la lentille de projection fournit une image 300 fois plus grande que l'image intermédiaire, on a donc une image définitive 15 000 fois plus grande

que l'objet. En la photographiant, on peut pousser le grossissement jusqu'à 100 000 par agrandissement photographique.

Nous avons vu en optique qu'il était inutile de pousser le grossissement du microscope au-delà de 2 000 environ, les images s'empâtant sans révéler aucun détail nouveau. Le même phénomène existe-t-il pour le microscope électronique et à partir de quel grossissement? Comme l'a montré Louis de Broglie, la mécanique des électrons est elle aussi régie par une mécanique ondulatoire. On peut associer à chaque électron une onde dite « onde associée » qui joue pour le microscope électronique exactement le même rôle que les ondes lumineuses pour le microscope optique. Il faut donc s'attendre, là aussi, à une limite qu'il sera impossible de dépasser. Mais alors qu'en optique la longueur d'onde de la lumière est de l'ordre de 0,0006 mm, en électronique la longueur d'onde associée à un électron peut être 100 000 fois plus courte dans les meilleures conditions. On pourrait donc s'attendre à ce que le pouvoir séparateur du microscope électronique fût 100 000 fois meilleur que celui du microscope optique. En fait, le gain n'est pas aussi considérable car on ne peut donner au microscope électronique une ouverture numérique aussi élevée que celle du microscope optique à cause des aberrations des lentilles électroniques. On arrive à des pouvoirs séparateurs de l'ordre de 0,000 001 mm, soit 10 Angstroms-. l'Angstrom étant égal au dix-millionième de millimètre. Un tel pouvoir séparateur est donc suffisant pour voir les molécules. C'est d'ailleurs ce qu'a réussi à faire Erwin Muller en photographiant des molécules hexagonales de cyanines.

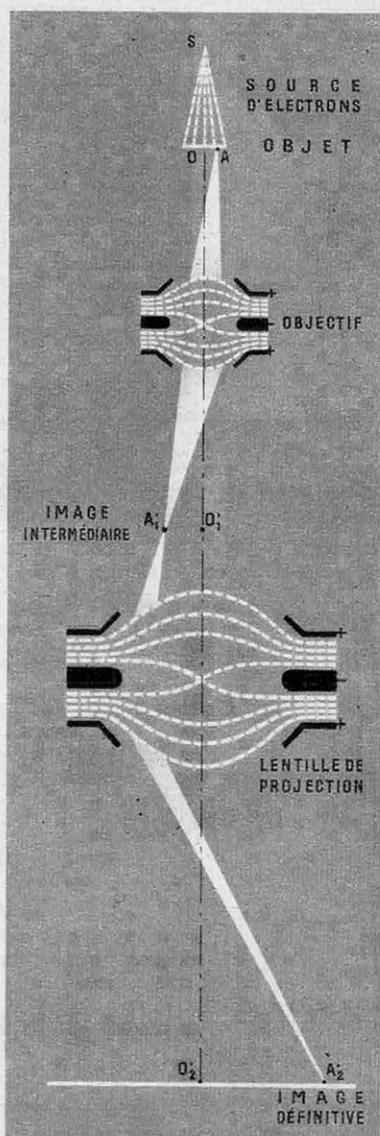
La figure page 130 montre le microscope électronique de Grivet et Regenstreif. L'aspect de l'appareil devient très différent de celui du microscope optique.

Nous avons dit que l'objet devait avoir une épaisseur extrêmement faible pour que les électrons ne soient pas absorbés. On l'obtient en laissant tomber sur la surface de l'eau contenue dans un vase une goutte d'une solution diluée de

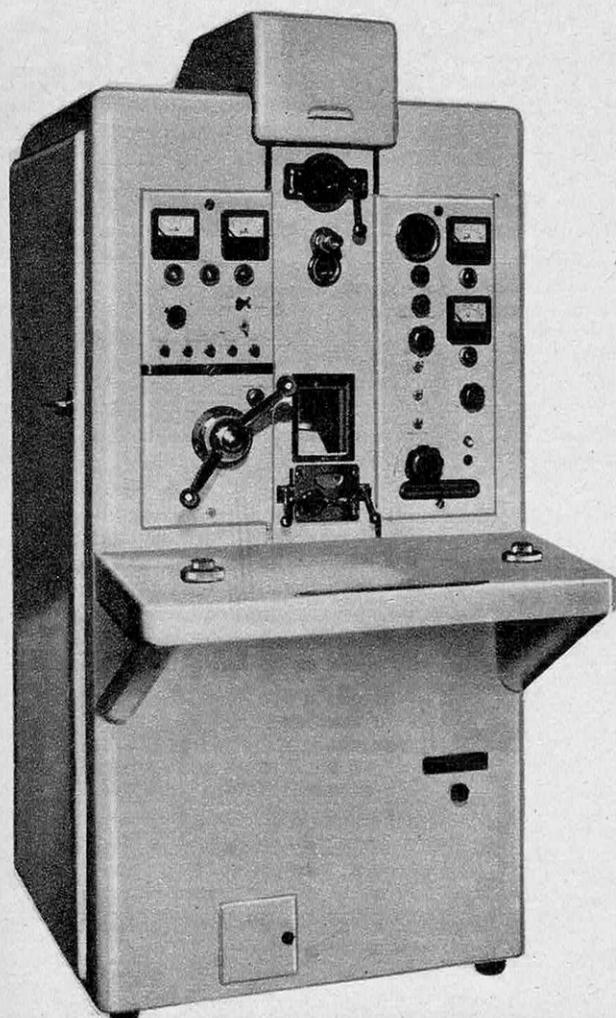
collodion dans l'acétate d'amyle : cette goutte s'étale immédiatement, le solvant s'évapore et laisse une pellicule de collodion qui est recueillie sur un petit disque métallique percé d'un trou de 0,1 mm de diamètre. Sur la pellicule tendue on dépose une gouttelette du liquide contenant les petits objets à examiner. Lorsque le liquide est évaporé, le porte-objet ainsi réalisé est prêt à être introduit dans le microscope. On opère ainsi pour étudier les particules colloïdales, les bactéries, etc. Dans le cas de l'examen de la structure superficielle des métaux, on réalise des empreintes. On obtient un premier moulage en appliquant sous pression une matière plastique chauffée sur la surface étudiée. Après avoir détaché le moulage qui est en général trop épais pour être étudié directement, on le recouvre d'une pellicule

très mince qui épouse parfaitement les reliefs et qui sera introduite dans le microscope électronique. On accentue souvent la visibilité de ce relief par la méthode de l'ombrage métallique. On recouvre pour cela la pellicule mince d'une couche d'or extrêmement fine, très opaque aux électrons. Cette couche est projetée obliquement, de façon à tapisser d'or les régions du métal inclinées vers l'émetteur, les pentes opposées restant intactes. La projection de la couche d'or se fait par évaporation dans le vide en chauffant un filament de tungstène recouvert d'or. Après ce traitement, la pellicule mince, introduite dans le microscope électronique, donne des images d'un relief saisissant. La longueur des ombres permet même de mesurer la hauteur des aspérités et de déceler des reliefs plus petits en épaisseur que le pouvoir séparateur. Les photographies page 131 sont des exemples remarquables des résultats obtenus au microscope électronique.

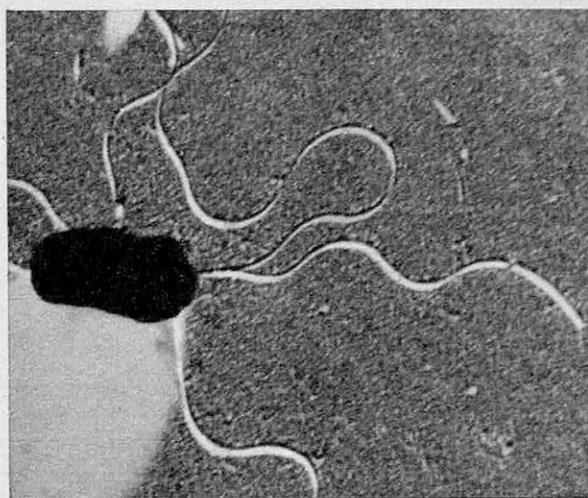
Loin de s'estimer satisfaits, les physiciens perfectionnent sans cesse leurs moyens d'investigation. Parallèlement au microscope électronique qui n'est pas encore arrivé au dernier stade de son développement, les chercheurs mettent au point un nouveau microscope, le microscope protonique où les élec



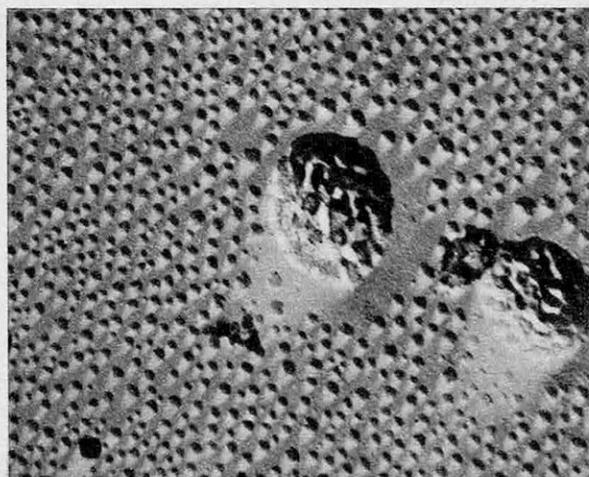
● Schéma d'un microscope électronique à lentilles électrostatiques.



ENSEMBLE D'UN MICROSCOPE ÉLECTRONIQUE.



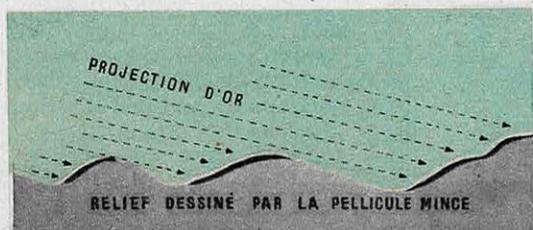
BACTÉRIES AU GROSSISSEMENT 45 000.



CHLORURE D'AMMONIUM : GROSS. 40 000.

trons sont remplacés par des protons. Ces particules, beaucoup plus lourdes que les électrons, ont une longueur d'onde environ 40 fois plus petite. On pourrait donc s'attendre à un gain de 40 fois sur le pouvoir séparateur. En fait, le gain est réduit seulement à 20 ce qui est déjà magnifique. Indiquons également comme microscope d'avenir le microscope ionique. Nous reproduisons ici une photographie obtenue par M. Gauzit au microscope ionique du Laboratoire de

radioélectricité de l'Ecole Normale, qui montre de l'oxyde de zinc au grossissement 25 000. Il semble acquis maintenant qu'il existe encore une marge de progrès possible entre le pouvoir séparateur de 10 Angstroms atteint actuellement par le microscope électronique et les quelques 4 ou 5 Angstroms que laisse prévoir la théorie. Les distances interatomiques étant de l'ordre de 5 Angstroms dans un solide, il semblerait donc qu'on ne soit pas très loin de pouvoir distinguer les atomes et peut-être leur structure. Nous terminerons en exposant une méthode extrêmement ingénieuse due à W. L. Bragg et permettant de se faire une idée, à l'échelle optique, des édifices atomiques.

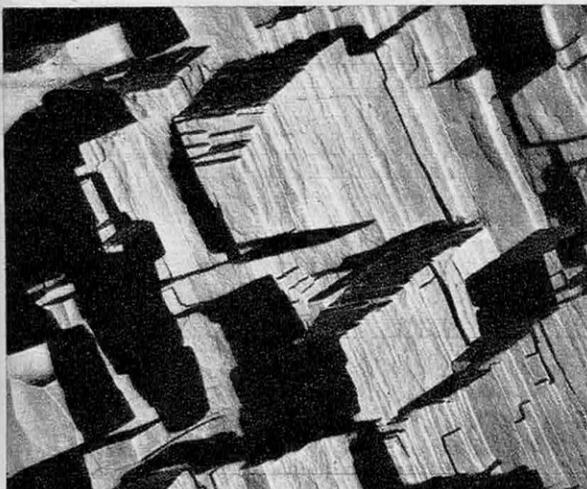


● Principe de l'ombrage par l'or pour la préparation des objets à examiner au microscope électronique.

REPRÉSENTATION DES ATOMES A L'ÉCHELLE OPTIQUE.

L'idée de Bragg est de comparer les résultats de deux expériences faites à des échelles très différentes.

On part d'une certaine distribution des



ALUMINIUM POLI ATTAQUÉ PAR ACIDE.

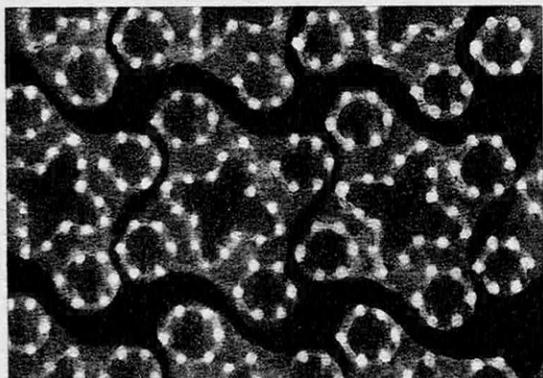


OXYDE DE ZINC AU MICROSCOPE IONIQUE.

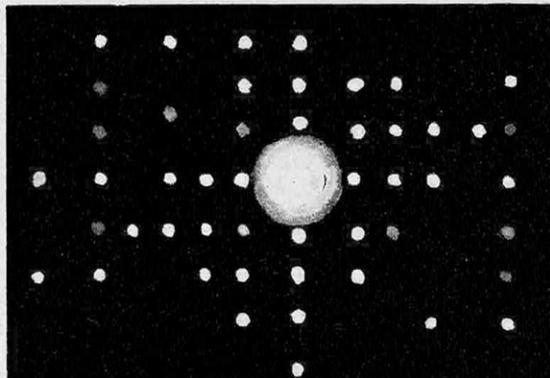
atomes dans la molécule d'un cristal, distribution que l'on suppose être réellement celle du cristal étudié et que l'on déduit de la théorie. Les atomes de la molécule sont représentés par des points lumineux que l'on photographie à travers une multitude de petits trous. Chaque trou donnant une image de la molécule, celle-ci se trouve répétée périodiquement sur toute la plaque photographique. La répartition des petits trous est telle que l'ensemble représente convenablement le réseau cristallin d'après les hypothèses faites. On se sert de la plaque ainsi

de diffraction précédente formée par voie optique. On retouche dans la méthode optique la figure de départ, c'est-à-dire la distribution des atomes dans la molécule jusqu'à ce qu'il y ait accord par les deux méthodes. On peut ainsi obtenir assez simplement la représentation des atomes du cristal.

Les figures ci-dessous montrent l'ensemble du réseau cristallin tel qu'il apparaît après photographie à travers les petits trous et la figure de diffraction correspondante qui sera comparée au même phénomène obtenu au moyen des rayons X.



RÉSEAU CRISTALLIN OBTENU PHOTOGRAPHIQUEMENT ET SA FIGURE DE DIFFRACTION.



obtenue comme d'un véritable réseau ordinaire en optique pour produire une certaine figure de diffraction caractéristique du réseau cristallin. Ces différentes opérations étant faites dans le domaine de l'optique ordinaire, on passe maintenant au domaine des rayons X dont la longueur d'onde est plus fine que celle des électrons, et plusieurs centaines de mille fois plus petite que celle des rayons lumineux. On envoie directement sur le cristal à étudier un pinceau de rayons X et la figure de diffraction obtenue est comparée à la figure

Cette expérience très ingénieuse ne réussit que pour certains cristaux et fonctionne au moyen d'un relais optique assez particulier. Elle permet d'entrer, indirectement il est vrai, dans le domaine de ce que nous appelons encore l'infiniment petit. Les efforts actuels des savants permettront-ils d'y entrer réellement? C'est ce que l'avenir nous apprendra.

M. Françon,

Chef de Travaux à la Sorbonne,
Professeur à l'Institut d'Optique de Paris.

LA CORRECTION DE LA VISION

On a coutume, pour expliquer le fonctionnement de l'œil humain, de le comparer à un appareil photographique, dont la plaque sensible serait constituée par la rétine, membrane épanouie au fond du globe oculaire et qui renferme les terminaisons nerveuses venant du cerveau. Dans cette analogie, la cornée et le cristallin, système optique convergent, jouent le rôle de l'objectif et forment des images sur la rétine ; l'iris joue le rôle du diaphragme, et le globe oculaire, tapissé intérieurement d'une membrane de couleur sombre, forme une chambre noire. La mise au point, que l'on appelle ici accommodation, s'effectue par une modification des courbures du cristallin.

Il va sans dire que la comparaison de l'œil et de l'appareil photographique est assez grossièrement approchée. Pour commencer, remarquons que dans l'œil les milieux extrêmes n'ont pas le même indice de réfraction puisque la rétine est séparée du cristallin par l'humeur vitrée, milieu d'indice légèrement supérieur à celui de l'eau. Ensuite la rétine n'est pas plane et n'a pas une forme géométrique simple. De même, le centrage de l'œil n'est qu'approximatif et l'axe visuel ne coïncide pas avec l'axe optique ; mais on peut pour simplifier admettre que l'œil n'a qu'un seul axe : l'axe visuel.

Les mouvements que l'on peut imprimer à l'objectif photographique et à son diaphragme sont volontaires, mais l'accommodation et la variation de diamètre de la pupille de l'œil sont réflexes, et conditionnées par la position de l'objet regardé et par des phénomènes physiques externes.

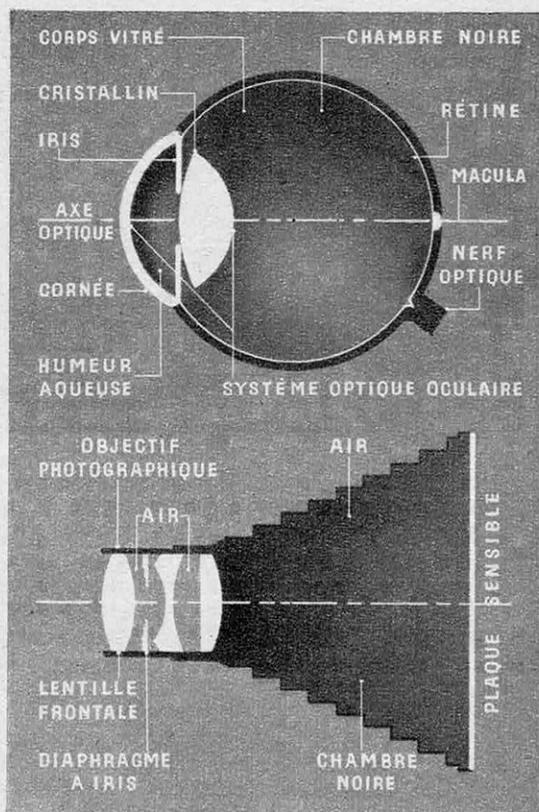
Enfin, s'il est facile d'étudier les propriétés des images données par des objectifs photographiques, il est très difficile d'étudier la formation et les propriétés de l'image donnée par le système optique oculaire.

D'ailleurs si l'image optique se forme sur la rétine, la vision ne se forme que dans le cerveau par l'utilisation des images fournies dans les deux yeux, phénomène très complexe que nous n'avons pas à étudier ici. Retenons seulement que dans la formation de la vision, une image « jugée » bonne par le système interpréteur cérébral n'a pas forcément toutes les propriétés des images données par les instruments d'optique. Suivant une remar-

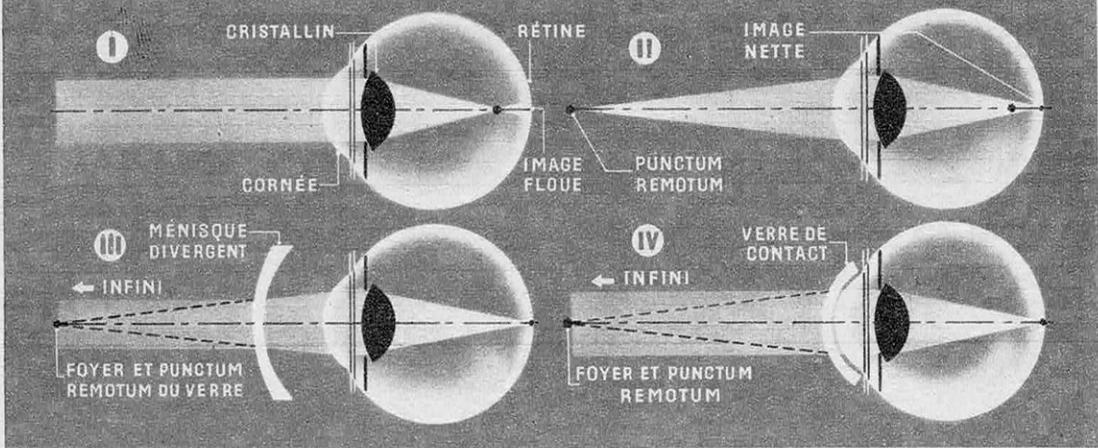
que du professeur Yves Le Grand, « l'œil est le seul instrument optique dont les images n'ont pas été faites pour être regardées ».

L'ŒIL NORMAL

L'œil normal est celui qui, dans les conditions habituelles de vision, voit nettement sans accommoder les objets situés à l'infini. Si les objets se rapprochent, le cristallin, modifiant de façon réflexe la courbure de ses faces, accroît sa convergence et les images sont ramenées sur la rétine. Mais si on rapproche encore plus l'objet, le cristallin ne peut plus accommoder, l'image passe derrière la rétine et la vision cesse d'être nette. Le point limite d'accommodation est appelé *punctum proximum*. Comme la faculté d'accommodation du cristallin décroît avec l'âge, le *punctum proximum* a tendance à s'éloigner, ce qui ne constitue pas à proprement parler une anomalie de l'œil puisque c'est un phénomène physiologique normal. Il oblige ceux qui en sont affectés à éloigner les objets de leur œil pour les voir nettement. On l'appelle **presbytie**.

