

MÉCANIQUE POPULAIRE

OCTOBRE 1960

MAGAZINE ECRIT POUR TOUS

VOL. 30

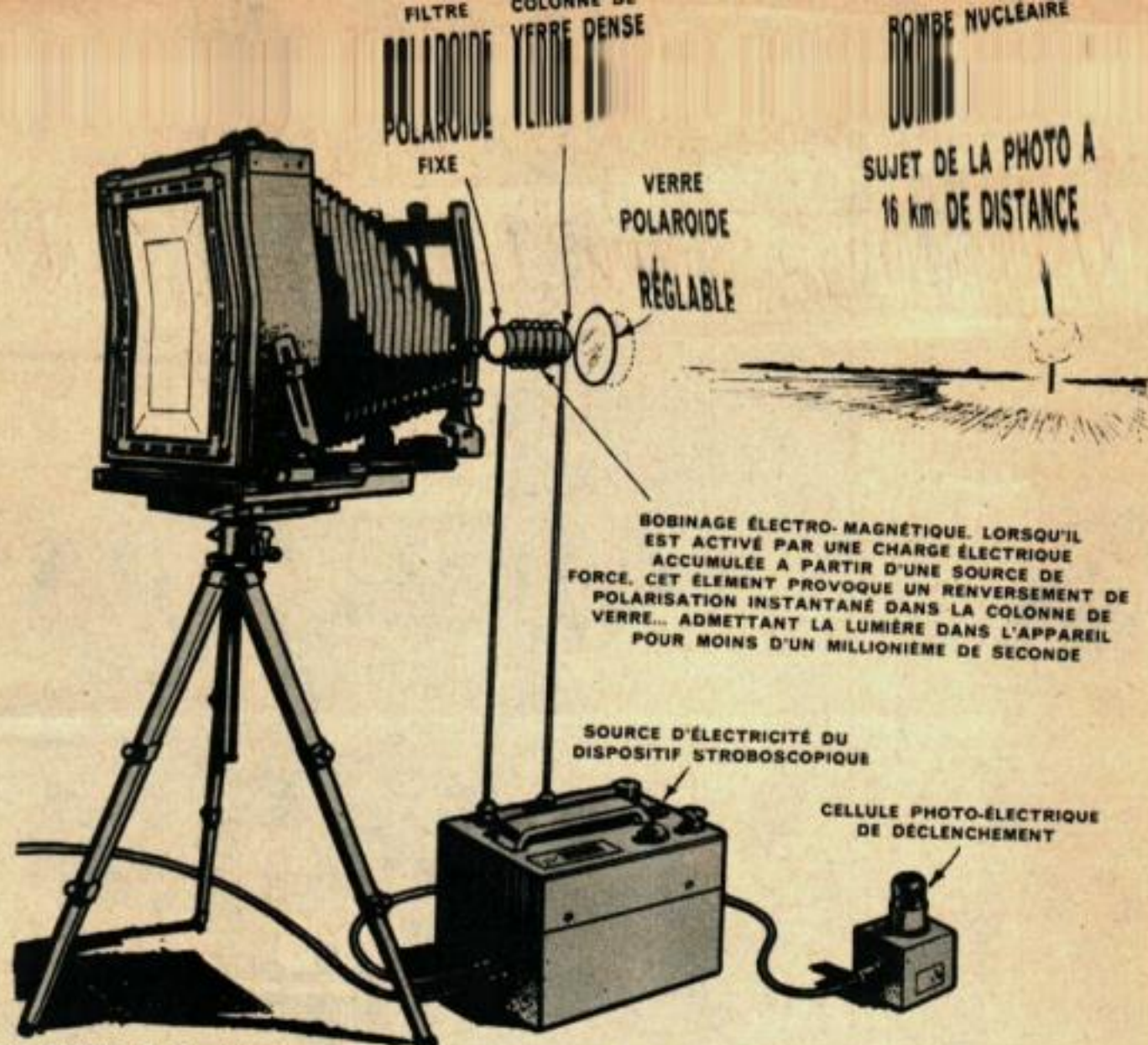
N° 4



Des photos qui « figent » le temps

Ces savants des éclairs de lumière qui prennent des instantanés au 1/3.000.000 de seconde pour découvrir ce qui se passe lorsqu'un cheval saute ou lorsqu'une bombe nucléaire explose.





Le docteur Harold Edgerton a imaginé cet appareillage pour « tirer le portrait » d'une bombe à hydrogène au moment où elle éclate. Le sujet, qui se trouvait à Eniwetok, était à 16 kilomètres de distance, mais sa radiation aurait rendu un objectif normal opaque.