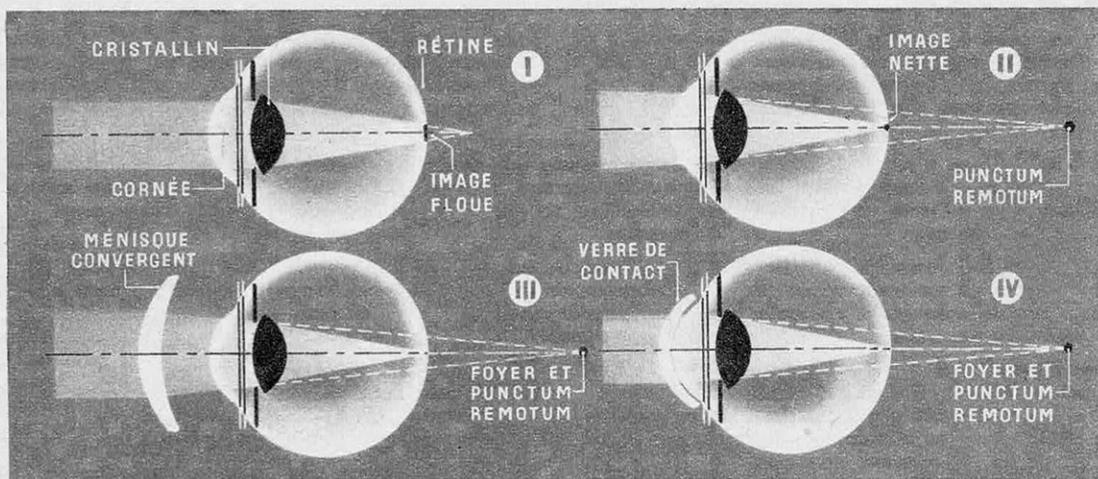


L'œil humain a souvent été comparé à un appareil photographique. Ces deux schémas permettent de juger de leurs similitudes et de leurs différences.



● Dans un œil myope, l'image d'un point à l'infini se forme en avant de la rétine (I). Il faut que l'objet se rapproche au punctum remotum (II) pour qu'il puisse

donner une image nette sur la rétine. Une lentille divergente (III) ou un verre de contact (IV) dont le foyer est au punctum remotum corrige ce défaut.



● Dans l'œil hyperope l'image d'un point à l'infini est derrière la rétine (I) car il n'est pas assez convergent. On corrige par une lentille ou un verre de contact

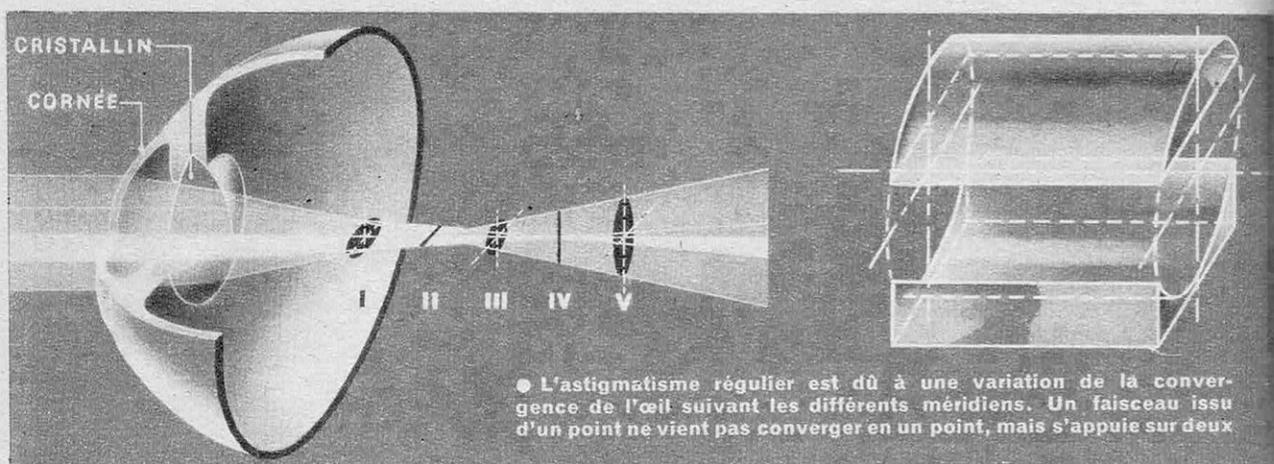
convergentes (III et IV). L'œil au repos voit nettement l'image donnée par ces verres si leur foyer coïncide avec son punctum remotum qui est en arrière (II).

LES DÉFAUTS DE L'ŒIL

Dans certains cas, l'œil au repos est trop convergent pour que les images des objets à l'infini se forment sur la rétine. Elles sont en avant de celle-ci. Si les objets se rapprochent de l'œil, leur image recule vers la rétine et il arrive un moment où elles se forment exactement sur elle. On dit alors que l'objet se trouve au punctum remotum. Si on rapproche l'objet, l'œil se met à accommoder jusqu'à ce que le cristallin renonce à accroître sa convergence, et on retrouve le punctum proximum qui le plus souvent se trouve plus rapproché que pour l'œil normal. Ce défaut s'appelle la **myopie**. La myopie peut avoir plusieurs causes qui produisent optiquement le même effet : si la longueur de l'œil (mesuré suivant l'axe) est normale et que le système optique soit trop convergent, on se trouve en présence d'une myopie de courbure ou de convergence. Si au contraire le système optique est normal et la longueur de l'œil trop grande, on a une myopie axiale.

Si, l'œil n'accommodant pas, l'image des points à l'infini se forme derrière la rétine, on dit que l'œil est **hyperope** ou **hypermétrope**. En accommodant de plus en plus fortement, il commence par voir nettement les points à l'infini, puis des points de plus en plus rapprochés, jusqu'à son punctum proximum qui est en général plus éloigné que pour l'œil normal. Ici encore on distingue l'hyperopie de courbure (système optique pas assez convergent) et l'hyperopie axiale dans laquelle la longueur de l'œil est insuffisante. Le punctum remotum que nous avons défini pour l'œil myope (point donnant une image sur la rétine pour l'œil en repos) serait ici virtuel et placé derrière l'œil. Pour des hyperopies très accusées le punctum proximum peut lui aussi être virtuel et derrière l'œil.

La myopie et l'hyperopie sont classées dans les défauts de révolution autour de l'axe visuel parce que l'œil simplement myope ou hypermétrope a sensiblement la même convergence dans tous les plans passant par cet axe.



● L'astigmatisme régulier est dû à une variation de la convergence de l'œil suivant les différents méridiens. Un faisceau issu d'un point ne vient pas converger en un point, mais s'appuie sur deux

Mais il peut arriver que le système optique ne soit pas de révolution autour de l'axe visuel et que l'œil ait une réfraction différente suivant deux méridiens principaux : on a alors ce qu'on appelle une **astigmatie** qui peut d'ailleurs se combiner avec la myopie ou l'hyperopie. L'image d'un point dans le système optique n'est plus un point. Le faisceau issu d'un point de l'objet vient s'appuyer sur deux petits segments de droite perpendiculaires appelés droites focales. L'écart entre ces droites qu'on appelle l'**astigmatisme** mesure la gravité de ce défaut qui a pour effet de donner de l'objet regardé deux images différentes en forme et en position. L'œil astigmatique ne voit pas l'image d'un point comme un point, mais comme une ligne lumineuse ou une tache de diffusion elliptique ou circulaire.

Enfin, on distingue de cet astigmatisme régulier un astigmatisme irrégulier dû au fait que la cornée a une courbure variant de façon discontinue. Dans ce cas il n'y a plus de réfraction régulière et le pinceau réfracté n'a plus de forme parfaitement définie, on n'observe même plus de lignes focales. Ce défaut est beaucoup plus difficile à corriger que l'astigmatisme régulier.

L'œil **aphaque** est celui auquel il manque le cristallin. Diverses causes peuvent imposer son ablation, en particulier la cataracte, une opacification du cristallin qui empêche la lumière d'atteindre la rétine. Le chirurgien ôte alors le cristallin et l'opticien met devant l'œil de l'aphaque une lentille convergente qui le remplace. Il arrive quelquefois que dans les cas de très forte myopie, le chirurgien décide également l'ablation du cristallin pour diminuer la convergence de l'œil.

LA FRÉQUENCE DES VISIONS DÉFECTUEUSES

Les spécialistes ont établi une statistique de la fréquence des défauts visuels et de sa variation en fonction de l'âge.

À l'âge de quinze ans, on trouve environ 23 % de visions défectueuses (myopie, hyperopie, forts astigmatismes). À trente ans, cette proportion s'élève à 39 %, les hypermétropes

légers compensant moins bien le défaut par suite de la diminution de leur pouvoir d'accommodation. Puis la presbytie prend une importance croissante : à quarante ans, 48 % des yeux ont besoin d'être corrigés ; à cinquante ans 71 %, à soixante 82 % et au-dessus de soixante ans 85 %.

Les statistiques montrent l'accroissement progressif du nombre de personnes ayant besoin de correction optique. Le travail sur les objets rapprochés, la lecture fatiguent le système accommodateur et imposent le port de lunettes, le plus souvent pour la vision de près, à partir de quarante-cinq ans.

LA CORRECTION DES DÉFAUTS DE L'ŒIL

La correction des défauts de l'œil se fait à l'aide de verres qui, placés devant lui ou à son contact, modifient les caractéristiques du système optique placé en avant de la rétine, ramènent les images sur la rétine dans les défauts simples (myopie, hyperopie) ou reconstituent des images correctes (astigmatisme).

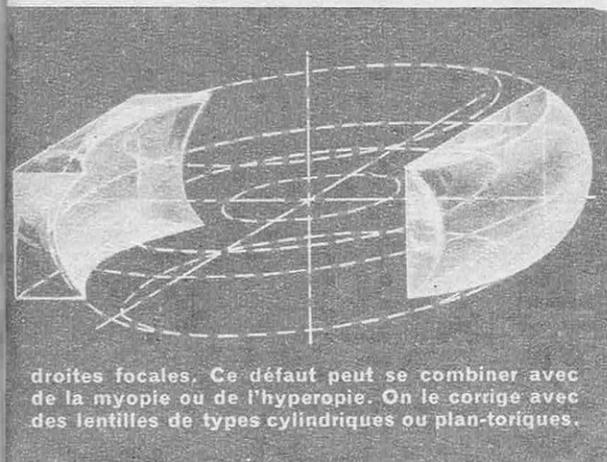
Nous avons vu que l'œil myope est trop convergent ; pour corriger ce défaut, on place devant l'œil un verre divergent tel qu'il ramène exactement sur la rétine les images des points à l'infini.

Pour l'hyperope, la correction se fait au contraire avec un verre convergent, tel que l'œil regardant un point à l'infini soit exactement au repos.

Le presbyte voit normalement les objets éloignés. C'est seulement pour les objets rapprochés qu'il faut remédier au défaut de convergence de son cristallin par des verres convergents.

La convergence ou la divergence des verres correcteurs se mesure par un nombre positif ou négatif de dioptries : la dioptrie est l'unité de puissance des systèmes optiques et correspond à l'inverse d'une longueur focale : une lentille de 1 dioptrie a 1 mètre de distance focale, une lentille de 2 dioptries a $1/2 = 0,5$ m de distance focale, etc.

Nous avons vu que, dans l'astigmatisme



droites focales. Ce défaut peut se combiner avec de la myopie ou de l'hyperopie. On le corrige avec des lentilles de types cylindriques ou plan-toriques.

régulier, les propriétés optiques de l'œil ne sont pas les mêmes dans tous les plans passant par l'axe. On le corrige à l'aide de verres cylindriques ou toriques (c'est-à-dire dont une face est taillée dans le bord interne ou externe d'un anneau de verre).

Enfin, l'astigmatisme irrégulier, dû à des déformations de la cornée, ne peut être corrigé qu'en plaçant des verres spéciaux au contact de la cornée pour en modifier les propriétés optiques (verres de contact).

LES ANOMALIES DE LA VISION BINOCULAIRE

Les défauts que nous venons de signaler peuvent ne pas affecter les deux yeux symétriquement et, à l'insu parfois de celui qui en est atteint, nuisent à la vision binoculaire. L'oculiste devra donc étudier les deux yeux et tenter de rétablir chaque fois que cela sera possible la vision binoculaire correcte, c'est-à-dire amener le sujet à voir une seule image avec les deux yeux regardant en même temps.

Parmi les défauts de la vision binoculaire, on distingue l'**anisométrie** (différence de convergence entre les deux yeux) que l'on corrige avec des verres convergents ou divergents de puissance différente pour les deux yeux, et l'**anisiconie**, différence de grandeur des images perçues par les deux yeux, qui se corrige avec des verres spéciaux de puissance nulle.

Quand nous regardons un objet situé à l'infini, les axes optiques des deux yeux sont normalement parallèles et les muscles de l'œil au repos. Quand l'objet se rapproche, les axes optiques se rencontrent sur le point fixé. Si celui-ci est très rapproché, nous sommes obligés de loucher légèrement pour l'examiner.

Il existe des anomalies de ce mécanisme de l'orientation des yeux. Dans certains cas, les axes optiques de l'œil au repos ne sont pas parallèles et le maintien de leur parallé-

lisme sur un point à l'infini nécessite un effort. Ce défaut s'appelle l'**hétérophorie**. Ce défaut se corrigera avec des verres décentrés, dont l'axe optique ne coïncide pas avec l'axe visuel. Enfin, il peut arriver que, même au prix d'un effort musculaire, il soit impossible d'amener les deux axes optiques à se couper sur le point fixé. Dans ce cas (strabisme), il y a le plus généralement élimination optique d'un œil, « neutralisation » de son image rétinienne.

LES ORIGINES DE LA LUNETTERIE

Il semble que les premiers essais de correction de la vue soient très anciens. Au Musée de Berlin figure une sorte de perle transparente qui a pu servir de lentille optique et qui doit dater de 4 000 ou 3 500 ans avant Jésus-Christ.

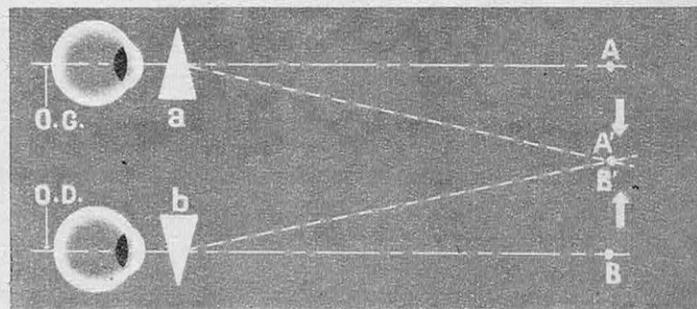
Des lentilles transparentes puissantes qui ont été découvertes en Crète avaient été fabriquées en 1 600 ou 1 200 avant Jésus-Christ. Il est à peu près impossible de savoir qui a inventé les lunettes, et comme beaucoup de grandes inventions il semble que l'idée en soit apparue en plusieurs points du globe et à des époques différentes. Dès la fin du moyen âge il existait une industrie de la lunetterie organisée en corporations. Longtemps les lunettes se sont vendues dans la rue, le client choisissant lui-même les verres dont il avait besoin.

À partir de Descartes et du XVIII^e siècle, l'optique passe des mains des lunetiers à celles des physiciens et des physiologistes, la période de l'empirisme est révolue.

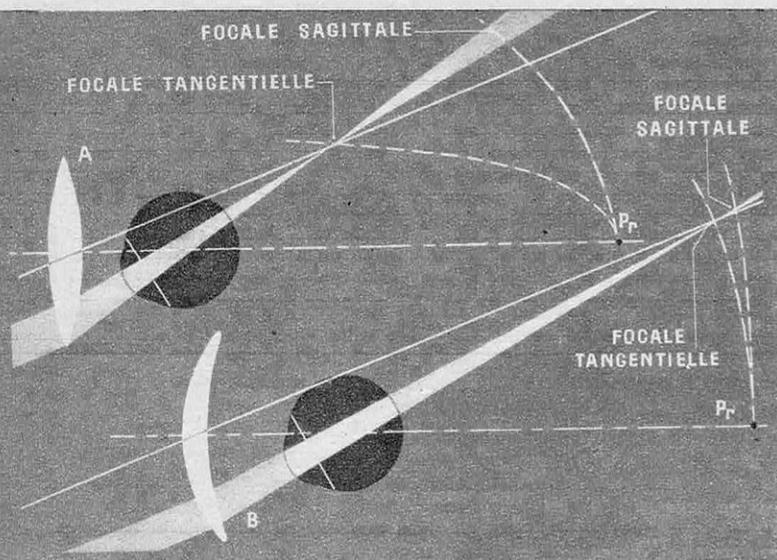
À l'atelier artisanal font place les laboratoires de recherches où Newton, R. Smith construisent les théories, inventent les méthodes de calculs. Un physiologiste, W. Porterfield, écrit un grand « Traité de l'œil » et montre la relation existant entre l'accommodation et la convergence.

En 1784, à Versailles, on remarque l'ambassadeur de l'Amérique, Franklin, avec des lentilles bifocales et on lui attribue cette invention.

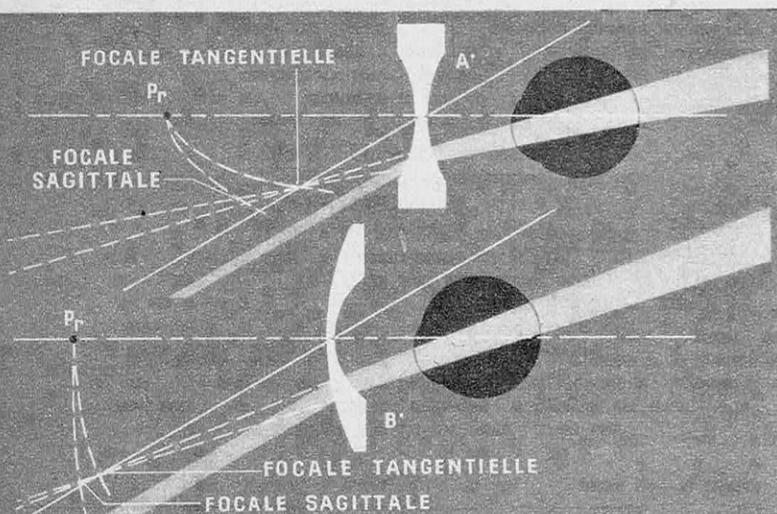
Le XIX^e siècle est l'âge des grandes créations de l'optique où les plus grands physiciens et physiologistes s'illustrent : Fresnel, Young, Wollaston, Biot. Young découvre



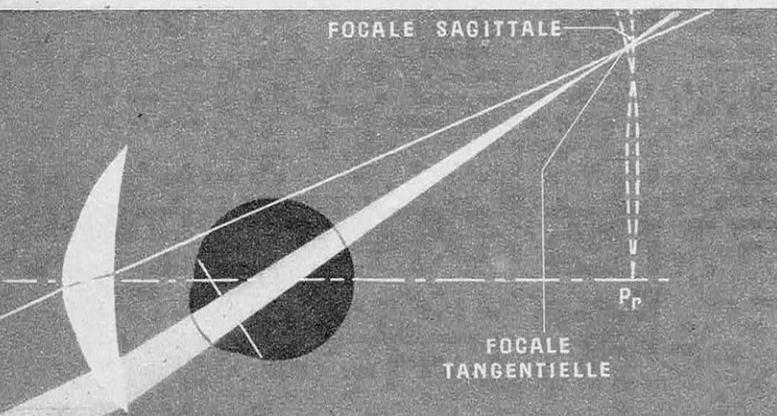
L'emploi de verres prismatiques corrige certains troubles de la vision binoculaire dus à un défaut de parallélisme entre les axes optiques des deux yeux.



● Si l'œil hyperope ou presbyte est corrigé par une lentille biconvexe (A), lorsqu'il regarde au bord du verre, celui-ci lui donne à observer, non une image ponctuelle, mais deux focales. Ce défaut n'existe pas pour le ménisque (B).



● De même, pour corriger une myopie on doit employer un ménisque (B') et non un verre biconcave (A'). Aux très fortes puissances, on réduit la partie utilisée pour la vision afin d'avoir des verres moins épais et plus légers.



● Les verres corrigeant l'œil aphaque sont très convergents. Les ménisques sphériques donnent alors des images médiocres sur leurs bords. On a calculé des surfaces dites asphériques qui ne présentent pas cet inconvénient.

l'astigmatisme, Wollaston souligne l'avantage des lentilles cambrées (ménisques) et Biot s'en fait fabriquer chez l'opticien Cauchois à Paris. Mais on fabriquait déjà des lentilles cambrées au XVI^e siècle.

Ce n'est que vers 1850 que certains médecins se spécialisent en optique et ils fondent l'optique médicale, application des méthodes optiques à l'examen des maladies oculaires.

Grâce à la découverte de l'ophtalmoscope par le physicien Helmholtz, la médecine oculaire a pu faire des progrès gigantesques. Cet appareil qui permet d'examiner la rétine à travers le système optique oculaire est un des instruments de base du médecin oculiste.

L'ophtalmomètre inventé par Helmholtz, perfectionné par Javal, permet la mesure de la puissance de la cornée.

En 1873, le Dr Cuignet invente la skiascopie, qui permet de mesurer l'état optique de l'œil en utilisant un miroir envoyant de la lumière à travers le système optique oculaire et en observant les modifications subies par le faisceau de retour. L'œil est assimilé alors à un instrument d'optique.

Aujourd'hui, la lunetterie et l'optique de compensation des défauts visuels qui s'y rattache forment une science consacrée, ayant un « statut scientifique » indépendant.

LES PROGRÈS DES VERRES DE LUNETTES

Les premiers opticiens ne connaissaient que les lentilles biconvexes et biconcaves de courbures égales sur chaque face. À ces verres succédèrent les lentilles plan-convexes et plan-concaves donnant de meilleures images.

Au début du XIX^e siècle, l'Anglais Wollaston proposa de remplacer ces lentilles convergentes et divergentes par des lentilles cambrées (les deux faces sphériques et les centres de courbures se trouvant du même côté par rapport au sommet du verre). Ces verres « cambrés » sont connus sous le nom de verres périscopiques ou ménisques.

L'expérience ayant montré que les lentilles cambrées donnaient des images meilleures et un champ de vision plus grand, le Dr Ostwald calcula une série de verres où les défauts résultant de l'inclinaison des rayons étaient minimum. Le Dr Tscherning entreprit l'étude de ces lentilles. Ces recherches amenèrent la création des lentilles « à images ponctuelles ». Ces lentilles cambrées donnent d'un point situé sur l'axe optique ou en dehors de cet axe (sous un angle de 35° pour les lentilles divergentes et 30° pour les lentilles convergentes), une image très voisine d'un point, d'où le nom de « verres à images ponctuelles ». Dans ces verres, les courbures varient avec chaque puissance ; elles assurent le confort optique dans l'intervalle -24 à $+8$ dioptries. On voit que, pour les myopes, la correction sera toujours excellente, peu de myopes portant des verres au delà de -24 dioptries. Pratiquement, il en est de même pour les hyperopes, peu d'entre eux ayant besoin de verres correcteurs d'une puissance supérieure à $+8$ dioptries. Si pour une raison quelconque, il est nécessaire d'envisager des verres dont la puissance convergente est supérieure à $+8$ dioptries, on dispose alors des verres de « meilleure forme ».

Pour les personnes opérées de la cataracte ou auxquelles on a enlevé le cristallin, le Dr A. Culstrand a calculé une série de verres où une des faces n'était pas sphérique. Ces surfaces non sphériques ou « surfaces déformées », appelées encore « asphériques » par les spécialistes, permettent de réaliser des verres pour aphaques donnant des images ponctuelles ; leur puissance est en général comprise entre $+10$ et $+20$ dioptries. Ces verres difficiles à produire se travaillaient à la main. Des études faites en France ont permis la création de machines spéciales, mais les lentilles resteront d'un prix élevé.

L'astigmatisme régulier peut être compensé comme nous l'avons vu, à l'aide de lentilles dont l'une des surfaces est taillée dans un cylindre ou dans un tore. La combinaison d'une sphère et d'un tore permet de réaliser des lentilles « sphéro-toriques » ou « toro-sphériques » dites à « images ponctuelles ». Ce sont celles qui donnent le maximum de champ et qui doivent être choisies de préférence. La lentille comporte un axe d'orientation dans le plan perpendiculaire à l'axe optique, axe qu'il est très important de bien placer dans la lunette. La prescription des lentilles corrigeant l'astigmatisme est donc donnée par une formule indiquant l'axe d'orientation de l'astigmatisme en degrés, sa valeur en dioptries, et en outre le plus souvent la valeur de la myopie ou de l'hyperopie.

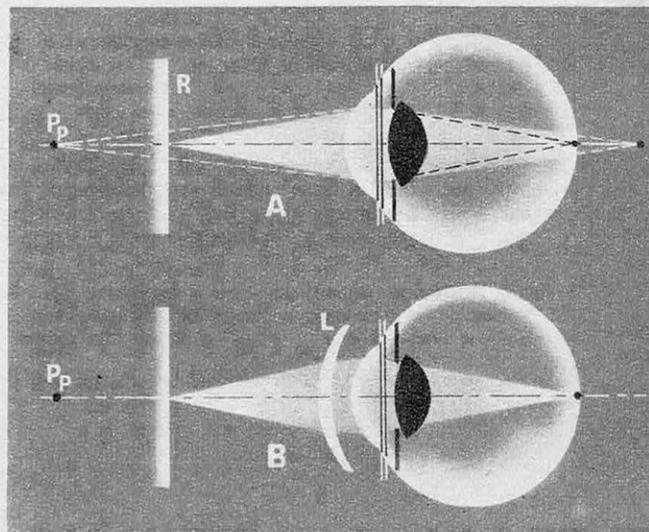
L'accommodation de l'œil presbyte est réduite ; \blacktriangleright le punctum proximum est au-delà des objets qu'on examine de près. Une lentille convergente y remédie.

LES LENTILLES A PLUSIEURS FoyERS

Quand, par l'effet de l'âge, la faculté d'accommodation de l'œil se trouve amoindrie, pour éviter l'inconvénient de changer de lunettes (une réservée à la vision de loin et une seconde réservée à la vision de près), les fabricants et certains lunetiers ont étudié différents types de verres comportant plusieurs foyers. D'abord des bifocaux : le premier connu, dit « à la Franklin », consistait à couper deux verres de puissances différentes et à les fixer dans la même lunette. A ces verres succèdent ceux dits « application collée », formés de deux lentilles ; sur une lentille épaisse et de grande surface réservée à la vision de loin, on collait une seconde lentille très mince réservée à la vision de près. Puis vinrent les « doubles foyers » soudés, connus du public sous le nom de « télévic ». Le principe de construction est le suivant : une lentille de grand format en crown est creusée dans la partie réservée à la vision de près. Dans ce creux est placée une seconde lentille en flint, d'indice différent de la première. Le tout est surfacé de manière que la lentille finie extérieurement ait les courbures de la portion réservée à la vision de loin. Par suite de la différence d'indice, la lentille terminée a une puissance différente dans ses deux parties.

On fait aujourd'hui sur le même principe des lentilles « trifocales ». La lentille terminée possède alors une vision de loin, une vision intermédiaire et une de près. Ces lentilles sont esthétiques et l'on voit difficilement les plages limitant chaque vision.

On peut, simplement en taillant les lentilles, réaliser des verres à plusieurs foyers ; les unes sont sans « saut d'image » ; il faut entendre par là que l'utilisateur ne s'aperçoit pas



A Quand s'accroît le déficit d'accommodation de l'œil presbyte, des lunettes à une seule distance focale deviennent insuffisantes et il faut recourir à des lentilles composées bifocales ou même trifocales.

B Les lentilles bifocales peuvent être du type à application collée : sur la lentille réservée à la vision de loin, on colle des lentilles convergentes très minces qui seront utilisées pour la vision rapprochée.

C En I, II et III la face arrière du verre a une discontinuité de courbure qui lui donne deux focales. En IV, V, VI, ce sont des inclusions de flint très réfringent qui permettent d'obtenir les différentes focales.

qu'il passe de la vision de loin à la vision de près ; les objets regardés ne se chevauchent pas d'une vision à l'autre, mais la ligne de séparation limitant chaque vision est plus marquée que dans les lentilles soudées et peut paraître à certains inesthétique. Pour éviter cet inconvénient, on a cherché à réaliser des lentilles à plusieurs foyers à séparation invisible, mais elles offrent l'inconvénient d'un saut d'image qui peut être désagréable, quoique la majorité des usagers ne s'en plaignent pas.

Il est souvent utile d'ajouter aux lentilles sphériques cylindriques ou toriques des prismes dont le but sera d'aider à la convergence des yeux, ou de soulager une hétérophorie, ou de compenser un strabisme. La mise en place de telles lentilles demande une grande attention de la part de l'opticien.

MATÉRIAUX TRANSPARENTS

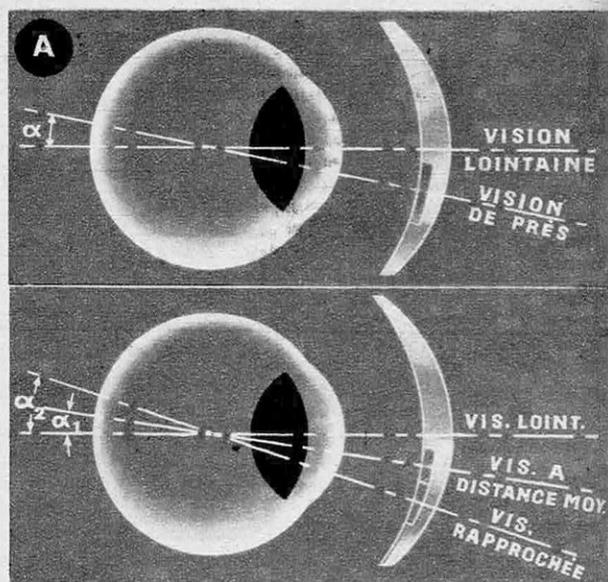
Le verre qui sert à faire les lentilles doit présenter des qualités bien définies : homogénéité, dureté, absence de fils ou de bulles.

En lunetterie, les types de verres utilisés sont limités au verre incolore, aux flints pour les verres à plusieurs foyers soudés, aux verres teintés A, AB, B, C, D qui sont maintenant normalisés et définis d'une façon précise.

Les matières plastiques transparentes se prêtent à la fabrication des verres de lunettes ; les plus connues sont : le polystyrène, le méthacrylate de méthyle et pour l'avenir : le nylon. Le méthacrylate de méthyle est transparent comme le verre, très léger et incassable ; il a cependant l'inconvénient de se rayer assez facilement. Il est souhaitable que, dans l'avenir, on puisse le protéger contre les rayures. Il est à recommander pour les lunettes destinées aux enfants. Il se teinte et fournit une série graduée de verres colorés homologues des lentilles en verre.

Il faut citer encore le verre « triplex » formé de deux lames de verre soudées entre elles par l'intermédiaire d'une lamelle plastique (acétate de cellulose).

Certains verres sont métallisés à l'aide d'un dépôt très mince de métal donnant une



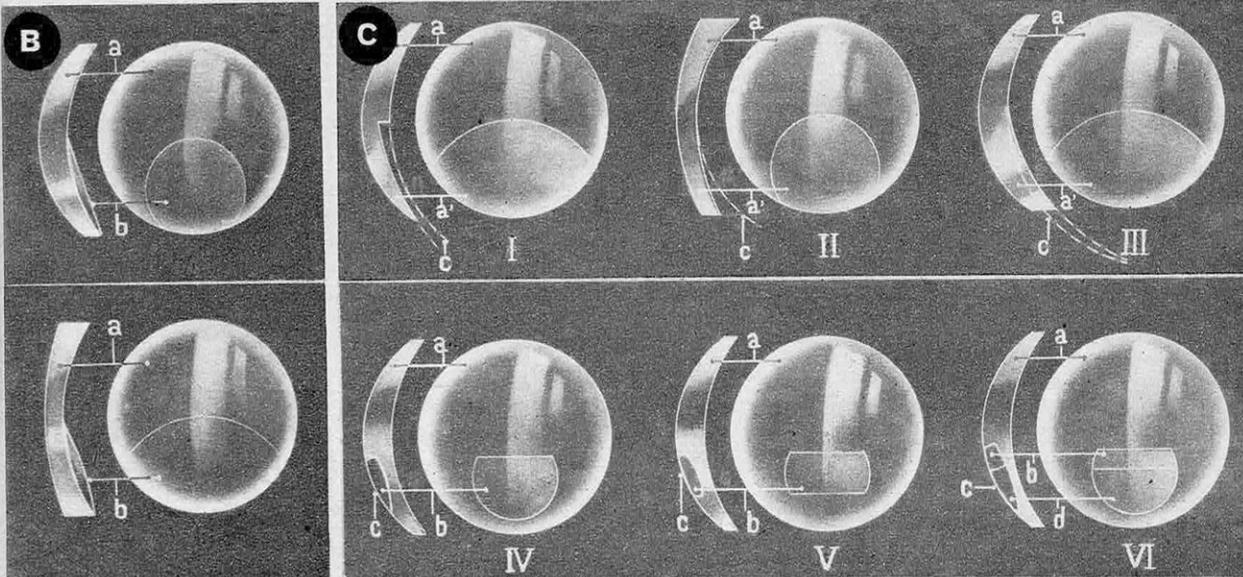
teinte par transmission différente de la teinte vue par réflexion (teinte interférentielle). Une très légère variation de durée d'exposition au moment du dépôt donne des verres très différents, d'où difficulté pour appairer les verres.

ROLE DE L'OPTICIEN-LUNETIER

L'opticien-lunetier est un technicien que sa formation rend capable d'appliquer certaines méthodes du laboratoire de mesures physiques à l'appréciation qualitative et quantitative ainsi qu'à la compensation des défauts optiques de l'œil.

Sa tâche est de permettre aux usagers d'utiliser dans les meilleures conditions les éléments supposés parfaits qui lui sont confiés par les fabricants de verres et de lunettes. Pour le fabricant de verre, « la vision ne comporte qu'un œil », les prescriptions étant exécutées une à une. De son côté, le fabricant de lunettes, par nécessité, admet que le visage comporte deux yeux immobiles et également écartés par rapport au nez. L'opticien-lunetier a la mission délicate de combiner ces éléments. Il est le spécialiste qui met le point final à l'examen de la vue fait par l'oculiste ; c'est à lui qu'incombe en définitive la responsabilité de la vision de son client.

La mesure de l'écart pupillaire lui permettra de conditionner la lunette pour une vision correcte à l'infini, en centrant ou décentrant au besoin les verres suivant les conditions particulières de vision révélées par l'examen de l'oculiste et le sien propre. Mais la convergence des yeux dans l'observation d'un objet rapproché décentre la vision ; dans l'ajustage de la lunette, l'opticien aura à réaliser un « équilibre » entre la vision de loin et la vision de près. Si les lunettes sont réservées à la vision de près, on pourra décentrer les verres pour que les axes optiques et les axes



visuels soient confondus dans la convergence sur le point regardé. Dans le cas de verres bifocaux, la dimension des segments réservés à la vision de près a une très grande importance ; si un presbyte, par exemple, travaille surtout à son bureau, il faudra que la vision de près se fasse à travers des segments très grands afin d'accroître la surface vue : s'il utilise au contraire ses lunettes pour circuler à pied ou en voiture, il faut réserver à la vision de loin le maximum de champ. Seule la parfaite détermination des conditions d'utilisation de la lunette permettra à l'opticien de conditionner la prescription des verres pour leur meilleur usage.

La réalisation de la monture fait intervenir le goût personnel du client, mais ce choix est guidé par le lunetier qui tient compte de la solidité, de la légèreté, de l'encombrement. C'est lui qui détermine les caractéristiques de la monture, en fonction des mensurations du visage.

Le support nasal ou nez de la lunette met en jeu l'emboîtement du nez, qui suivant le type (nez plat, aquilin ou busqué) détermine l'écart entre les plaquettes d'appui nasal. Si la lunette est métallique et porte des plaquettes mobiles ou rigides, il est nécessaire de les incliner et de les écarter ou les rapprocher pour définir la position du pont (hauteur et saillie).

L'inclinaison des branches est conditionnée par la position de la tête et la hauteur de la naissance de l'oreille par rapport au plan horizontal contenant les axes des globes oculaires. Elles doivent permettre en même temps le dégagement des sourcils et des pommettes.

Les branches étant fixées à la face de la lunette par l'intermédiaire de charnières, le lunetier ouvre plus ou moins celles-ci pour dégager les tempes et cambrer les branches en fonction de leur forme et de celle du rocher.

Les branches sont formées elles-mêmes de deux parties de rôle très différent.

La partie temporale de la branche sert de lien entre la face de la lunette et la partie appuyant légèrement derrière l'oreille. Cette partie (cambrure auriculaire) demande beaucoup de soins dans le choix de la matière, de l'épaisseur et de la forme qui seront le mieux tolérées par le sujet.

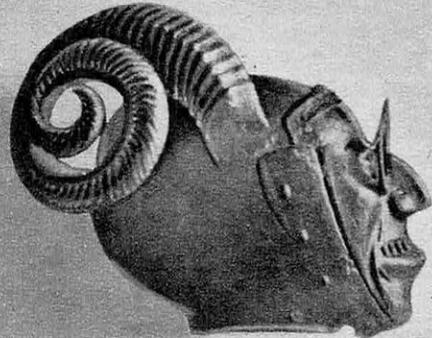
Il ne faut pas qu'elle produise de marque ou engendre la douleur ; de sa cambrure exacte dépendent pour une bonne part la stabilité et la notion d'« oubli » de la lunette.

LES VERRES DE CONTACT

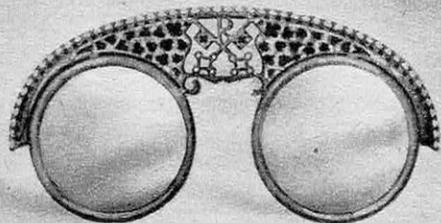
Le verre de contact est un système optique mince, formé d'une mince cupule en matière plastique (métacrylate de méthyle) qui se place sous les paupières et se retire avec facilité ; bien que de création récente sous sa forme moderne, ce n'est plus un « nouveau venu » dans le monde de l'optique et il se place parmi les moyens à la disposition de l'ophtalmologiste et de l'opticien pour compenser les défauts de l'œil.

On peut attribuer à Descartes (1637) le principe d'un contact optique avec l'œil. La cornée humaine a un indice de réfraction voisin de celui de l'eau ou des larmes. Si par un procédé quelconque on peut maintenir l'eau ou les larmes au contact de la cornée, l'inter-surface entre l'eau et la cornée se trouve optiquement supprimée et par conséquent toutes ses propriétés optiques se trouvent éliminées.

Le verre de contact, dans la partie qui maintient les larmes devant la cornée, est transparent. Pour la correction des défauts dits de révolution (myopie, hypermétropie, aphaquie) ou des défauts comportant deux plans de symétrie (astigmatisme régulier) le verre de contact sera calculé facilement de façon à modifier la convergence de la



● De grandes besicles enlaidissent le masque de ce heaume de tournoi offert par l'empereur d'Autriche Maximilien au roi d'Angleterre Henri VIII.



● Au moyen âge, la lunetterie, encore à un stade purement empirique, était, comme toutes les autres industries artisanales, organisée en corporation. Ces deux paires de besicles ornementées sont l'œuvre d'un Maître-lunetier de la ville de Nuremberg.



● Création de l'époque du Directoire, le binocle, quelquefois avec monocle, connut une mode passagère vers la fin du XVIII^e siècle. Il complétait très bien la ridicule excentricité des Incroyables, mais techniquement ne constituait pas un progrès sur les lunettes plus anciennes.

TRENTE ANS DE PROGRÈS EN LUNETTERIE

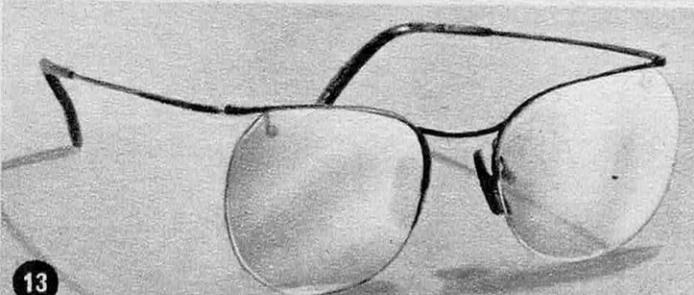
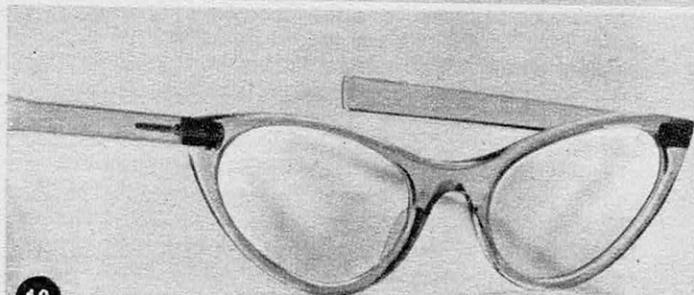
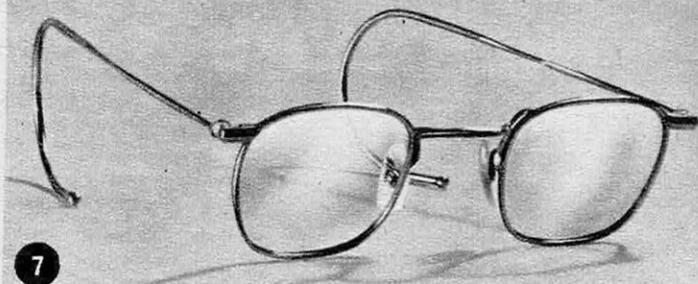
PLUSIEURS facteurs ont commandé l'évolution des lunettes : tout d'abord le désir de donner à l'usager un confort toujours plus grand en lui fournissant des verres à très grand champ et des montures dont le port occasionne le minimum de gêne et qui soient, par conséquent, faciles à « oublier ». D'autre part, la nécessité de fixer solidement les verres (pour la conduite des véhicules et les activités sportives) a éliminé à peu près totalement les pince-nez. Enfin, la mode et l'esthétique (dont les rapports sont complexes) ont conduit à des formes qui masquent au minimum les traits du visage, ou qui, au contraire s'affirment d'une manière vigoureuse.