PAR RICHARD F. DEMPEWOLFF

UN clin d'œil est une chose plus lente que la boue dans le monde photo-électronique du docteur Harold E. Edgerton. Il faut un trainant quarantième de seconde à la plupart des personnes pour l'ouverture et la fermeture des paupières d'un clignement d'œil. Et dans ce laps de temps, bien des choses peuvent être allées et venues : la boule de feu d'une bombe atomique a fait fondre son pylône d'acier et atteint une taille monstrueuse ; les ailes vrombissantes d'un oiseau-mouche ont battu presque deux fois vers le haut et vers le bas ; la balle d'un fusil rayé au calibre de 30 (7,62 mm) peut avoir filé sur une bonne trentaine de mètres à travers les airs.

Edgerton est connu comme « the Doc » parmi ses collègues des cercles électroniques, photographiques et académiques. C'est un mince gentleman d'âge moyen aux cheveux en train de s'éclaircir. On le trouve habituellement en bras de chemise avec les manches retroussées, une cravate à nœud papillon, et le froncement de sourcils légèrement

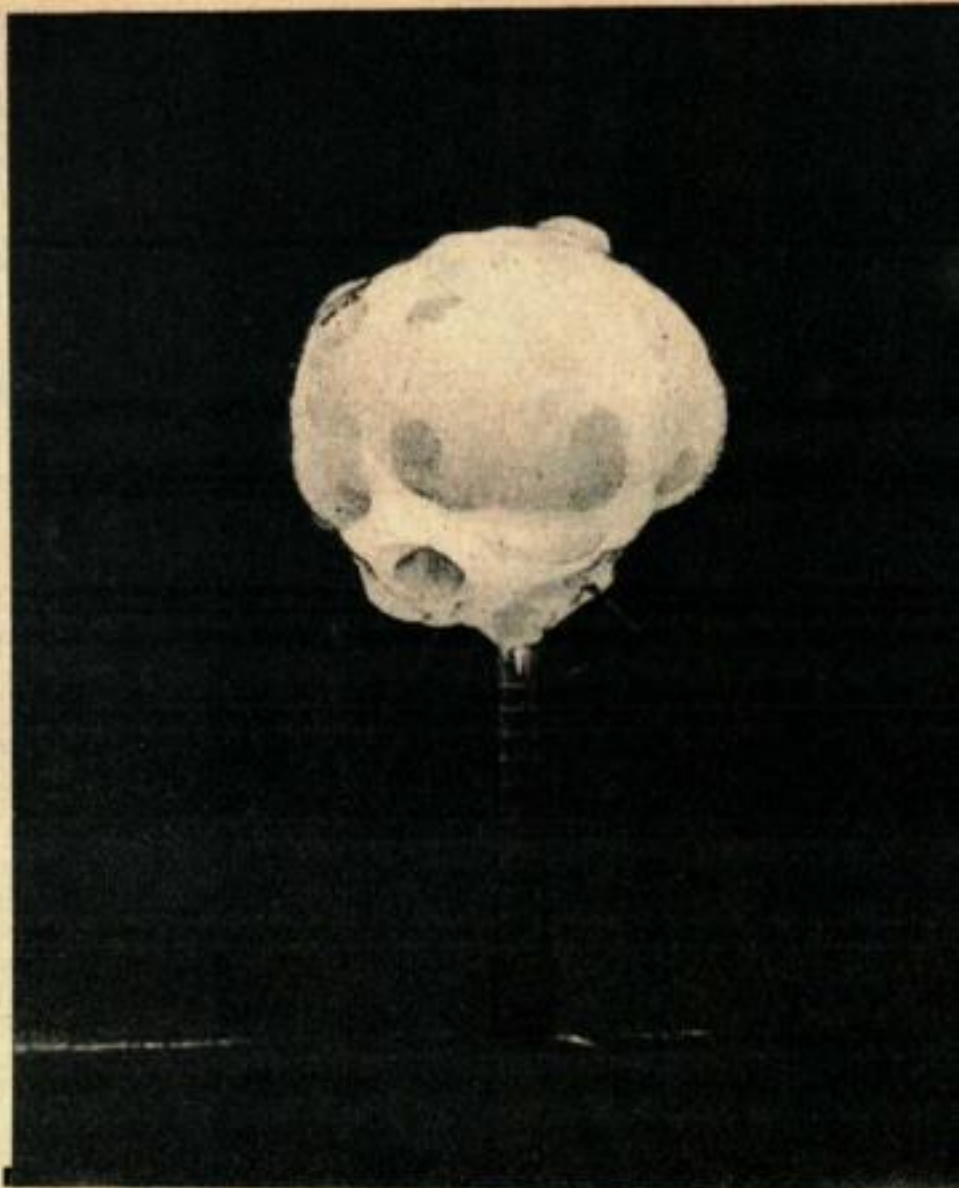
esquissé du savant par vocation qui semble toujours se demander s'il devrait perdre son temps à ce qu'il fait alors qu'il y a tellement plus encore à faire. Son laboratoire encombré de travaux rappelle l'arrière-boutique d'un prospère atelier de réparation de télévision et occupe une partie du troisième étage de l'un des bâtiments de l'Institut de Technologie du Massachusetts. Les salles encombrées bourdonnent de conversations au sujet de « microsecondes » et « millimicrosecondes »... des fragments de secondes habituellement exprimés en chiffres fractionnels traînant six ou sept zéros derrière eux.