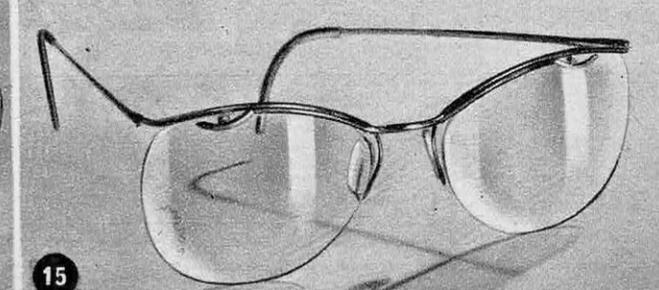
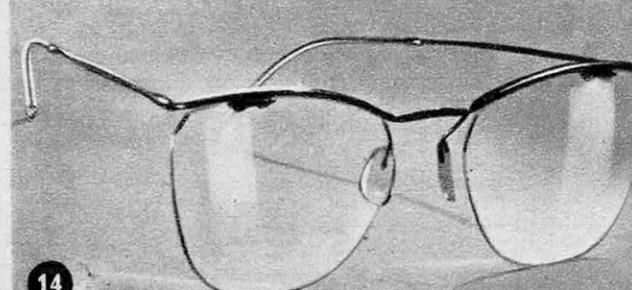
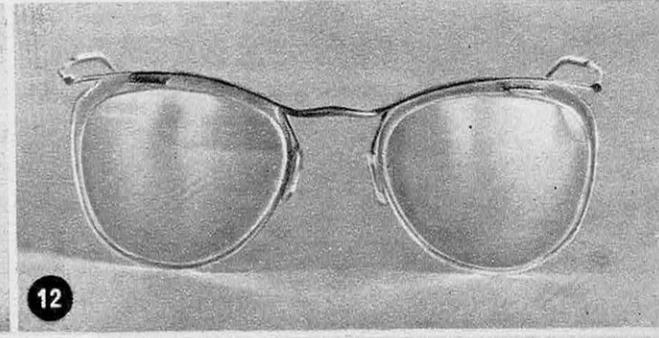
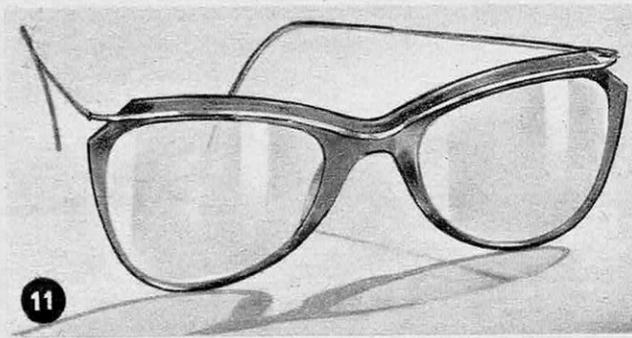
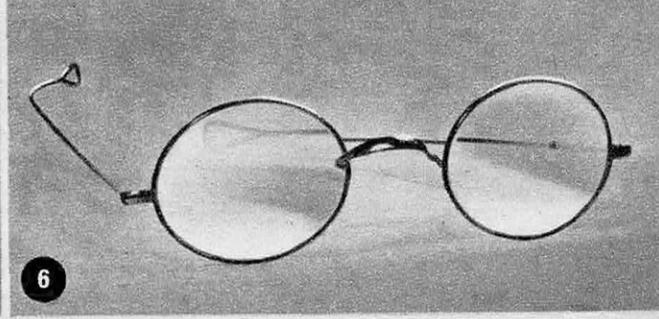
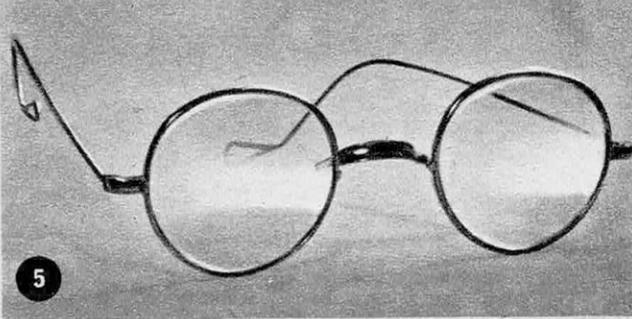
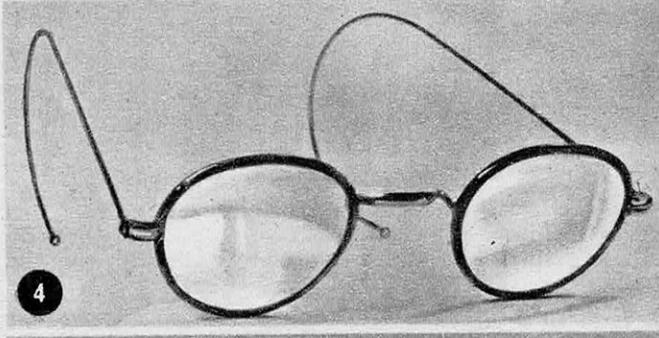
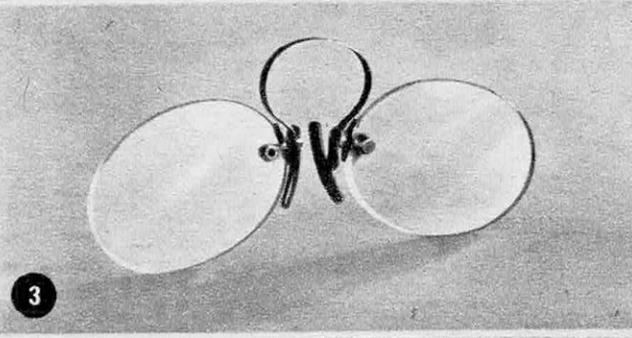
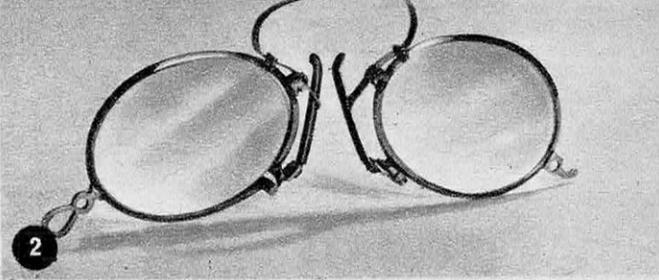
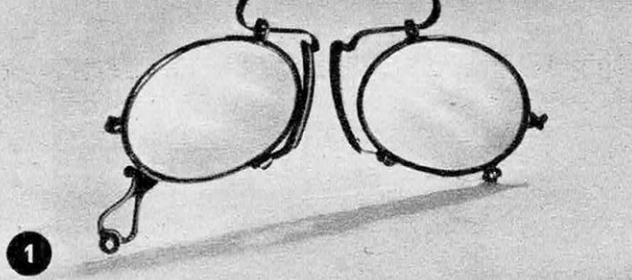
De 1 à 6 : Lunettes anciennes :

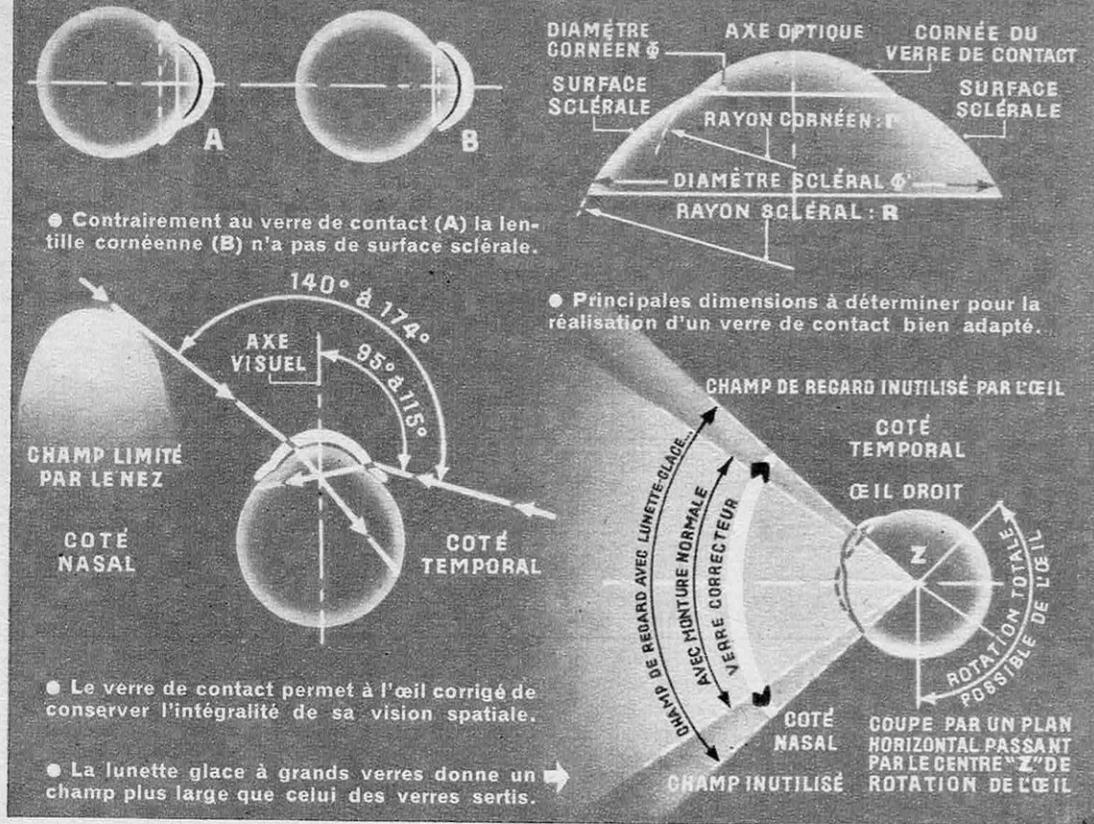
1, 2 et 3, pince-nez de divers modèles : angulaire (1920), yeux ovales (1925), glace (1930); 4, lunette métal, cercle en matière plastique, nez W, branches crochets cordés (1922); 5, lunette à branches anatomiques, yeux pantoscopiques, nez W (1925); 6, lunette à monture métallique, yeux ovales, branches droites (1925).

De 7 à 15 : Lunettes modernes :

7, lunette d'enfant entièrement en métal (or, doublé or ou métal blanc); 8, lunette d'écaille véritable; 9, lunette en matière plastique (Rhoptex, Rhodoïd, celluloid, etc.); 10, lunette en matière plastique avec face « papillon »; 11, lunette à face en matière plastique et métal (Lux-Optical), 12, lunette « Amor » avec cercles en matière plastique de la Société Industrielle de Lunetterie (Lissac); 13, lunette glace « Icarflor » (Société des Lunetiers); 14, lunette glace « Amor » (Société Industrielle de lunetterie); 15, « Illusion » (Lux-Optical).







cornée d'une valeur qui compensera exactement le défaut de l'œil. Pour la correction des amétropies à réfraction irrégulière d'origine cornéenne, d'après le principe du contact optique que nous avons expliqué plus haut, on comprend que si l'on se trouve en présence d'une cornée déformée ne pouvant donner une image acceptable, la présence du verre de contact éliminera tous les défauts de surface : l'astigmatisme irrégulier sera corrigé, ce qui est impossible à l'aide de verres de lunettes. Le kératocône (cornée en forme de cône), et certaines taches de la cornée relèvent directement de la correction par verres de contact.

Plusieurs procédés ont été proposés au cours des trente dernières années pour placer le verre de contact et choisir la meilleure forme de la partie sclérale par laquelle le verre de contact s'applique sur le globe de l'œil. Du choix de cette forme dépend que le verre soit bien toléré, « oublié » sur les yeux par le porteur. Ces procédés ont beaucoup évolué et nous résumerons les principaux :

Les verres de contact imposent le choix d'une forme sclérale particulière fonction de la forme de l'œil.

Les verres premiers d'essai étaient fabriqués mécaniquement et taillés dans une portion de sphère (ou assimilables par l'aspect et la forme à une prothèse oculaire) mais antérieurement des opticiens et des cliniciens avaient essayé divers autres types de verres sur des cas particuliers.

Les techniciens n'avaient alors aucune idée précise sur les conditions de tolérance des verres, dont ils connaissaient cependant l'importance et ce n'était qu'exceptionnel-

lement que les anciens verres étaient tolérés. Le globe étant de forme quelconque, on entreprit l'étude de sa forme « au repos » avant de choisir le type de surface sclérale.

La première idée qui vint à l'esprit fut donc d'utiliser le moulage à l'aide de procédés voisins de ceux utilisés dans l'art dentaire. Les retouches toujours indispensables que l'on fut obligé de faire, montrent que le moulage était imparfait au départ, même entre les mains les plus habiles. Les résultats furent néanmoins encourageants car 20 % des gens arrivèrent à tolérer leurs verres quelques heures par jour après un travail d'ajustage difficile, long et onéreux pour le sujet.

Parallèlement à la recherche de la forme sclérale par moulage, furent entreprises d'autres études essayant d'allier les avantages du moulage et ceux des anciens verres d'essai. En effet, le verre d'essai permet immédiatement au sujet de se faire une opinion de ce que sont les verres de contact et de retrouver immédiatement une partie de sa vision ; il permet de fabriquer les verres en série, donc de diminuer le prix de revient et de suivre plus facilement par comparaison les écarts entre la forme du globe et la forme de verre toléré.

C'est ainsi qu'apparurent sur le marché un certain nombre de verres préfabriqués, notamment en Angleterre, aux États-Unis, en France, types Kollmorgen, Feinbloom, Dixey, Obrig, Dudragne, Bier, chaque fabricant basant ses verres en fonction des données plus ou moins étendues qu'il possédait sur les conditions de tolérance.

Aujourd'hui, après quinze années de recherches continues les techniciens spécia-

lisés qui ont au total équipé plus de 500 000 personnes aux Etats-Unis, en France, en Angleterre, en Allemagne, en Italie, en Suisse, reconnaissent que pour qu'un verre soit toléré il faut :

— qu'il fonctionne simplement par l'intermédiaire du contact optique des larmes ;

— qu'il soit choisi dans la presque totalité des cas (95 %) à partir de verres d'essai ;

— que le plus souvent (plus de 85 %) le verre d'essai sans retouche sclérale donne entière satisfaction quand il est le résultat de la comparaison des formes tolérées sur un grand nombre de sujets.

Le moulage du globe oculaire est presque totalement abandonné. Seuls quelques rares cas particuliers, de globes très déformés, peuvent être traités à l'aide de cette méthode.

Les statistiques montrent que grâce aux méthodes modernes certains fabricants arrivent à obtenir les tolérances moyennes allant de 8 heures à plusieurs jours consécutifs pour environ 70 % de la clientèle, 28 % tolèrent entre 4 heures et 8 heures et 1 à 2 % ne tolèrent pas les verres de contact. Le choix du fabricant est primordial, tous n'ayant pas les mêmes possibilités.

Le verre de contact tire ses avantages optiques du fait qu'il se déplace avec l'œil dans tous ses mouvements ; ainsi sont supprimées toutes les aberrations géométriques ou chromatiques des verres de lunettes, même les meilleurs. La partie cornéenne du verre recouvrant la totalité de la cornée, l'œil jouit de la totalité de son champ visuel, ce qui est impossible avec des lunettes. Les forts myopes, les astigmatés et les aphaques sont ceux qui bénéficient le plus des verres de contact.

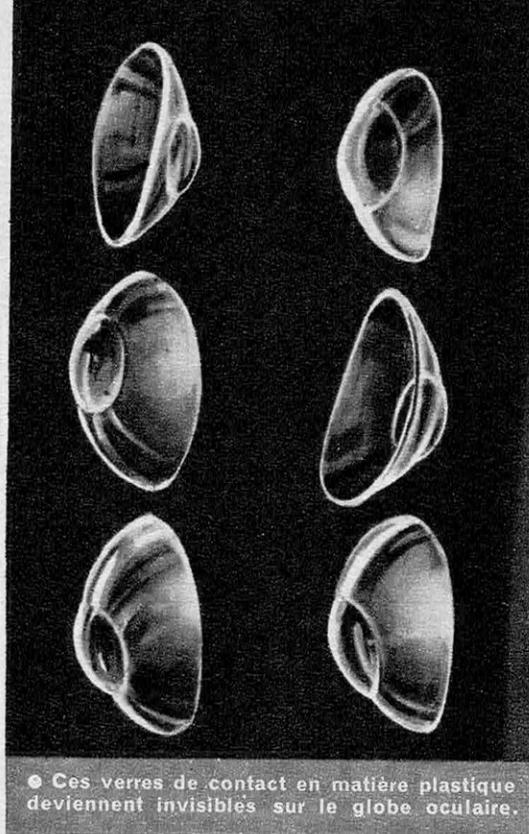
Mais le verre de contact est peu pratique pour la compensation de la presbytie, il est alors préférable de porter des lunettes pour lire ou des verres de contact pour la vision à distance en ajoutant, si besoin est, des lunettes pour la vision rapprochée.

Le verre de contact, par sa position, est invisible, il permet donc à ceux qui les tolèrent (et c'est le plus grand nombre) et qui ne veulent pas porter de lunettes d'obtenir une vision correcte. On peut inclure dans la partie cornéenne un iris (changement de couleur d'yeux), ou dans la partie sclérale une teinte ou des vaisseaux qui permettent à certaines personnes n'ayant pas d'iris ou un globe oculaire déformé de corriger leur apparence.

Il se colore en toutes teintes et peut constituer une excellente protection contre la lumière solaire. Enfin, le verre de contact est recommandé pour la pratique des sports violents ou acrobatiques.

LENTILLES CORNÉENNES

On a proposé depuis quatre ans, en dehors des verres de contact, des lentilles dont le principe optique est le même mais qui ne



• Ces verres de contact en matière plastique deviennent invisibles sur le globe oculaire.

comportent pas de partie sclérale. Ces verres sont maintenus en place par tension superficielle et pression des paupières sur le verre. Les premiers fabricants furent américains.

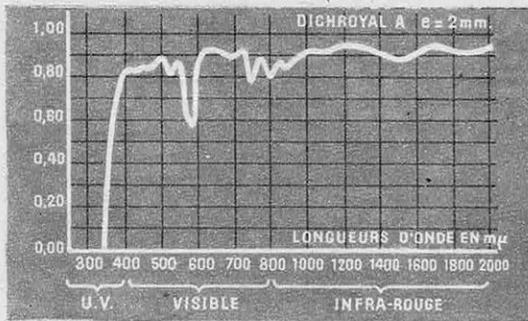
L'adaptation offre quelques difficultés et le verre est mobile par rapport au globe oculaire. De cette mobilité résulte quelques inconvénients : variation de centrage du verre par rapport à l'œil, possibilité d'éjection du verre sous l'action des paupières. La minceur des lentilles cornéennes ne permet pas une tolérance facile pour les défauts accusés, le verre ne se maintenant pas en place. Dans le cas de kératocône prononcé, le verre ne peut être maintenu.

Malgré ces inconvénients, ces verres doivent être pris en considération et un certain nombre de personnes en sont satisfaites. Leur fabrication tend à se généraliser, probablement parce qu'elle est plus facile que celle des verres de contact.

LES VERRES COLORÉS

Les verres protecteurs capables d'absorber certaines radiations sont d'un intérêt capital dans l'industrie.

Un soudeur à l'arc, par exemple, a besoin de se protéger contre les radiations ultraviolettes, les radiations infrarouges et contre l'éblouissement. Les rayons ultraviolets peuvent causer une irritation conjonctivale très douloureuse. Les radiations infrarouges peuvent produire des lésions graves et les médecins oculistes signalent de nombreux cas de



● La courbe d'absorption de ce verre protecteur (Dichroal) montre qu'il arrête les rayons ultraviolets nocifs et réduit l'intensité de certaines radiations visibles.

cataractes qui peuvent avoir pour cause leur action.

Dans les espaces ensoleillés, l'éblouissement est le principal inconvénient pour les yeux. Le verre choisi sera donc de préférence de teinte B ou C. Ces verres protecteurs sont en même temps « filtrants », éliminant une bande importante d'ultraviolet et d'infrarouge.

Les verres de protection sont aujourd'hui normalisés et classés à l'aide de données scientifiques précises. Nous conseillons :

— de conditionner le choix du verre coloré ou protecteur à la brillance ou au type de source dont on veut se protéger.

— de se protéger contre toute source produisant l'ultraviolet de longueur d'onde inférieure à $0,3 \mu$, mais il faut noter que les lentilles de lunetterie ordinaires arrêtent ces rayons. Si la source est de grande intensité et émet des rayons de longueur d'onde plus grande, il faut des verres teintés (teinte A ou B).

C'est donc au minimum trois types de verres absorbants que l'opticien doit avoir à sa disposition pour satisfaire tous les besoins des usagers (A, B et C).

LES VERRES POLARISANTS

Depuis quelques années, aux verres protecteurs colorés, se sont ajoutés des écrans en

matière plastique sur lesquels sont fixés des micro-cristaux orientés tous suivant le même axe. Ces cristaux orientés polarisent la lumière suivant un certain plan (plan de polarisation) et ne laissent passer que les rayons lumineux parallèles à ce plan. Si deux de ces écrans sont croisés à 90° , ils arrêtent complètement la lumière.

Dans la nature, la lumière non polarisée est l'exception ; l'œil ne reçoit le plus souvent qu'une lumière polarisée partiellement. Les routes asphaltées polarisent la lumière, de même les glaces et en général tous les objets qui réfléchissent la lumière.

Pour une hauteur d'homme donnée, pour une position de la tête déterminée, on pourra en portant des écrans polarisants, placés dans une lunette, éliminer pour un certain angle la lumière polarisée par un objet réfléchissant.

Il ne faut donc pas croire que l'écran polarisant sera une sorte de panacée protégeant des sources intenses et de toutes les réflexions.

On a souvent invoqué que les pare-brises des voitures automobiles munis d'écrans polarisants évitaient la lumière réfléchie par la route. Cela n'est valable que pour une toute petite bande routière située juste devant... le capot de la voiture (dans les voitures dont le capot n'est pas trop long). En dehors de cette bande, les réflexions polarisées subsistent. En outre, dans un pare-brise en glace trempée, sous un certain angle apparaissent des cercles noirs sur fond clair ou clairs sur fond noir, révélés par la lumière polarisée venant de la route.

A l'aide de lunettes à verres polarisants, on accentue cet inconvénient.

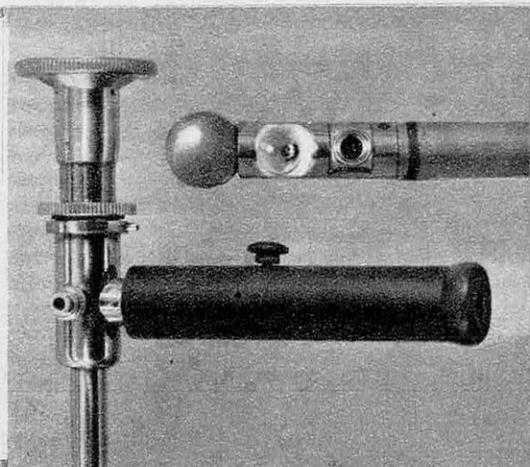
En munissant toutes les voitures de phares à filtres polarisants on pourrait éviter l'éblouissement. Il suffirait pour cela que les constructeurs munissent les pare-brises d'écrans polarisés à 90° de l'angle de polarisation des phares. Mais alors, il faudrait accroître fortement la puissance des phares.

Raymond Dudragne,

Professeur à l'Institut d'Optique.

LES APPAREILS D'ENDOSCOPIE

LES appareils d'observation des parois internes des organes humains portent le nom d'endoscopes. Ils sont constitués par un tube que l'on introduit dans un conduit organique normal : œsophage, bronche, trachée, urètre, rectum... A l'extrémité du tube se trouve une lampe électrique. Un objectif de microscope à distance frontale moyenne est braqué sur la paroi éclairée et un système de réflecteurs achemine vers l'oculaire situé à l'extérieur du corps humain les faisceaux captés par l'objectif. L'appareil a été modernisé, et l'oculaire peut être dans certains cas remplacé par un objectif photographique.



LA VISION NOCTURNE

LES caractéristiques principales de la vision de nuit sont commandées par la constitution de la rétine et son état d'adaptation.

Lorsque, venant d'un extérieur bien clair, nous entrons dans un lieu obscur, nous avons le plus grand mal à nous guider. Après quelques instants, nous sommes surpris de constater avec quelle précision nous apparaissent les détails qui, tout à l'heure, semblaient noyés dans une nuit épaisse. L'adaptation, période nécessaire au passage de la vision diurne à la vision nocturne, n'est pas instantanément réalisée et le seuil lumineux absolu ou plus petite luminance perçue n'est pas atteint brusquement. On sait que les cellules photoélectriques de la rétine sont de deux sortes, les cônes et les bâtonnets, dont les sensibilités sont différentes : on atteint d'abord le seuil des cônes, puis celui des bâtonnets.

ADAPTATION DE L'ŒIL

Un œil peut avoir une perception normale en vision diurne et être parfaitement inapte à la vision nocturne. De même que de jour, c'est le bon fonctionnement de l'ensemble des sens différentiel, morphoscopique, chromatique et du champ visuel, qui détermine la qualité de la vision nocturne.

Le sens différentiel.

Il permet d'apprécier la différence de brillance de deux sources voisines.

Des yeux qui ont une bonne perception lumineuse peuvent être incapables d'exécuter

certains travaux nocturnes parce que leur sens différentiel ne leur permet pas de distinguer deux objets de luminances voisines.

Le sens morphoscopique.

Il permet d'apprécier la forme des objets, directement sans qu'il soit nécessaire de reconstituer l'ensemble perçu détail par détail.

L'acuité visuelle est le plus important des facteurs de ce sens. Ses variations en fonction de la luminance ne sont pas les mêmes suivant les zones de la rétine intéressées. Dès que les luminances sont voisines du seuil des cônes, la vision légèrement oblique donne seule un résultat appréciable.

Le sens chromatique.

Il permet à l'œil de distinguer les couleurs par leur ton, leur intensité et leur saturation.

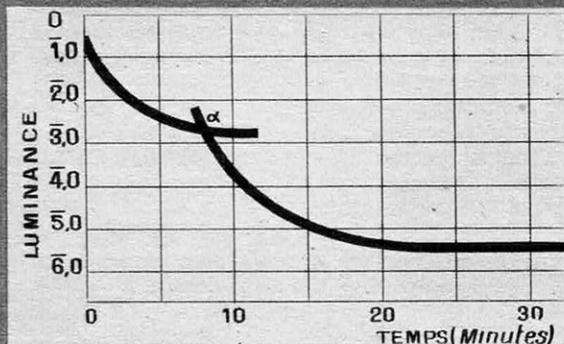
Lorsque l'obscurité augmente, il devient impossible de distinguer les couleurs les unes des autres quoique le seuil des cônes ne soit pas atteint. Il existe un intervalle dans lequel la plage colorée produit une sensation lumineuse, mais non chromatique.

Ces considérations sont très importantes, en particulier pour tout ce qui touche à la circulation de nuit et à la signalisation routière.

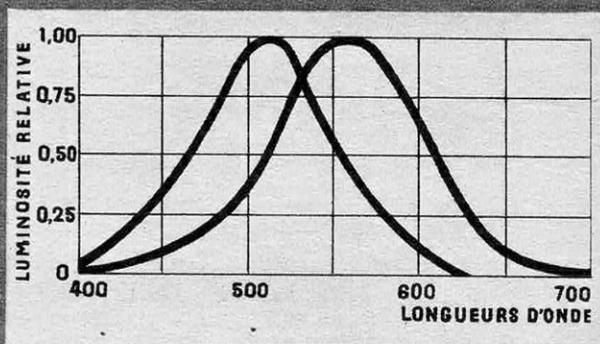
Champ visuel.

La principale caractéristique du champ visuel nocturne est l'apparition d'un scotome central, lorsqu'on descend au-dessous du seuil des cônes.

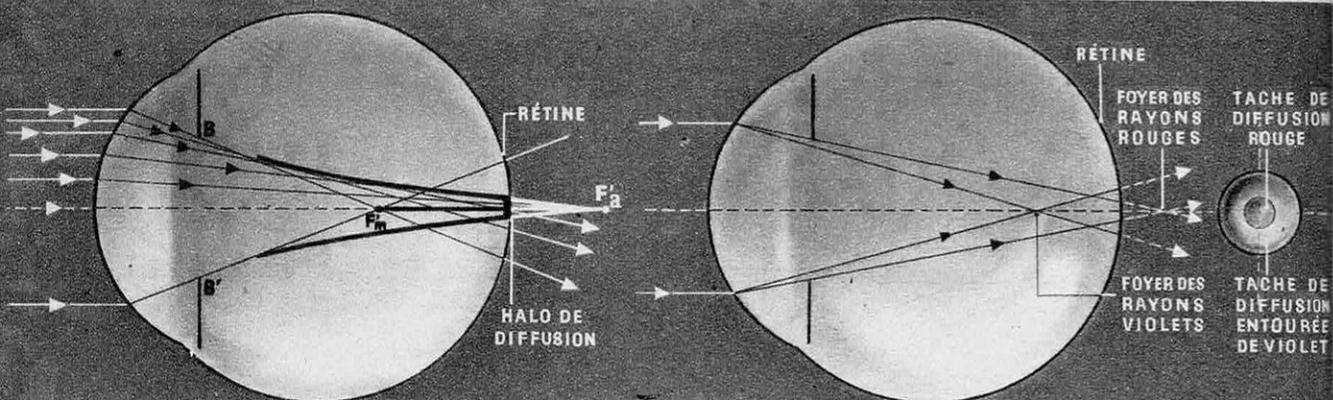
Un scotome est la région de l'espace qui vient former son image sur une partie



● Le point anguleux α fait ressortir les deux phases d'adaptation à l'obscurité : courbe sup., adaptation des cônes, courbe inf., celle des bâtonnets.



● Le maximum de sensibilité de la rétine, qui est à $0,555 \mu$ en vision diurne (courbe de droite), passe à $0,513 \mu$ en vision nocturne (courbe de gauche).



● Pour la plus grande ouverture de la pupille (BB'), l'aberration sphérique est importante, l'excès de convergence des rayons marginaux étant alors maximum.

● A l'image d'un point lumineux sur la rétine, correspond une tache de diffusion irisée de rouge et de violet. C'est ce qu'on appelle l'aberration chromatique.

insensible de la rétine. La tache Mariotte, qui donne naissance à un scotome naturel en vision diurne subit aussi une légère augmentation de dimension à la nuit.

La zone fovéale (zone des cônes), étant devenue insensible, la région de la rétine qui présente le maximum d'acuité, se situe dans la région parafovéale, de 4 à 10° de la fosse centrale.

Il résulte de ces faits que, contrairement à la vision diurne, où l'œil tend à fixer l'objet dont il veut saisir le maximum de détails, la vision nocturne oblige à une vision légèrement indirecte pour utiliser la zone parafovéale. Cette vision n'est pas habituelle, mais peut être acquise par l'entraînement (essais faits sur les pilotes de nuit).

LA MYOPIE DE NUIT

La myopie de nuit est le phénomène optique oculaire qui a été le plus tardivement découvert.

Lorsqu'un individu constate qu'un autre individu voit mieux ou moins bien que lui, il attribue ce phénomène à une plus ou moins grande sensibilité des rétines à la lumière. En 1941 MM. Arnulf et Françon, faisant une étude comparative des jumelles en vision diurne et nocturne, constatèrent une meilleure vision dans le champ instrumental qu'à l'œil nu, pour une même ouverture de la pupille. Ils expliquèrent cette anomalie par l'apparition d'une myopie, corrigée derrière l'instrument par mise au point de l'oculaire.

Causes de la myopie de nuit :

1° Aberration chromatique.

Comme tous les systèmes optiques simples, l'œil réfracte différemment les diverses radiations de la lumière blanche. Les rayons violets convergent en avant de la rétine, les rayons rouges en arrière (fig. ci-dessus).

2° Aberration sphérique.

C'est le défaut des systèmes optiques qui

présentent un excès de convergence des parties marginales par rapport aux parties centrales. Les rayons centraux convergent au foyer F'a, les rayons marginaux au foyer F'm. Lorsque la pupille est large (BB') — vision de nuit — les rayons convergent en F'm, l'aberration sphérique oculaire rend myope le système optique de l'œil.

Par quels phénomènes l'aberration chromatique et l'aberration sphérique ne gênent-elles pas la vision diurne? L'image d'un point formé sur la rétine est une tache de diffusion présentant une distribution irrégulière des intensités. La rétine coupe la caustique (enveloppe des rayons réfractés), vers la pointe, où il y a accumulation de lumière. Cette tache est entourée d'un halo plus pâle, de sorte qu'étant donné cette forte différence d'intensité, le cerveau neutralise tout en dehors de la petite zone centrale.

L'ensemble du système optique de la vision nocturne présente, par rapport à celui de la vision diurne, un excès de convergence de 1,5 dioptrie.

CONCLUSION

L'apparition d'une myopie dès la nuit tombée peut demeurer sans grande importance si nous n'avons pas à utiliser nos yeux en dehors de tout éclairage. Mais cette myopie peut être très gênante, notamment pour ceux qui conduisent des véhicules de nuit sur des routes non éclairées.

Les hypermétropes légers sont privilégiés puisqu'ils se trouvent en partie corrigés la nuit, mais les emmétropes et les myopes, même corrigés, ont intérêt à se munir de lunettes spéciales. Les verres à **grande cornée** sont recommandés pour les conducteurs en vision de nuit, leur grand champ facilitant l'interprétation fugace des objets à faible contraste et accroissant le rendement des phénomènes réflexes.

Marcel Roux
Ingénieur E. S. O.

OPTIQUE INDUSTRIELLE

MÊME dans les milieux avertis, on rencontre souvent des esprits ne jugeant pas à sa juste grandeur la portée des industries optiques. Celles-ci doivent leur primauté, non pas à leur volume, car nombre d'autres activités occupent beaucoup plus d'ouvriers et ont des chiffres d'affaires bien plus élevés, mais à la fonction capitale d'un grand nombre de leurs produits. La remarque vaut pour l'économie de paix comme pour la défense nationale.

La place des fabrications optiques tient au fond à ce qu'elles fixent et amplifient la vue. Or, si ce sens est sans doute le plus précieux, son pouvoir est limité, et ses impressions presque toujours fugitives. D'où la nécessité de le renforcer et de le doubler souvent par un œil témoin conservant la trace irréfutable des phénomènes.

Or, au fur et à mesure que l'industrie progresse, sa marche même exige qu'elle prospecte sans cesse plus en profondeur l'infiniment petit. De jour en jour, elle est conduite à recourir davantage aux instruments optiques pour s'équiper. En se référant de préférence aux industries mécaniques, dont le propre est le travail du métal, il est aisé d'étaler aux yeux de chacun comment le matériel optique, d'abord confiné aux laboratoires, a conquis droit de cité dans les ateliers où il est devenu indispensable. C'est d'ailleurs par le second des domaines que nous commencerons cette revue, parce qu'il est sans doute le plus saisissant sous l'angle de l'évolution.

MATÉRIEL OPTIQUE D'ATELIER

La rigueur de l'usinage s'accroît sans cesse. La notion de précision en matière de fabrications mécaniques étant complexe, il est assez délicat de « chiffrer » exactement la progression. On peut cependant prétendre que, voici un quart de siècle, on travaillait à quelques centièmes de millimètre près, tout au plus. De nos jours, ce même centième est couramment atteint et l'on s'approche, à l'extrême, du millième de millimètre, ou micron. Il faut entendre par là que, pour les exigences limites, les écarts de cotes entre la pièce dessinée et la pièce sortant de la machine-outil ne doivent pas dépasser un petit nombre de microns. C'est là une grande rigueur d'exécution, si l'on veut bien songer que l'épaisseur d'un cheveu représente environ 30 microns.

Ce resserrement des **tolérances dimensionnelles** nécessite de faire entrer mainte-

nant en ligne de compte les **erreurs de forme** et les **états de surface**.

Les premières proviennent des imperfections de la machine, en vertu desquelles un plan est toujours plus ou moins ondulé, un cylindre toujours quelque peu conique, à moins d'être bombé convexe comme un barillet, ou bombé concave comme un diabololo.

Les accidents de surface sont dus à ce que l'outil de coupe ne permet jamais d'atteindre un poli parfait ; il laisse subsister une certaine **rugosité** qu'il faut réduire, même lorsque la hauteur moyenne des aspérités par rapport au poli parfait est de l'ordre de quelques dixièmes de microns.

Ainsi, il faut augmenter la finesse du travail et donner à l'ouvrier des appareils de mesure toujours plus précis. De par sa nature, dont le propre est de grossir les choses examinées, l'instrument optique est capable d'une importante contribution, tant sur la machine-outil même que comme appareil de contrôle. Par quelques exemples choisis, tentons de montrer ses possibilités.

ÉQUIPEMENTS OPTIQUES POUR MACHINES-OUTILS

Le matériel optique n'a fait encore que d'assez timides apparitions sur la machine-outil. Il y est cependant mis en œuvre de diverses manières.

Tout d'abord, on emploie de plus en plus souvent des lunettes ou **microscopes de centrage** (p. 148). Elles s'installent sur les broches des machines-outils, à la place de l'outil, pour pointer sur la pièce et amener celle-ci à bon poste avant le début du travail. Le grossissement courant de ces instruments est de l'ordre de 25 ; il en résulte une précision du pointé quelque peu supérieure à 1/100 mm. Dans cette voie, il serait possible d'aller plus loin.

Des lunettes de caractéristiques similaires ont été conçues pour vérifier des profils, tels que filets de vis ; ce sont les **microscopes de contrôle de filetage** (p. 148). Ils possèdent généralement deux espèces d'organes. L'un d'eux est un simple fil réticulaire pouvant être amené par rotation d'un bouton gradué à tangenter successivement les deux flancs du filet pour mesurer son angle. L'autre est un réticule sur lequel sont gravés les divers profils de filets susceptibles d'être rencontrés. Dans une des applications, cette lunette est amenée au-dessus de la meule à rectifier les vis pour contrôler la rectitude du profil de l'outil abrasif. Naturellement, de tels micros-

copies sont précieux dans les salles de contrôle, tout comme ils le sont à l'outillage pour mener et vérifier l'affûtage des forets.

Un deuxième groupe de dispositifs intéresse la mesure même des mouvements de tables sur la machine. Ceux-ci permettant de placer correctement la pièce par rapport à l'outil. Ils sont le plus souvent affichés sur des cadrans gradués. Au fur et à mesure que la précision augmente, ce système se révèle insuffisant pour plusieurs raisons ; la fatigue visuelle de l'ouvrier n'est pas la moindre. Dans ces conditions, il faudra bien en venir à généraliser des solutions telles que les suivantes :

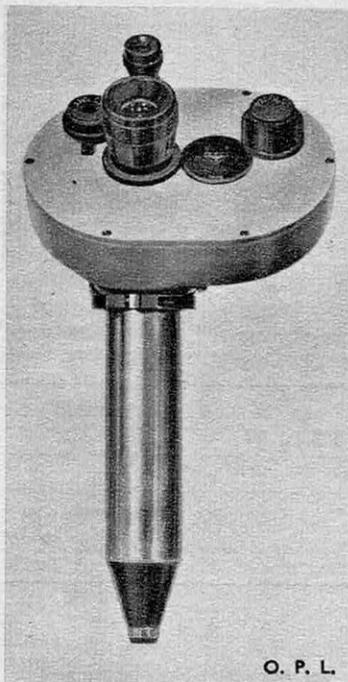
a) Séparer les organes commandant les déplacements et ceux destinés aux mesures. Ceci conduit à renoncer, pour évaluer l'amplitude des mouvements, à mesurer les rotations des vis entraînant les tables par écrou et à installer une règle divisée sur laquelle l'ouvrier pointe au moyen d'une lunette, appelée quelquefois **lecteur micrométrique**, dont la précision de lecture atteint 1/100 mm. Il n'est pas exclu de projeter les graduations sur des cadrans placés à bonne hauteur pour permettre l'observation commode à partir du poste du travail.

b) Projeter sur un écran lumineux les images agrandies de la pièce à usiner et de l'outil afin de régler le travail au vu de ces silhouettes. Ainsi se trace une voie d'extension dans l'usine du projecteur de profil dont nous allons maintenant parler.

ÉQUIPEMENTS OPTIQUES DE CONTRÔLE

Projecteur de profil.

De nos jours, il sert couramment pour vérifier la forme et les dimensions d'éléments très variés : matrices de découpage, pièces découpées, pignons de petite mécanique, outils de forme, vis, etc. En faisant apparaître sur un verre dépoli une image très amplifiée de l'objet, il devient facile de la mesurer, de la comparer à un dessin à



O. P. L.

● Ce microscope d'atelier permet de mesurer l'angle des filets de vis et de vérifier l'exactitude de leur profil ou celui des meules à rectifier.

grande échelle, voire de la photographier.

L'image obtenue suivant le schéma page 149 est dite « diascopique ». Si la lumière, au lieu d'être interceptée par la pièce, est dirigée sur celle-ci et renvoyée par réflexion sur l'écran, on obtient une image « épiscopique ». Le premier procédé permet seulement le contrôle des formes, y compris celui du fonctionnement des mécanismes, tels qu'engrenages. Le deuxième rend, en outre, possible l'examen des surfaces et par là un certain contrôle de leur état.

Ce qui caractérise le projecteur de profil, c'est d'abord l'exactitude et la constance du grossissement dans tout le champ. Seules de telles caractéristiques rendent possible le contrôle de la pièce projetée par de simples mesures sur son image. La netteté de celle-ci est telle qu'avec les plus gros grossissements atteignant 100, on peut déterminer les erreurs dimension-

nelles des pièces avec une grande précision, de l'ordre de quelques microns.

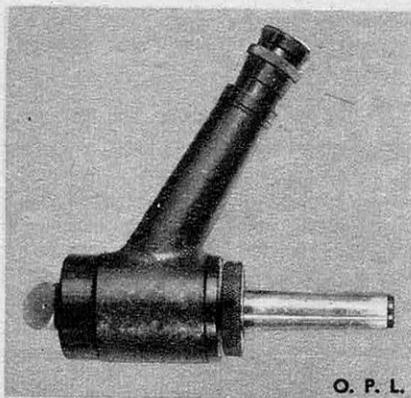
À côté des anciens types volumineux, il existe actuellement des modèles portatifs pouvant se monter sur tables.

Le projecteur de profil a d'abord servi aux services de contrôle ou pour les mises au point de prototypes, dans l'horlogerie notamment.

Depuis, à l'étranger surtout, il s'implante au sein des ateliers où il est mis à la disposition des ouvriers au voisinage immédiat de la machine-outil qu'ils conduisent.

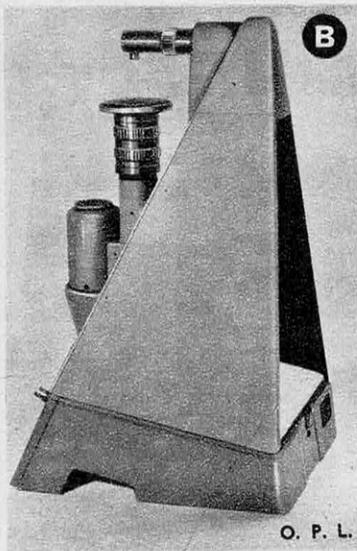
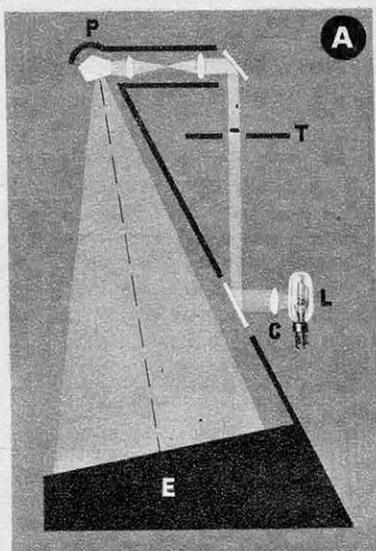
Comparateurs optiques et optimètres.

Le nom générique de comparateur couvre un ensemble d'appareils, en général plus sensibles que le projecteur de profil, mais à tâche plus circonscrite. Ils évaluent une seule cote à la fois, comme, par exemple, la longueur ou le diamètre d'arbres fabriqués en série, pour s'assurer de leur convenance individuelle ; encore le font-ils en comparant cette cote à celle d'une pièce prototype ou à un étalon de longueur ; de là leur



O. P. L.

● Ce microscope de centrage pour fraiseuse s'installe à la place de l'outil sur la broche de la machine pour amener la pièce à bon poste avant le début de l'usinage.