Ce laboratoire est celui où a grandi la photographie moderne à haute vitesse. C'est de celui-ci que sont sortis les prototypes de la plupart des extraordinaires dispositifs avec lesquels un photographe peut aujourd'hui prendre l'image nette d'une balle de fusil en plein vol ; « figer » un oiseau au vol rapide en une image claire et définie sur le plus lent des films en couleur ; « arrêter » de plein travers une Maserati filant à 300 kilomètres à l'heure sur la ligne droite d'Indianapolis... aussi « pétrifiée » sur place que si elle était garée le long d'un trottoir ; immobiliser les bourdonnantes ailes d'une abeille avec une clarté qui vous permet d'en compter les nervures. Avec la magie d'Edgerton, une goutte d'eau peut être photographiée cent fois pendant qu'elle tombe du

La photo de la page précédente a été prise par John E. Fletcher. Elle a remporté le premier prix du Concours des photographes de presse de la Maison Blanche et elle est reproduite ici avec l'aimable autorisation de la Société géographique nationale américaine.



Les appareils photographiques équipés pour la polarisation de l'élément d'objectif sont soumis à une vérification finale avant de servir à photographier la bombe à hydrogène dans l'acte de l'explosion. Le portrait d'une bombe au début d'une réaction en chaîne est présenté à droite. Il a été pris à des vitesses dépassant le 1/1.000.000 de seconde et montre le pylône en train de se désintégrer.



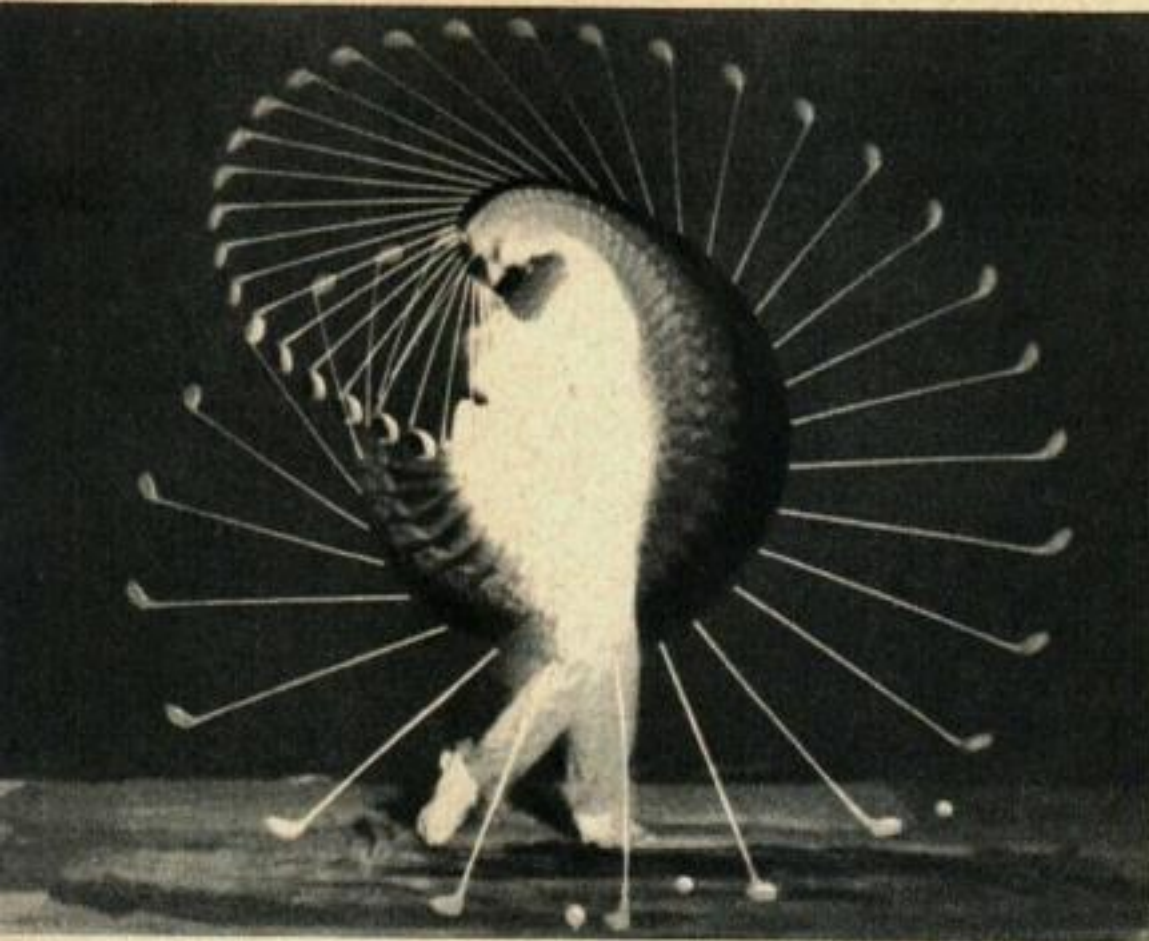
robinet dans l'évier; le gracieux balancement d'un club de golf dans les mains d'un joueur professionnel peut être fixé plusieurs centaines de fois sur une seule feuille de pellicule; les savants peuvent voir exactement quel est l'aspect d'une bombe nucléaire... en une image claire comme du cristal... au moment où elle détone; les industriels peuvent « stopper » une machinerie tournant à pleine allure pour détecter les « pailles » ou les défauts de fonctionnement de certaines pièces.