A Sur ce schéma d'un projecteur de profil, on voit que le flux lumineux émanant de la lampe L est concentré par un condensateur C avant de frapper l'objet à examiner qui est placé sur la table T. La pièce se découpe en silhouette dans le faisceau ainsi formé, qui subit plusieurs réflexions avant d'être renvoyé au moyen d'un prisme pentagonal P sur l'écran E d'observation.

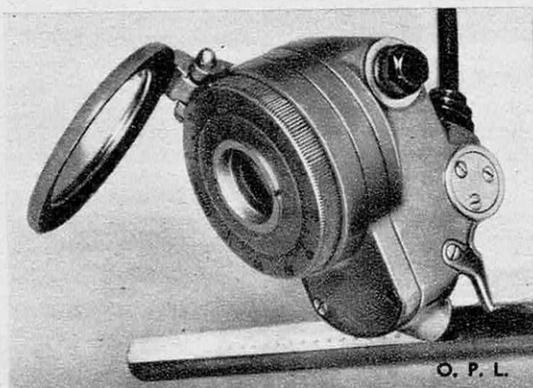
B Ce modèle de projecteur de profil diascopique fonctionne suivant le schéma de principe précédent. Il est portable et peut être installé sur une table.

C Ce projecteur de profil projette trois vues différentes sur trois écrans, permettant des opérations minutieuses telles que le centrage d'un filament de lampe.

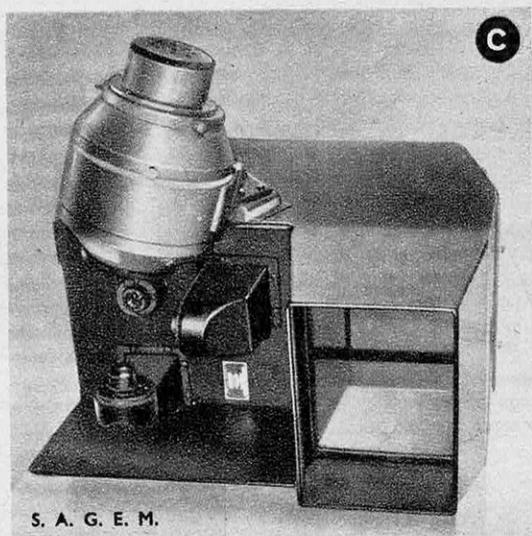
nom. Les comparateurs demandent un réglage préalable de leur zéro pour afficher ensuite les différences en plus ou en moins ; les types donnant la valeur absolue de la dimension contrôlée doivent s'appeler optimètres, ou appareils à mesurer, et non comparateurs.

La pièce à éprouver est tenue entre une enclume fixe et une touche mobile, ou palpeur. Les mouvements de ce dernier sont multipliés pour pouvoir être lus. L'amplification peut être mécanique, optique ou électrique ; suivant sa nature et les détails de réalisation, elle est plus ou moins grande. Les comparateurs optiques sont plus sensibles que les comparateurs mécaniques ; ils le sont moins que les comparateurs électriques, pour lesquels l'emploi de tubes électroniques permet de monter très haut. Leur coefficient d'amplification est de l'ordre de 5000 ; ceci signifie que chaque division représente $1/5000$ de mm, soit $2/10$ de micron.

Les comparateurs optiques sont fondés



● Les déplacements des tables des machines-outils peuvent être mesurés avec une précision atteignant le centième de millimètre au moyen de règles graduées sur lesquelles pointent des lecteurs micrométriques.

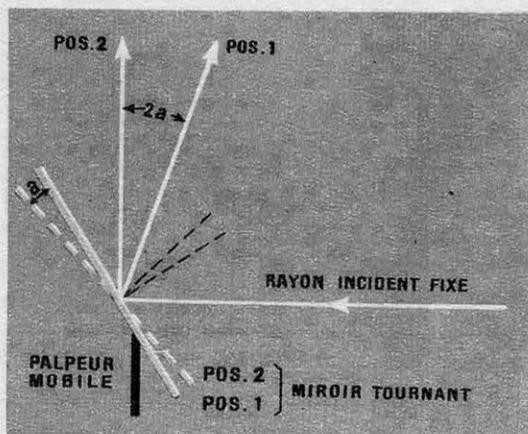


sur le principe du miroir tournant, d'après lequel le rayon réfléchi correspondant à un rayon incident fixe pivote d'un angle égal à deux fois la rotation du miroir (p. 150). Cette dernière est provoquée par l'extrémité du palpeur mobile qu'il faut approcher suffisamment de l'axe d'articulation pour atteindre une amplification convenable.

Avec le premier modèle, page 150, l'observation se fait à travers un oculaire. On préfère souvent pouvoir lire directement sur un cadran gradué, quitte à avoir une précision moindre. Dans ce cas, on amplifie d'abord le déplacement du palpeur par un système de deux leviers en cascade dont l'extrémité finale commande le miroir tournant.

Étalon plan optique et interféromètre.

Un élément optique très simple permet d'atteindre la précision du dixième de micron, lorsqu'on se propose de mesurer les écarts de planéité sur une aire relativement faible.



◆ Principe du miroir tournant appliqué aux comparateurs optiques : le rayon réfléchi sur le miroir tourne d'un angle double de l'angle de rotation de ce miroir.

Il s'agit tout uniment d'un disque de verre, à faces rigoureusement planes et parallèles. En appliquant une telle plaque sur la surface à contrôler, on décele à vue toute dénivellation de l'ordre du dixième de micron et même moins.

Le contrôle est basé sur le phénomène des interférences lumineuses. On voit généralement une série de bandes lumineuses, séparées par des franges sombres, chacune correspondant à des lignes dont les points sont équidistants sur les surfaces en regard. Entre ces dernières subsiste le plus souvent une lame d'air prismatique, en coin légèrement ouvert ; si alors la pièce à contrôler est un plan parfait, les lignes observées, véritables courbes de niveau, sont droites et équidistantes. Tout accident local altère cette belle harmonie ; il engendre une déformation dont l'allure et la grandeur mesurent le défaut.

Avec une surface sphérique, les franges d'interférence sont des cercles.

La sensibilité est élevée. En lumière jaune, pour laquelle la longueur d'onde est égale à 0,6 microns, la distance entre les lignes médianes de deux franges successives correspond à une variation de 0,3 microns pour l'épaisseur de la lame d'air. Comme il est possible d'apprécier une déformation de 1/5 de frange, un défaut de planéité de 0,06 microns est mis en évidence.

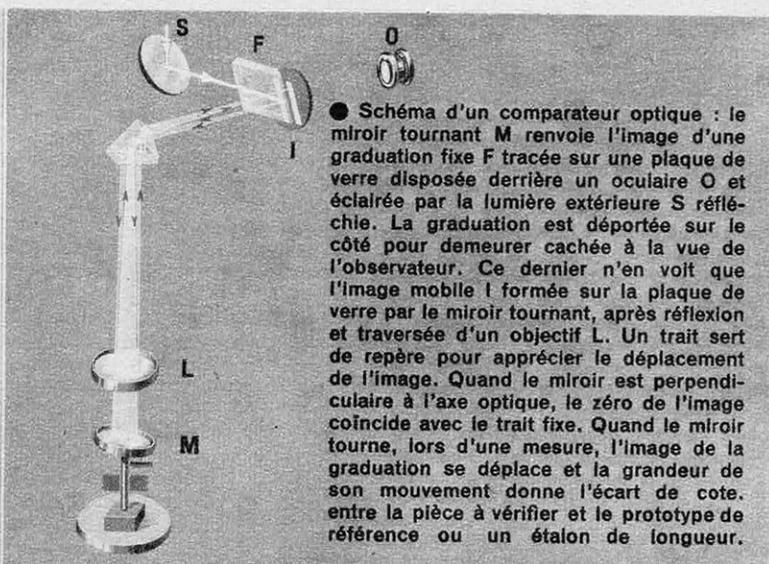
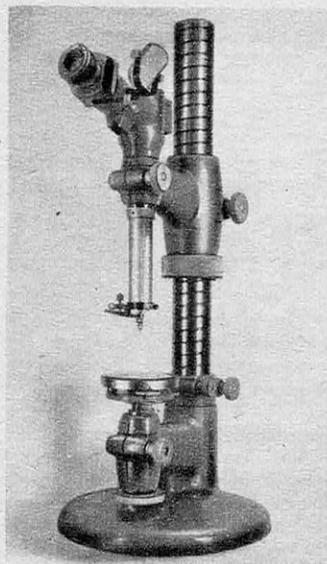
Le résultat est à peu près le même en lumière blanche.

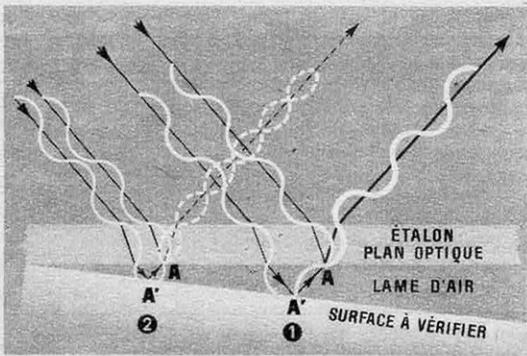
Les appareils perfectionnés fonctionnant sur le même principe s'appellent interféromètres. Ils comprennent des lunettes avec réticules micrométriques pour mesurer les franges. Utilisés avec un luxe de précautions, en laboratoire climatisé et spécialement aménagé, ils permettent d'apprécier des écarts dimensionnels de 2/100 de micron. Il en faut beaucoup moins pour que l'expérimentation devienne très délicate.

Sous une forme ou une autre, l'interférométrie constitue le summum des méthodes optiques de métrologie dimensionnelle. Comme telle, elle sert à évaluer la perfection des cales étalons combinables, nommées souvent cales Johansson, talismans des services de contrôle dans les usines mécaniques.

Mesure des états de surface.

Bien entendu, l'interférométrie est apte à jauger les états de surface, même les plus fins. Mais, en pratique, il est rarement besoin d'aller aussi loin. Bien des méthodes existent, plus ou moins simples, avec, pour chacune, des avantages et des inconvénients. Celles de nature optique sont certainement au nombre





Le contrôle de la planéité d'une surface par étalon plan optique est fondé sur le principe des interférences. Un prisme de verre à faces rigoureusement planes et parallèles repose directement sur la surface. Supposons l'ensemble éclairé par le haut sous une faible incidence par un faisceau de rayons parallèles. Pour chaque point A A' où il n'y a pas contact parfait entre les deux corps, deux rayons lumineux superposés parviennent à l'œil de l'observateur : l'un correspond à la réflexion sur la face inférieure du disque, en A, l'autre à la réflexion sur la surface à contrôler, en A'. Quand la différence de longueur des deux chemins est nulle ou égale à un nombre entier de longueurs d'onde, le point se détache en clair ; quand elle est égale à un nombre impair de demi-longueurs d'onde, il y a interférence, le point observé apparaît alors sombre.

des meilleures. Les figures page 152 indiquent les principales.

Mesure de la linéarité.

En mécanique, les glissières jouent un rôle considérable. Pour vérifier qu'elles sont bien droites, il existe des lunettes d'alignement. Beaucoup d'entre elles fonctionnent par **autocollimation** dont le principe est indiqué page 152.

Les réalisations sont assez complexes, surtout lorsque l'on se propose de mesurer les défauts de linéarité par la hauteur des dénivellations. La **règle optique** (p. 153) donne cependant une très belle solution, du fait de sa simplicité d'emploi et de sa précision.

INSTRUMENTS OPTIQUES POUR LABORATOIRES

Sur les instruments optiques destinés aux laboratoires industriels, nous serons plus bref que leur importance l'exigerait. Mais l'étude et la recherche sont œuvres de bénédictins et l'incessante prospection aboutit à

multiplier en chaînes les appareils spécialisés dans telle ou telle recherche.

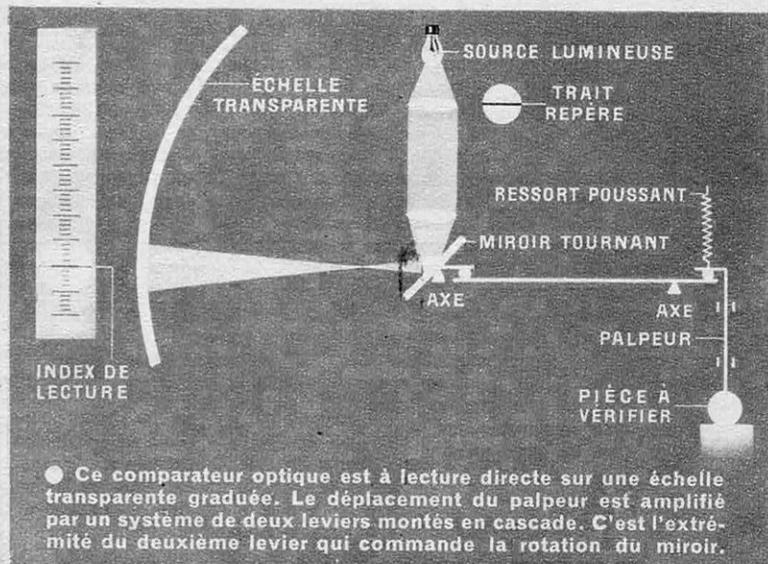
Il faudrait donc, pour être juste, leur accorder de longs développements ; ceci forcerait à entrer dans trop de rebutantes considérations scientifiques.

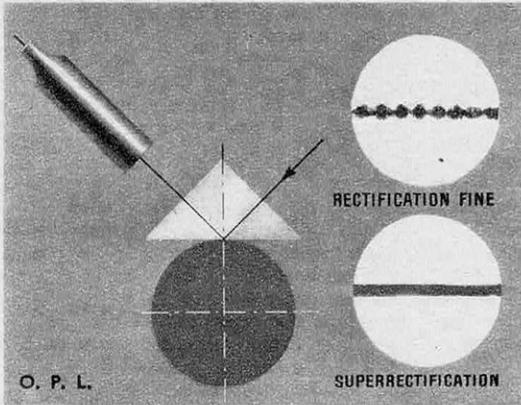
Nous tenterons simplement de donner un aperçu des immenses possibilités offertes par les méthodes optiques.

Dans le domaine où nous entrons, une des tâches essentielles est l'analyse. Son but est de déterminer la composition d'une substance. Ainsi, dans les fabrications mécaniques, on voudra connaître tous les constituants d'un acier, d'où dépend la valeur du produit. Ailleurs, il faudra être fixé sur la nature exacte d'un carburant, d'une huile ou graisse, d'un colorant, d'un sérum, d'une sécrétion, etc.

Pour toutes ces déterminations, qualitatives ou quantitatives, l'optique apporte ses solutions, simples de principe pour la plupart. Elles font appel à trois propriétés fondamentales : la réfraction, l'absorption et la polarisation.

La réfraction est le changement de direction





◀ Comme le disque plan optique, le surfascopie (appelé aussi quelquefois portemètre) opère par contact, mais le phénomène optique est d'autre nature. Supposons qu'il s'agisse d'examiner le fini d'un axe cylindrique ; ses crêtes sont généralement disposées en lignes spirales. Pour les faire apparaître, on dispose sur lui la face hypothénuse d'un prisme triangulaire, les arêtes étant parallèles à l'axe. On éclaire l'ensemble par un faisceau lumineux tombant normalement sur l'une des deux faces rectangulaires, on l'observe dans une lunette à la sortie du prisme. La lumière ne subit la réflexion totale que sur les points de la face du prisme qui ne sont pas en contact direct avec le métal. Dans ces conditions, la surface de portée de prisme sur l'axe apparaît en sombre et les stries laissées par l'outil ressortent en clair. Au contraire, pour un arbre très finement rectifié, on observe une bande sombre à peu près continue sur toute la longueur du prisme.

que subit un rayon lumineux en passant d'un milieu dans un autre.

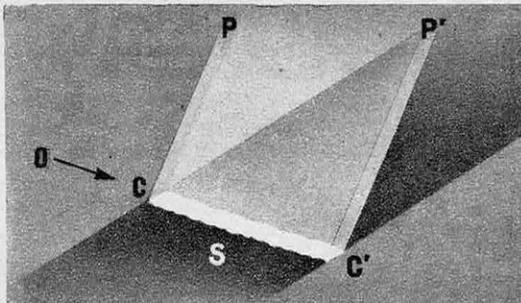
L'absorption est la perte d'intensité lumineuse due à la traversée d'un corps transparent.

La polarisation est la modification imposée par certaines substances à la nature des vibrations lumineuses.

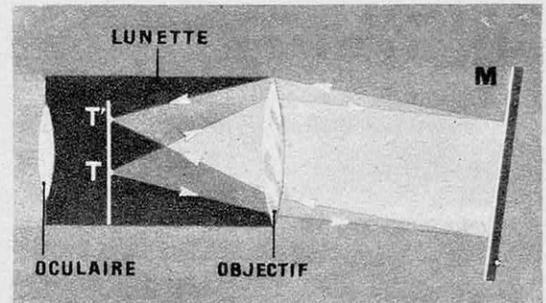
Ces trois manifestations ne sont pas absolument indépendantes. Suivant que l'une ou l'autre agit au principal, il est question de spectrographie, de colorimétrie ou de polarimétrie.

Spectrographes et réfractomètres.

On sait que si une lumière tombe sur un prisme sous forme d'un fin pinceau de rayons parallèles, elle est séparée en ses constituants colorés pour s'étaler en éventail, plus ou moins ouvert, baptisé spectre. Quand elle est blanche, le spectre a les couleurs de l'arc-en-ciel, pour la raison simple que l'arc-en-ciel est le spectre de la lumière solaire à travers la pluie. La palette a des prolongements invisibles sur les deux côtés ; leur intérêt n'est pas moindre. Ce sont, avant le rouge, l'infrarouge dont l'existence donne



● La coupe optique de Schmalz est une des méthodes les plus employées pour le contrôle des états de surface et la mise en évidence de leurs imperfections à très petite échelle. Comme dans le surfascopie, dont le principe a été indiqué ci-dessus, on fait tomber sur la surface à étudier un faisceau lumineux incident incliné à 45 degrés. Mais le faisceau est dans cette méthode extrêmement aplati, et sa trace S sur la surface épouse toutes les rugosités qui deviennent ainsi visibles. On utilise pour l'observation un microscope que l'on oriente perpendiculairement au plan du faisceau lumineux incident. On peut alors observer directement les inégalités dans le relief de la surface qui apparaît dans le champ sous la forme d'une ligne brillante plus ou moins sinueuse suivant la qualité du fini. Les photographies prises avec le microscope peuvent être beaucoup agrandies. De cette manière, si on utilise un microscope dont le grossissement dépasse 300, et si l'on agrandit le cliché obtenu 10 fois environ, on parvient à mettre en évidence des imperfections extrêmement ténues, par exemple des vallonnements ou des aspérités dont la dénivellation n'excède pas quelques dixièmes de microns seulement.



● Le principe de l'autocollimation est utilisé fréquemment dans les lunettes d'alignement qui servent à vérifier la rectitude des glissières. Sur la figure ci-dessus, la source lumineuse est constituée par un réticule éclairé dont on a figuré un trait T. Ce réticule est situé au foyer de l'objectif d'une lunette qui envoie ainsi vers l'extérieur un faisceau de rayons parallèles. Ce faisceau parallèle est intercepté par un miroir M. Lorsque le miroir est orienté d'une manière rigoureuse perpendiculairement à la direction de propagation, l'image en retour du réticule qui se forme au foyer de l'objectif se trouve confondue avec le réticule lui-même. Mais toute inclinaison anormale de l'axe du miroir réflecteur provoque le déplacement de l'image dans le plan focal et ce déplacement mesure justement l'écart angulaire du miroir. On observe le réticule et son image à travers un oculaire et on obtient couramment par ce procédé une précision de l'ordre du quart de minute d'angle. Dans la pratique, le miroir pourra être porté par une embase que l'on fera coulisser tout le long de la règle à vérifier. Le moindre défaut de rectitude de la règle pourra être ainsi mis en évidence et sera évalué en fonction de l'angle de déviation.

des manifestations calorifiques, et, au-delà du violet, l'ultraviolet, dont les radiations excitent certaines réactions chimiques. Pour les études dont nous allons parler, les trois parties comptent, selon les cas. Nous n'y reviendrons plus.

Si maintenant la lumière incidente est d'une nuance bien définie, jaune pour fixer les idées, le spectre est limité à une bande jaune. Rien n'étant changé par ailleurs, cette dernière se produit exactement à la place du même jaune dans le spectre. Quand la teinte est très pure, la bande devient infiniment mince ; elle s'appelle alors une « raie » ; sa position est définie par la longueur d'onde de la vibration lumineuse monochromatique à laquelle elle est due.

Tous les corps simples donnent en brûlant une flamme dont le spectre, formé de raies plus ou moins nombreuses, est absolument caractéristique.

Par suite, il est aussi facile, sinon plus, de reconnaître un produit chimique par son spectre que d'identifier un criminel par son empreinte digitale.

La propriété énoncée est fondamentale. Elle permet de faire l'analyse non seulement qualitative, mais aussi quantitative d'une matière quelconque. L'analyse spectrale offre les avantages essentiels suivants : certitude dans l'identification, ce que ne donne pas toujours l'analyse chimique, sensibilité de détection, rapidité et simplicité opératoire, prix de revient modique.

Pour arriver au but, on provoque un arc électrique entre l'échantillon à doser et une seconde électrode ; de fines particules de la matière sont ainsi pulvérisées et portées à très haute température. La lumière composite de l'étincelle est projetée sur la fente du **spectrographe**, appareil relativement simple d'aspect (p. 154) et d'emploi.

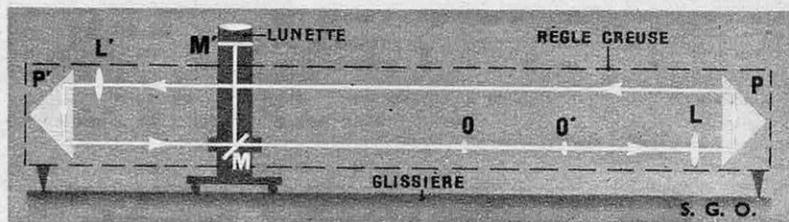
Sur le cliché qu'il fournit, il s'agit d'abord de repérer les raies de tous les constituants. A priori, l'opération semble nécessiter la présence d'une échelle en longueurs d'ondes ; il n'y a là aucune difficulté, puisqu'il suffit d'enregistrer l'un au-dessous de l'autre, un spectre témoin et celui à analyser. Mais une telle précaution n'est pas indispensable. Les opérateurs sont familiarisés avec les principaux spectres ; ils savent en reconnaître beaucoup. Par ailleurs, l'élément principal est connu et ses raies servent de repère. Elles sont particulièrement nom-

breuses et bien repérées dans le spectre du fer, constituant prépondérant de tout acier.

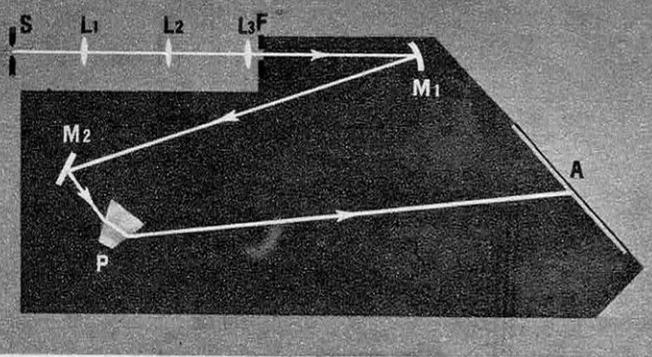
Pour faire ensuite le dosage quantitatif, on dispose de plusieurs méthodes. Contention-nous d'en citer une en nous référant encore à l'acier ; on peut arriver au résultat cherché en comparant l'intensité des raies données par les métaux d'apport à celle des raies données par le fer telles qu'elles s'enregistrent sur le même spectre.

Pour faciliter de tels dépouillements, qui exigent la connaissance préalable des caractéristiques de nombreux spectres, des atlas ont été dressés, notamment en Allemagne et aux U. S. A., où l'on ne recule jamais devant les travaux fastidieux.

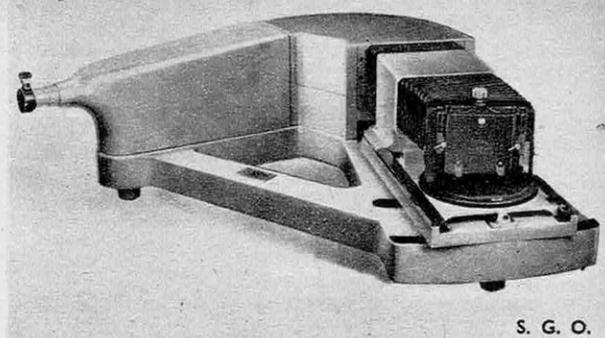
L'existence du spectre est liée à ce que la déviation, ou réfraction, subie par un rayon au passage d'un milieu transparent dans un autre dépend de la longueur d'onde de la lumière incidente, c'est-à-dire de sa teinte, tout autant que de la nature respective des deux milieux. Il suit de là que si l'on fait tomber, sous une incidence fixe, une lumière caractérisée (comme le jaune D du sodium) sur un prisme déterminé, la direction dans laquelle le rayon se propagera à l'intérieur du prisme est déterminée uniquement par la nature de la substance transparente en contact avec lui. D'où une nouvelle possibilité d'identification. Pour ce faire, des **réfractomètres** ont été construits (p. 154).



● La règle optique de Cuny, très précise bien que simple d'emploi, sert au contrôle de la rectitude des glissières. Sur la glissière à vérifier est montée une règle creuse qui repose sur elle par ses deux extrémités. Chacune de celles-ci porte un prisme à 45°, P et P'. Les deux faces hypoténuses de ces prismes sont exactement en vis-à-vis et portent chacune une lentille L, L', mais d'un côté cette lentille est en haut, de l'autre elle est en bas, les deux positions étant symétriques. Ces quatre éléments sont donc identiques deux à deux ; on se trouve en face d'un système de deux lentilles coaxiales, le fait que l'axe optique soit replié en rectangle ne change rien à la chose. Ceci étant, les foyers des lentilles sont confondus par construction. Un tel système est dit « afocal ». Il jouit des propriétés suivantes : un point O situé sur l'axe optique donne à travers les deux lentilles L, L' une image ponctuelle O' située aussi sur l'axe optique, la distance O O' qui sépare le point image O' du point objet O est constante, c'est -à-dire que si l'un se déplace, l'autre bouge d'autant ; si le point objet s'écarte de l'axe d'une certaine distance, le point image s'écarte en sens inverse d'une quantité rigoureusement égale. Cette longue explication était nécessaire pour faciliter la compréhension du fonctionnement du système, qui peut s'exposer maintenant d'une manière très simple et presque immédiate. Le point objet est constitué par le micromètre inférieur M d'une lunette-palpeur qui est mobile à l'intérieur de la règle et qui coulisse sur la glissière à vérifier. Le point image du micromètre inférieur se forme sur le micromètre supérieur M' après réflexion du rayon réfracté sur une lame inclinée à 45 degrés, ce qui correspond bien à un écart fixe des deux points objet et image, comme on l'a vu précédemment. Toute déviation de la glissière entraîne un mouvement vertical du point objet par rapport à l'axe optique du système afocal ; il en résulte, d'après ce que nous avons dit plus haut, que le point image doit se déplacer en sens inverse dans le plan focal de l'oculaire au moyen duquel on le vise. Le décalage entre les deux micromètres permet d'évaluer ainsi des erreurs de planéité de l'ordre de 1 micron.



● Ce schéma d'un spectrographe de Jobin et Yvon montre que le faisceau, dont la largeur est réglée par la fente F, est réfléchi par les miroirs M₁, M₂ et envoyé par le prisme dispersif P sur la plaque sensible A.



S. G. O.

● Le spectrographe constitue un des meilleurs moyens pour déterminer la composition d'une substance et sa teneur en différents éléments. Ce spectrographe Huet B II convient en particulier pour l'effet Raman.

Spectrophotomètres et photomètres colorimétriques.

Le spectre considéré plus haut est appelé spectre d'émission. Parallèlement, il existe un spectre d'absorption. Pour l'obtenir, il suffit de faire passer la lumière blanche à travers une substance transparente avant de la recevoir sur le prisme. Au lieu de recueillir un spectre continu, on y observera des bandes d'ombre ou, si l'on préfère, des raies noires. Comme précédemment, la position de ces dernières est caractéristique ; elle l'est pour la bonne raison que les raies du spectre d'absorption d'un corps donné sont exactement les mêmes que celles de son spectre d'émission.

En fait, l'extinction n'est jamais complète. C'est dire que la raie, noire en apparence, est plus ou moins faiblement éclairée suivant la quantité de substance traversée ; la détermination de son intensité lumineuse permet donc de mesurer la concentration de la solution.

Tel est le fondement de la spectrophotométrie.

Remarquons maintenant que la substance à doser étant connue, on sait aussi les radiations qu'elle absorbe. Il est donc possible de supprimer le prisme et de partir plus simplement d'un faisceau coloré ayant la teinte voulue. Les réalisations sont très nombreuses. Voici, page 155, une description schématisée d'un électrophotomètre. Cet appareil a trouvé son principal débouché en médecine. Sa précision est considérable ; les erreurs de mesure peuvent être inférieures à 1 %.

Applications de la polarisation.

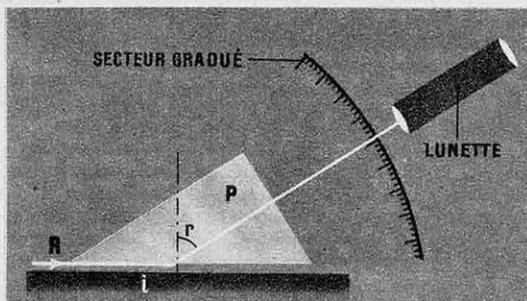
Les applications de la polarisation ne sont pas encore très répandues. La remarque vaut sur le plan général comme en matière d'essais industriels. La cause en est que, quoique anciennement connus, les phénomènes sont complexes, difficiles à produire ou à diriger et délicats à interpréter. Il faudra donc se borner à ouvrir quelques lucarnes sur un très vaste horizon.

Dans un certain sens, on doit considérer la lumière comme produite par des vibrations transversales s'exerçant en toutes directions dans un sens perpendiculaire à celui de la propagation du rayon.

Pour se représenter ces choses, le lecteur imaginera qu'il tient à la main le bout d'une corde assez longue dont l'autre extrémité est attachée droit devant lui : en la maintenant suffisamment tendue, il l'agite en tous sens : des ondulations se transmettent alors au long du filin : elles sont, bien entendu, variablement orientées.

Revenons à la lumière. Il arrive qu'après traversée de certains corps, dans des conditions plus ou moins strictes, seules subsistent les vibrations ayant une certaine orientation (horizontale, verticale ou autre), c'est-à-dire se produisant dans un certain plan passant par l'axe de propagation. La réflexion peut produire des effets analogues. La lumière est alors dite **polarisée**.

Si nous reprenons la corde de tout à l'heure et si nous lui faisons traverser une grille à barreaux verticaux suffisamment serrés, seules des ondulations verticales subsisteront au delà. Il y a analogie entre les deux ordres de phénomènes. Pour aller plus loin, il suffit d'imagi-



● Les réfractomètres permettent d'identifier les substances transparentes. En voici le principe : leur organe sensible est constitué essentiellement par un prisme P contre lequel est appliquée une fine couche du produit à reconnaître. La source lumineuse émet un rayon R qui rase la face du prisme ; son angle d'incidence est donc 90°. L'angle de réfraction qui lui correspond, r, est une caractéristique remarquable en optique : il a reçu le nom d'angle de réflexion totale. Sa valeur est lue sur le cadran gradué en visant le rayon émergent au moyen d'une lunette ; cette lecture fournit la réponse à l'énigme, avec l'aide de formules adéquates.

ner qu'après la première grille on en intercale une deuxième identique, mais disposée de telle manière que ses barreaux soient horizontaux. Elle arrêtera les ondulations verticales, en sorte qu'à la sortie la corde restera immobile.

Il en va de même pour les rayons lumineux : si, après traversée d'un **polariseur**, le rayon tombe sur un autre polariseur identique, mais placé en croix avec le premier, il est éteint, et la lumière remplacée par l'obscurité.

Un polariseur très employé, à cause de l'ensemble de ses vertus, est le Nicol, du nom de l'inventeur. C'est un prisme en calcite spécialement travaillé.

Voici deux applications très grossièrement schématisées :

Polarimètres.

Certaines substances, telles qu'une solution de sucre, ont la propriété de faire tourner d'un certain angle le plan des vibrations d'un rayon polarisé; cette rotation dépend de la concentration; de là, un nouveau moyen d'analyse.

Quand on dose ainsi les sirops, le **polarimètre** s'appelle aussi **saccharimètre**.

Répartition des tensions internes.

Pour savoir comment se répartissent les tensions internes dans un corps soumis à des efforts, on fait état des deux faits suivants :

— La distribution des contraintes dépend seulement de la forme, non de la nature de la matière ;

— Des corps tels que le celluloid, la bakélite, isotropes à l'état de repos, polarisent la lumière qui les traverse en fonction de leurs tensions internes.

On découpe donc dans de la bakélite une réplique de la forme à étudier et on l'éclaire après l'avoir placée entre deux Nicols. L'examen des images à la sortie répond à la question.

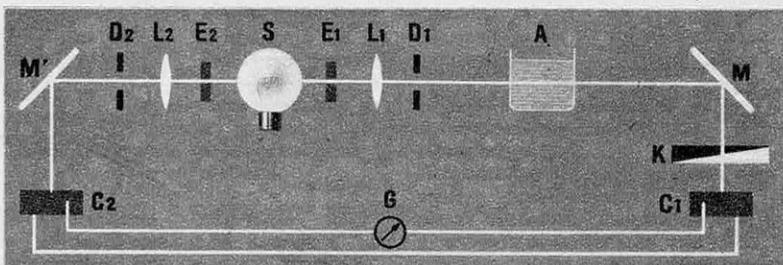
CONCLUSION

En parcourant très vite le domaine des applications de l'optique en matière d'équipement industriel, dans les ateliers, au contrôle et

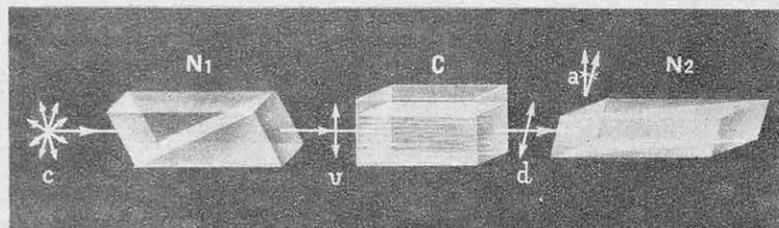
au laboratoire, il a été possible seulement d'en donner un reflet. Puisse celui-ci n'avoir pas été trop pâle pour masquer l'étendue et la luxuriance de la cueillette. Dans ce jardin si généreux, des noms français se rencontrent partout. Les sillons ont été creusés par maints de nos savants. Nos firmes les plus réputées en poursuivent l'exploitation, trop modestement peut-être en cette époque publicitaire. En tout état de cause, elles attestent la vitalité d'une activité essentielle au pays.

M. Chalvet.

Ingénieur en Chef de l'A. N.



● La spectrophotométrie est fondée sur la mesure de l'absorption par une substance à analyser de radiations lumineuses judicieusement choisies. Voici le schéma simplifié de l'électrophotomètre Meunier construit par Jobin et Yvon; on a laissé de côté certains organes de réglage. La lumière émise par une lampe S part dans deux directions opposées. Suivant la première, vers la droite, elle traverse d'abord un écran monochromatique E_1 , après quoi elle est successivement transformée en un faisceau parallèle par une lentille L et réduite plus ou moins par un diaphragme D avant de traverser une cuve d'absorption A où il a été versé le liquide à analyser. A la sortie de la cuve, le pinceau lumineux tombe sur un miroir plan M qui le renvoie à angle droit. Il traverse alors un coin d'absorption K avant de venir frapper enfin une cellule photoélectrique C_1 . Considérons maintenant le faisceau partant vers la gauche : il traverse d'abord un écran monochromatique E_2 identique au premier E_1 , puis comme précédemment un diaphragme D_2 . Mais il n'y a pas de cuve d'absorption interposée sur son parcours et il tombe directement sur le miroir plan M' qui le renvoie sur la seconde cellule photoélectrique C_2 . Les deux cellules photoélectriques sont montées en opposition, de sorte que lorsqu'elles sont excitées par la même intensité lumineuse, le galvanomètre G n'accuse aucune déviation. Pour faire une mesure, on enfonce d'abord à fond, la cuve étant vide, le coin d'absorption K et on règle sa position de manière à réaliser l'égalité d'éclairage des deux cellules; le galvanomètre indique alors le zéro. Lorsque le liquide est introduit dans la cuve, il se produit une absorption supplémentaire du faisceau de droite, ce qui amène à dégager plus ou moins le coin afin de ramener le galvanomètre au zéro. C'est précisément la quantité dont on le déplace qui permet d'évaluer la concentration.



● Principe du polarimètre : la lumière naturelle incidente est constituée par des vibrations transversales dans toutes les directions, comme le schématise le cercle c. Après traversée du premier Nicol N_1 , la lumière est polarisée verticalement comme l'indique la flèche v. Après traversée de la cuve C contenant la solution à analyser (solution de sucre, par exemple), la lumière est polarisée suivant une direction d' , déviée de la verticale d'un angle a . Pour que la lumière soit éteinte par le second Nicol N_2 , celui-ci doit faire l'angle a avec la direction « croisée » par rapport à N_1 . La mesure de l'angle a dont il faut faire tourner l'« analyseur » N_2 fait connaître la concentration du liquide placé dans la cuve.

LES CARRIÈRES

Qui de nous n'a rêvé d'être reporter, metteur en scène ou vedette de cinéma ?

Mais la photographie et le cinéma offrent bien d'autres carrières nécessitant, à côté d'un sens artistique sûr, de profondes connaissances techniques touchant aux domaines de l'Optique, de la Mécanique, de la Chimie, de l'Electricité, de l'Acoustique.

La Photographie

Le photographe est celui qui utilise le matériel et les surfaces sensibles nécessaires pour exécuter un travail photographique déterminé. Il peut être ouvrier ou artisan, artiste ou technicien.

Parmi les professions indépendantes on peut citer :

L'artisan photographe qui se consacre au portrait. Il doit avoir une bonne formation artistique, mais aussi avoir étudié la technique photographique, le tirage d'art, les travaux de retouche, etc.

Le négociant en appareils photographiques et surfaces sensibles et l'entrepreneur de travaux d'amateur qui dirige parfois une véritable usine de développement, tirage

et agrandissement, doivent eux aussi posséder des notions techniques sur la photographie.

Il existe également une grande variété de professions salariées :

- Dans la fabrication d'appareils et de surfaces sensibles, dans les laboratoires de développement et de tirage. Pour y accéder, des connaissances techniques sur l'optique et la chimie photographique, les surfaces sensibles, les travaux de développement, etc., sont indispensables.
- Dans la photographie dite « industrielle » qui travaille pour l'architecture, les expositions, s'occupe de photocopie, de micro film, de reproduction d'œuvres d'art et de monuments. Dans cette branche, il est nécessaire de posséder parfaitement les différentes techniques spéciales qui y sont employées.
- Dans le domaine de la presse, de l'édition et de la publicité. Là, le reportage photographique occupe une place de choix, mais très disputée. Ce métier nécessite, outre une sérieuse formation artistique et technique, une grande originalité et des qualités physiques à toute épreuve. La photographie décorative et publicitaire, la retouche (maquillage, montage, etc.) sont plus accessibles.
- Enfin dans l'industrie, les établissements scienti-

ques et culturels, la police, l'armée, l'aviation, la marine, où la photographie est utilisée pour la recherche technique et scientifique, la documentation, surtout microfilmée, et parfois la publicité et la vulgarisation. Cette branche de la photographie en plein développement, étant donné la complexité croissante de la technique, la nécessité de la qualité et l'apport nouveau de la photo en couleurs, nécessite de plus en plus des techniciens et des ouvriers spécialisés.

La section photographie de l'Ecole Technique de Photographie et de Cinématographie prépare à toutes les professions que nous venons d'énumérer. La durée des études est de deux ans. L'admission a lieu sur concours, ouvert aux jeunes gens et aux jeunes filles. Le niveau d'entrée est le brevet élémentaire.

La Cinématographie

Les techniciens de la production cinématographique doivent avoir des connaissances générales très étendues car ils font un travail d'équipe où chacun doit connaître les attributions des coéquipiers. Ils doivent de plus posséder



du dynamisme et une résistance physique indéniable.

A la tête de l'équipe réunie pour le tournage d'un film se trouve le **réalisateur**. C'est lui qui a choisi le scénario ou qui l'a composé et l'a présenté au producteur. Puis, il en a fait ou suivi l'adaptation, exécuté le découpage.

Il a proposé au producteur, qui les engage, les principaux acteurs.

Sur le plateau, il va composer, diriger et coordonner le jeu des interprètes, les prises de vues et de son.

Après le tournage, il surveillera ou effectuera lui-même le montage du film.

Le réalisateur du film ne doit donc pas se contenter d'être un metteur en scène, il doit être un créateur, un technicien et un chef.

Il est aidé dans sa tâche par deux assistants-réalisateurs qui sont à la fois ses collaborateurs directs et ses agents de liaison et de transmission.

Le producteur, généralement en accord avec le réalisateur, choisit, pour le représenter pendant la durée du tournage du film un administrateur. C'est le **directeur de la production**, qui suit et contrôle financièrement toutes les opérations de la préparation, de l'exécution et du tirage du film. Il doit pour cela avoir une connaissance générale des

du dynamisme et une résistance physique indéniable.

A la tête de l'équipe réunie pour le tournage d'un film se trouve le **réalisateur**. C'est lui qui a choisi le scénario ou qui l'a composé et l'a présenté au producteur. Puis, il en a fait ou suivi l'adaptation, exécuté le découpage.

Il a proposé au producteur, qui les engage, les principaux acteurs.

Sur le plateau, il va composer, diriger et coordonner le jeu des interprètes, les prises de vues et de son.

Après le tournage, il surveillera ou effectuera lui-même le montage du film.

Le réalisateur du film ne doit donc pas se contenter d'être un metteur en scène, il doit être un créateur, un technicien et un chef.

Il est aidé dans sa tâche par deux assistants-réalisateurs qui sont à la fois ses collaborateurs directs et ses agents de liaison et de transmission.

Le producteur, généralement en accord avec le réalisateur, choisit, pour le représenter pendant la durée du tournage du film un administrateur. C'est le **directeur de la production**, qui suit et contrôle financièrement toutes les opérations de la préparation, de l'exécution et du tirage du film. Il doit pour cela avoir une connaissance générale des

lois commerciales et financières de la production comme des lois artistiques et techniques de la réalisation.

Le réalisateur et le producteur choisissent en accord les différents techniciens nécessaires à la réalisation du film :

1° **Le directeur de la photographie** (ex-chef opérateur) qui est responsable de l'image cinématographique. Sa culture artistique, ses capacités techniques, ainsi que son acuité et sa mémoire visuelle doivent être sans défauts.