Il n'y a pas plus de vingt ans, un appareil photographique prenant des clichés au 1/100 de seconde était considéré comme rapide. Aujourd'hui, la vraie photographie à grande vitesse commence à 1/10.000. La plupart des clichés d'arrêt d'action sont pris au 1/50.000 ou plus vite encore. Le millionième de seconde est une durée d'exposition routinière pour de nombreux professionnels, et de nombreuses photos uniques sont prises au 1/3.000.000 ou plus vite avec des équipements standard. Que représente exactement la longueur d'un trois-millionième de seconde ? Si vous imaginiez une seconde comme une distance de cinq mille kilomètres, 1/3.000.000 de seconde devient quelque chose d'un peu plus court que la longueur de votre lit !

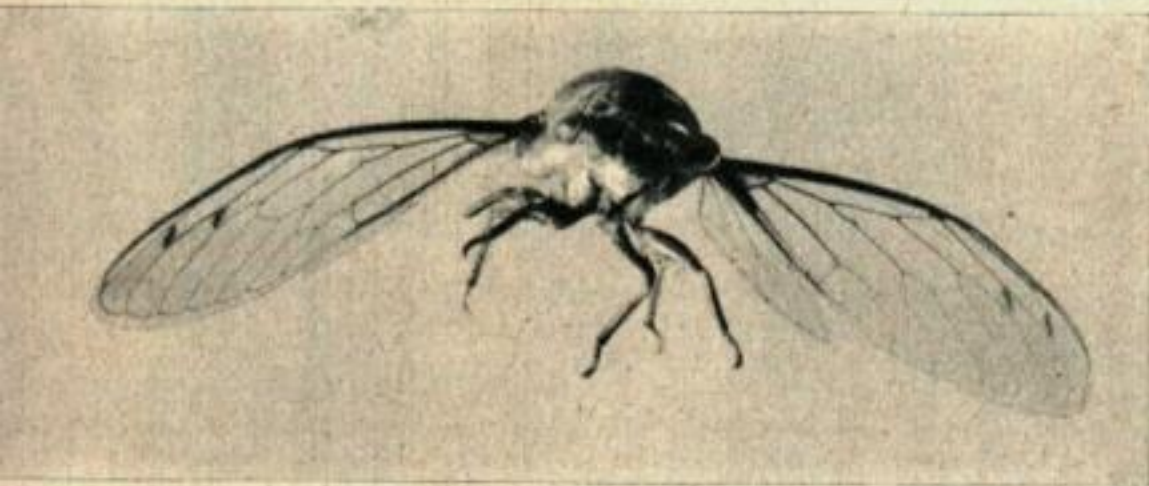
Le secret ne réside naturellement pas dans l'appareil photographique lui-même. Même

avec un bon appareil réglé pour une vitesse d'obturateur mécanique de 1/1.000 de seconde, une photo prise de flanc de Fangio « tapant » le 200 à l'heure sur la ligne droite d'une piste de course ne produirait qu'un fatras confus de quelque soixante centimètres de longueur ! Pour « arrêter » Fangio avec netteté, il faudrait une durée d'exposition plus rapide que le 1/100.000 de seconde. Et aucun obturateur ordinaire ne vous permet d'obtenir ceci.