Il travaille selon les directives du réalisateur, qu'il discute au besoin et amende ; il est le chef d'une équipe comprenant :

- le caméraman chargé du cadrage de l'image et dont dépend la qualité photographique de la prise de vue ;
- le premier assistant-opérateur qui s'occupe du manie-ment de la caméra ;
- le second assistant-opérateur à qui revient le charge-ment et le déchargement de la pellicule, la réalisation des bouts d'essai.

2° **Le chef opérateur du son** (ex-ingénieur du son) est le responsable de la qualité technique et artistique de l'enregistrement sonore du film. Il écoute les répétitions sur le plateau, afin de reproduire le plus fidèlement possible la scène composée par le réalisateur. Il est responsable des

géographiques, techniques sur le cinéma (truquages et effets spéciaux) et les matériaux spécialement favorables à l'enregistrement photographique et sonore. Travaillant de concert avec lui, le **dessinateur-créateur de costumes** conçoit les maquettes des vêtements nécessaires à l'élément humain du film. Ce doit être un artiste et un technicien (rapports des techniques de la mode et de la couture avec celles du cinéma et de la photogénie).

Deux écoles permettent de se préparer à ces différentes carrières :

— L'Ecole Technique de Photographie et de Cinématographie (1) prépare aux métiers de réalisateur, d'opérateur de prise de vue, de technicien du tirage et du montage, de technicien du son. Le niveau d'entrée est le baccalauréat complet (scientifique ou technique). L'admission se fait par concours. La durée des études est de deux ans.

— L'Institut des Hautes Etudes Cinématographiques (2) donne une formation permettant d'accéder à toutes les carrières que nous avons envisagées. L'admission a lieu sur concours. Les diplômes exigés et la durée des études varient suivant les sections.

Le nombre des étudiants admis à l'entrée de ces Ecoles est réduit, les débouchés de la production cinématographique restant faibles pour les débutants.



effets sonores à obtenir. Il contrôle la pellicule-son.

Le chef opérateur du son doit être un technicien averti et un praticien éprouvé. Il doit également posséder une culture artistique étendue et être doué musicalement.

Pour l'assister dans son travail, il choisit :

- un assistant de plateau, « le perchman », qui place et oriente le micro suivant ses instructions.
- un assistant à la machine d'enregistrement ou « recorder », chargé de la manipulation de la pellicule et du menu entretien du matériel.

3° **La script-girl** ou secrétaire du réalisateur doit noter tous les renseignements nécessaires à l'enchaînement normal des plans. Ce métier exige une grande mémoire visuelle, une extrême résistance nerveuse et physique.

4° **Le monteur de film** doit assembler les différents plans selon le découpage technique, puis apporter des modifications pour rendre le récit visuel aussi clair et efficace que possible. Il synchronise ensuite les bandes images et son pour le mixage. Ce métier de création est souvent pratiqué par des femmes ; il exige une grande mémoire visuelle, de l'adresse manuelle, de l'imagination, une grande capacité d'attention et des connaissances musicales.

En dehors de cette équipe, avant le tournage, le **décorateur de film**, après avoir étudié le découpage, est chargé d'établir les maquettes des décors. Il doit posséder une forte culture plastique, des connaissances historiques et

L'Optique

Peu d'industries réclament autant de précision et de fini que l'industrie de l'optique. Cette perfection, tant mécanique qu'optique, est la caractéristique même de ses réalisations qui pénètrent maintenant des domaines très divers : domaines commerciaux touchant le grand public, lunetterie et photographie par exemple, domaines industriels ou scientifiques. On conçoit que cette haute précision suppose une formation particulière non seulement de la main-d'œuvre et des cadres chargés de la fabrication, mais aussi, bien souvent, des utilisateurs.

Ces quelques remarques nous conduisent à étudier les carrières de l'optique en les classant en fonction du degré de spécialisation qu'elles supposent.

Optique proprement dite : recherche et industrie

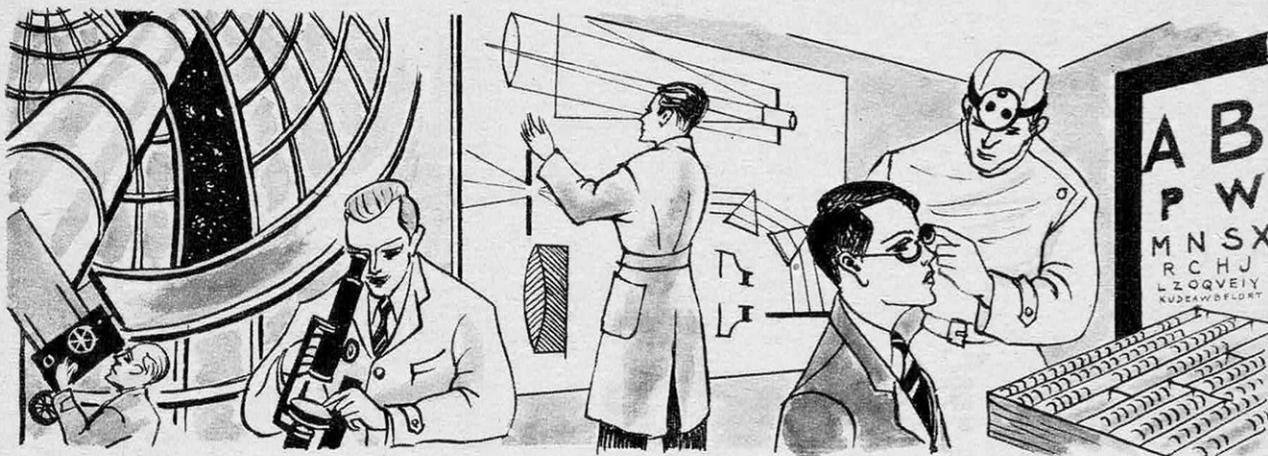
Techniciens, chercheurs et ingénieurs sont formés dans deux Ecoles spécialisées, toutes deux à Paris : l'Ecole d'optique appliquée et l'Ecole Supérieure d'optique.

A. L'Ecole d'optique appliquée (3) forme les ouvriers

qualifiés et les cadres moyens de l'industrie ; elle comporte trois sections pour lesquelles la durée moyenne des études est de trois ans, après le certificat d'études primaires.

1. Optique de précision : dans cette section les jeunes élèves apprennent à tailler les pièces optiques (ébauchage, doucissage et polissage) et à contrôler les divers stades du travail par des moyens qui peuvent faire appel à des notions de physique assez approfondies (les interférences,

jumelles et autres instruments d'observation, instruments géodésiques, appareils de restitution, microscopes, appareils optomécaniques...); nombreux sont ceux qui se consacrent à la recherche proprement dite, l'industrie de l'optique étant essentiellement tributaire du progrès scientifique ; d'autres encore entrent dans des industries, en apparence fort éloignées de l'optique mais susceptibles d'appliquer des méthodes optiques dans leurs fabrications



par exemple, sont constamment utilisées dans tous les ateliers d'optique de précision).

2. Réglage et montage des instruments : le montage et le réglage des pièces optiques de haute précision et qui ont de ce fait une valeur intrinsèque élevée ne peuvent être confiés qu'à un personnel soigneux et particulièrement exercé. (Le réglage, par exemple, de la mise au point d'un objectif photographique pour l'infini se fait au 1/50 de mm).

3) Optique-lunetterie (montage et réglage des verres de lunettes, notions d'optique physiologique).

Cet enseignement est d'ailleurs donné aussi dans d'autres établissements notamment à l'Ecole Nationale professionnelle de Morez.

Le diplôme obtenu en fin d'études confère à son possesseur le droit d'« installation » ou droit d'exercice de la profession d'opticien-lunetier, profession libérale et indépendante.

B. L'Ecole supérieure d'Optique, (4) où l'enseignement dure deux ans, donne aux étudiants les connaissances essentielles, théoriques et pratiques, concernant la lumière, l'œil, et les récepteurs physiques dont l'emploi se généralise : émulsions photographiques, thermopiles et cellules photoélectriques.

Ils étudient le principe et la construction des instruments, la technique délicate du calcul des combinaisons optiques, l'exécution de mesures très diverses sur la qualité des matériaux optiques, les formes et les dimensions des pièces réalisées, la netteté et la luminosité des images, et enfin l'utilisation de l'électronique.

Le recrutement est très varié : certains élèves proviennent des Facultés des Sciences, des grandes Ecoles, d'autres directement de l'enseignement secondaire (cours de Mathématiques spéciales) après justification, toutefois, de connaissances mathématiques suffisantes (concours d'entrée).

Après ces deux années, les étudiants ayant subi avec succès les épreuves de sortie, obtiennent le titre d'ingénieur diplômé de l'Ecole Supérieure d'Optique, et vont occuper dans l'industrie et dans les grands organismes de l'Etat, des postes où ils auront à connaître la conception, la réalisation et la fabrication d'instruments de précision de tous ordres (objectifs photographiques,

ou leurs contrôles (constructions mécaniques, industries chimiques ou radioélectriques...)

Applications diverses de l'optique

Nous mentionnerons spécialement ici l'éclairagisme, la colorimétrie.

L'éclairagisme : cette technique concernant la production et l'utilisation de la lumière, relève de l'optique pour les projecteurs et pour la mise en application des lois photométriques ; elle a pris une grande importance ces dernières années, en particulier dans l'urbanisme, la muséographie et l'installation rationnelle des bureaux et ateliers.

La colorimétrie : la couleur intervient dans de nombreux problèmes pratiques, concernant par exemple, la signalisation, la reproduction des couleurs. Il faut souvent dans ce domaine concilier les moyens d'étude que donne la physique, c'est à dire l'optique (spectrophotomètres et colorimètres permettant d'établir les compositions spectrales) et ceux que donne la connaissance de la sensibilité de l'œil aux couleurs et des conditions particulières de la vision.

En outre, la connaissance de l'optique n'est plus essentielle, mais demeure indispensable dans les domaines d'utilisation d'instruments d'optique, tels que la photographie, l'industrie cinématographique, la spectographie et la photogrammétrie.

Nous avons indiqué plus haut l'aide que peut apporter l'optique aux diverses industries, en permettant notamment de réaliser des contrôles en cours de fabrication (par projection, par des méthodes photométriques) ; dans tous les cas, le concours du spécialiste opticien est nécessaire, d'autant plus nécessaire même que le progrès technique — en optique comme dans les autres disciplines — apporte, avec l'apparition de nouveaux matériaux et de nouvelles méthodes de travail, des solutions à des problèmes chaque jour plus nombreux et dont certains avaient été considérés jusqu'à présent comme pratiquement insolubles.

(1) 85, rue de Vaugirard, Paris (6^e)

(2) 92, avenue des Champs-Élysées, Paris (8^e)

(3) 4, boulevard Pasteur, Paris (15^e)

(4) 4, boulevard Pasteur, Paris (15^e)

LE PETIT FORMAT

24x36

... NE SE CONÇOIT PAS SANS L'AGRANDISSEMENT QUI PERMET, GRACE AU CADRAGE DU SUJET, DE TIRER D'UN NÉGATIF QUELCONQUE UNE IMAGE DE QUALITÉ...

LES AGRANDISSEURS LEITZ

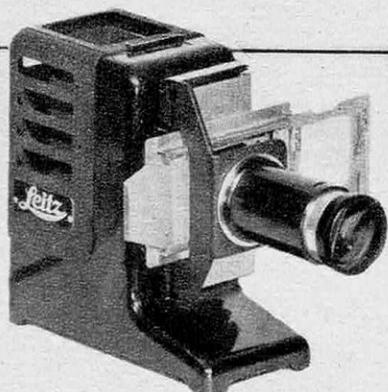
CONSTRUITS PAR LES CRÉATEURS DU LEICA RÉPONDENT LE MIEUX, PAR LEURS QUALITÉS TECHNIQUES ET OPTIQUES, AUX DÉSIRS DE L'AMATEUR LE PLUS EXIGEANT.



AGRANDISSEURS FOCOMAT IC.

AVEC DISPOSITIF DE MISE AU POINT AUTOMATIQUE PAR SYSTÈME A " PARALLÉLOGRAMME " QUI COMMANDE LE MOUVEMENT DE L'OBJECTIF PENDANT LE DÉPLACEMENT DE LA LANTERNE.

PASSE LES CLICHÉS DE 24x36 A 4x4
PEUT UTILISER L'OBJECTIF DE 50 $\frac{mm}{\text{m}}$
DU LEICA.



PROJECTEUR PRADO 100w.

APPAREIL DE GRANDE LUMINOSITÉ

ÉQUIPÉ AVEC PORTE-OBJECTIF POUR LES OBJECTIFS DE PROJECTION OU CEUX DU LEICA.

PASSE LES DIAPOSITIFS 24x36 EN BANDE OU MONTÉS SÉPARÉMENT.

CHEZ LES NEGOCIANTS PHOTO
GROS ET DEMONSTRATIONS

TIRANTY

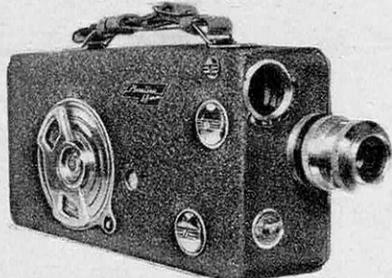
106, BD HAUSSMANN ♦ PARIS

POUR BIEN CHOISIR

UN APPAREIL PHOTO OU UNE CAMÉRA
8 - 9.5 - 16 mm

IL VOUS FAUT DES CONSEILS

Notre expérience est
à votre disposition



CAMÉRA 16 mm BEAULIEU objectif 1,9, 73.400 fr.

Pierre Monier
34, avenue Niel, Paris, Carnot 72 70

Documentation sur demande

Démonstration en notre magasin de toutes les grandes
marques

Vous qui vous intéressez aux merveilles
du Ciel, devenez Membre de la

SOCIÉTÉ ASTRONOMIQUE DE FRANCE

Fondée en 1887 par l'illustre astronome Camille
Flammarion, reconnue d'utilité publique en 1897.

Tout le monde peut en faire partie

La S. A. F. offre à ses membres le service de la
revue mensuelle "L'ASTRONOMIE", abondamment
illustrée. Chaque mois ont lieu des Séances
publiques au cours desquelles sont exposées les récentes
conquêtes de l'Astronomie moderne.

La S. A. F. met à la disposition de ses membres : un
Observatoire, une Bibliothèque, une Cinémathèque,
un service de Prêts de Lunettes, des Cours et
Conférences avec projections, etc., un Atelier d'Optique
où les amateurs ont la possibilité de construire
eux-mêmes leurs instruments. Elle vient d'éditer :

LA CONSTRUCTION DU TÉLESCOPE D'AMATEUR

par Jean TEXEREAU

qui donne les renseignements les plus complets pour la
réalisation d'un puissant télescope d'amateur par des
moyens à la portée de tous.

Cet ouvrage peut vous être adressé au prix de 710 fr.
franco (versés au compte de Ch. Px Paris 1733).
Pour recevoir un numéro spécimen de "L'ASTRO-
NOMIE" et une magnifique plaquette illustrée des
plus belles photographies célestes "Un peu d'astro-
nomie pour vous", adressez 90 francs (6 timbres à
15 francs) à la

SOCIÉTÉ ASTRONOMIQUE DE FRANCE

28, rue Serpente, Paris-6^e

Permanence de 14 à 17 heures, sauf le dimanche.

PAPIER A LUNETTES

ANTI-BUÉE

Glim'
automatique

NETTOIE ET POLIT
PARFAÏTEMENT

PRODUCTION DE LA SOCIÉTÉ L. LACROIX FILS

PAPIERS A CIGARETTES
RIZ LA

PARIS: 14, Rue des Lions

Tél: ARC. 34-55 et 67-54



Un appareil sensationnel

Au salon 1952, ROYER présente :

ALTESSA

L'appareil muni des avantages suivants :

- Monture d'objectif tubulaire rentrante, double format 6x9 et 6x6.
- Objectifs interchangeables : F 3,5 ou 4,5 de 105 mm, F 3,5 ou 4,5 de 75 mm, téléobjectif : F 5,5 de 190 mm.
- Dispositif pour macrophotographie.
- Boîtier en fonderie sous pression et tous les avantages existant sur les appareils.

ROYER

LE SPÉCIALISTE DU 6x9 DE PRÉCISION

S U Z E



GENTIANE



★ bande prépliée



25
nuances

Décorez votre intérieur avec les agrandissements de vos belles photos ou de belles gravures mises "sous-verre" par vous-même à peu de frais et avec une garantie de réussite totale.

Les bandes de papier de luxe
SOUVER NOP

gommées et prépliées, présentées en 25 nuances, sont en vente dans les bonnes papeteries et maisons de photos.



Attaches spéciales
FIXO-NOP
pour suspendre
vos sous-verres;
en papier KRAFT
avec anneau de
laiton.

SOUVER NOP

Une exclusivité Cotectot-ADHÉSINE

CH. LEBOUVIER 252 BP

PHOTO-CINÉ
MONTMARTRE

53, Boulevard Rochechouart
PARIS 9^e C. C. P. PARIS 865-47

**FAITES-VOUS INSCRIRE
POUR RECEVOIR FRANCO**

NOTRE

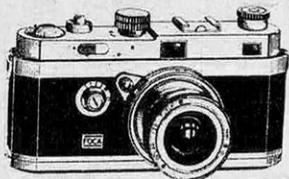
Catalogue général

PHOTO-CINÉ

(parution début Avril 1952)

dans lequel vous seront présentées
toutes les NOUVEAUTÉS exposées au

**XXIII^e SALON DE LA
PHOTO ET DU CINÉMA**



LA S. A. DES ÉTABLISSEMENTS

PARRA-MANTOIS ET C^{ie}



présente au monde de l'Optique la
gamme la plus complète de verres
bruts d'optique scientifique et de
filtres colorés

★

**11, CHEMIN DE RONDE, LE VÉSINET
(S.-&O.)**

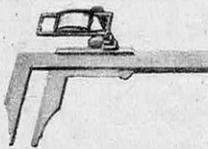
Téléphone PRINCESSE 04-65 - 04-66
Adresse Télégraphique PARMANTOIS-LE-VÉSINET

**INSTRUMENTS de CONTROLE
et de Fabrication**



pour améliorer le rendement, la qualité et la précision

NOUVEAUTÉ
Brevetée S.G.D.G.



Présentation chromée
MAT. Poids : 44 gr.

LOUPE DE VERNIER

- S'adapte instantanément sans aucune modification : sur pieds à coulisse, jauges, etc.
- Permet l'appréciation du $1/100^{\circ}$ de $\frac{m}{m}$.
- Lecture sur toute l'étendue du vernier au $1/50^{\circ}$ de $\frac{m}{m}$.
- Limité l'erreur de parallaxe.
- Mise au point fixe sans aucun réglage.
- Course transversale de la loupe réglable sur $60 \frac{m}{m}$.

LOUPE BINOCULAIRE

à lentilles prismatiques spéciales

- Grossissement = 2,25 — Aucun réglage.
 - Aucun changement de lentilles.
 - Aucune adaptation — Parfaite netteté.
 - Observation sans distorsion.
 - Champ très étendu, $160 \frac{m}{m}$.
 - Grande distance d'observation.
 - Extrême légèreté (70 grammes).
- La loupe "CALOPTIC" peut être conservée des heures et sans fatigue en position d'observation.
- L'observateur peut utiliser simultanément la loupe et ses lunettes.

Nouveauté. Microscope d'atelier grossissement 15 à 30 fois
Instrument indispensable dans les ateliers et les usines

CALOPTIC (Division de CALOMATIC) **FABRICANTS D'INSTRUMENTS
ET DE LOUPES DE PRÉCISION**

25, r. Vaneau - PARIS-7^e - INV. 07-10 - Télég. COLOMATIC-PARIS

C. E. M. O.

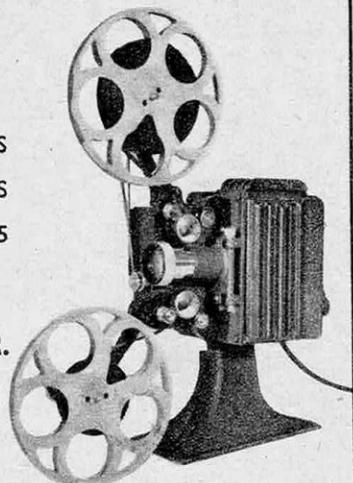
LE PLUS ÉCONOMIQUE DES PROJECTEURS

110 VOLTS

300 WATTS

8 $\frac{m}{m}$ ou 9 $\frac{m}{m}$ 5

39.000 FR.



Pour notre modèle 16 $\frac{m}{m}$ muet, adaptable sonore,
750 watts basse tension. Agréé par le Ministère de l'Édu-
cation Nationale. Demandez notre documentation V. 6. 5

**Constructions
Electro-Mécaniques et Optiques**
25, Rue Dareau, PARIS-14^e - Tél. : GOB. 78-15

AMATEURS DIFFICILES EN PHOTOS

CLICHÉ
ROLLA
RX3



SEULE LA PELLICULE

ROLLA
RX3

Vous donnera comme sur ce négatif, à la fois :

les valeurs dans la lumière

et les détails dans les ombres.

**Vous devez l'adopter
vous en serez enthousiasmé**

Elle dépasse ce qu'on a fait de mieux jusqu'à présent.

LA QUALITÉ ROLLA

- Son grain très fin permet les agrandissements 30x40 même de parties de cliché.
- Sa grande tolérance de pose (1 à 12) assure le succès dans tous les cas.
- La planéité absolue de son support garantit une netteté parfaite sur toute la surface du négatif.
- Les 18 contrôles rigoureux auxquels elle est soumise en cours de fabrication, assurent une constance parfaite dans la qualité.
- Livrée en emballage métallique avec indicateur de pose.

INSISTEZ POUR L'OBTENIR CHEZ VOTRE REVENDEUR SPÉCIALISÉ

QUEL QUE SOIT VOTRE APPAREIL
PHOTO ou *CINÉ*



Utilisez

L'ÉTONNANTE PELLICULE

GEVAPAN