Dans les laboratoires Kodak de Rochester, Etat de New York, les ingénieurs peuvent vous montrer toute une collection d'appareils photographiques hautement compliqués conçus pour prendre des vues à des vitesses phénoménalement élevées. « Ce que font la plupart de ces appareils est de disséquer l'image en minuscules fragments, » expliquent ces spécialistes. « De cette façon, des arrangements d'obturateurs très élaborés peuvent être combinés pour exposer chaque segment beaucoup plus vite qu'il serait possible à n'importe quel obturateur normal de s'ouvrir et de se fermer sur toute la surface d'un objectif. » Il existe, par exemple, un appareil photographique à « grille » muni d'un écran de cuivre ressemblant à un rideau et comportant 500 petites fentes. Chaque fente permet à une minuscule section d'image d'être exposée sur le film qui se trouve derrière à des vitesses de l'ordre



La grâce des mouvements d'un golfeur est démontrée par cette multiple exposition. La lampe stroboscopique s'allume jusqu'à 600 fois par seconde pour éclairer les détails du « drive » et pour enregistrer l'impact du fer sur la balle.



Les ailes de la guêpe s'immobilisent sous le rapide éclair de la lampe. La technique stroboscopique produit des images claires comme du cristal et nettes comme le tranchant d'un couteau.



Le docteur Edgerton tient un ballon sur le point d'être crevé par une balle de fusil. La balle a été « arrêtée » par une lampe lançant un éclair d'un millionième de seconde.

Les photos prises en multiple flash stroboscopique, telles que cette image d'un plongeur, aident les athlètes à analyser leur forme... phase par phase.



du 1/50.000 de seconde. Un autre étrange arrangement est un appareil photographique « lenticulaire » utilisant une lentille cylindrique dont le verre est divisé en 80.000 ouvertures microscopiques... Chacune de celles-ci fonctionnant comme une lentille séparée. Bien qu'ils « arrêtent » l'action, les clichés obtenus avec la plupart de ces dispositifs laissent non exposées des lignes des surfaces qui doivent être remplies par l'imagination de celui qui regarde l'image... comme les points blancs d'une gravure imprimée.

Le « truc » d'Edgerton est une lampe qui produit des éclairs de lumière plus brillants que le soleil pendant de très brèves périodes de temps. Pour un millionième de seconde, une seule lampe de ce genre peut lancer un faisceau lumineux égal à celui de 40.000 ampoules électriques d'éclairage de cinquante watts. Pour faire la preuve de cette fabuleuse intensité, le Doc a pris une nuit une photo du centre de Boston tout entier à l'aide d'une seule lampe. Le bref éclair blanc de celle-ci a illuminé toute la cité et a été visible à 80 kilomètres de distance.

Le cœur de la lampe est un petit tube rempli de gaz. Un courant électrique passe dans les circuits d'un groupe de force séparé et s'accumule dans une sorte de réservoir d'emmagasinage d'électricité connu sous le nom de condensateur. Lorsque le « réservoir » est plein, la puissance de charge

convenable est atteinte et tout le voltage emmagasiné s'échappe d'un seul coup. Dans le tube de la lampe, la décharge franchit un intervalle entre contacts, créant une étincelle intense comme un coup de tonnerre en miniature et provoquant l'illumination du gaz en une cascade de brillance. L'éclair ainsi obtenu illumine le sujet et sa durée commande le temps d'exposition. Et ceci n'est pas tout. Ce réservoir d'emmagasinage d'électricité peut être réglé de façon à « déborder » à des intervalles microscopiques, provoquant ainsi une succession régulière d'éclairs lumineux se succédant à une vitesse phénoménale. C'est cette unique caractéristique qui donne le nom de stroboscopique à la lampe.

Les stroboscopes ne sont pas une nouveauté. En 1836 déjà, un savant français du nom de Plateau découvrit que, s'il regardait une roue en rotation à travers des fentes coupées dans un disque tournant à la même vitesse, la roue semblait rester immobile. Presque tout le monde a vu les roues des chariots sembler tourner à reculons dans les films. Ceci est dû au même principe optique.

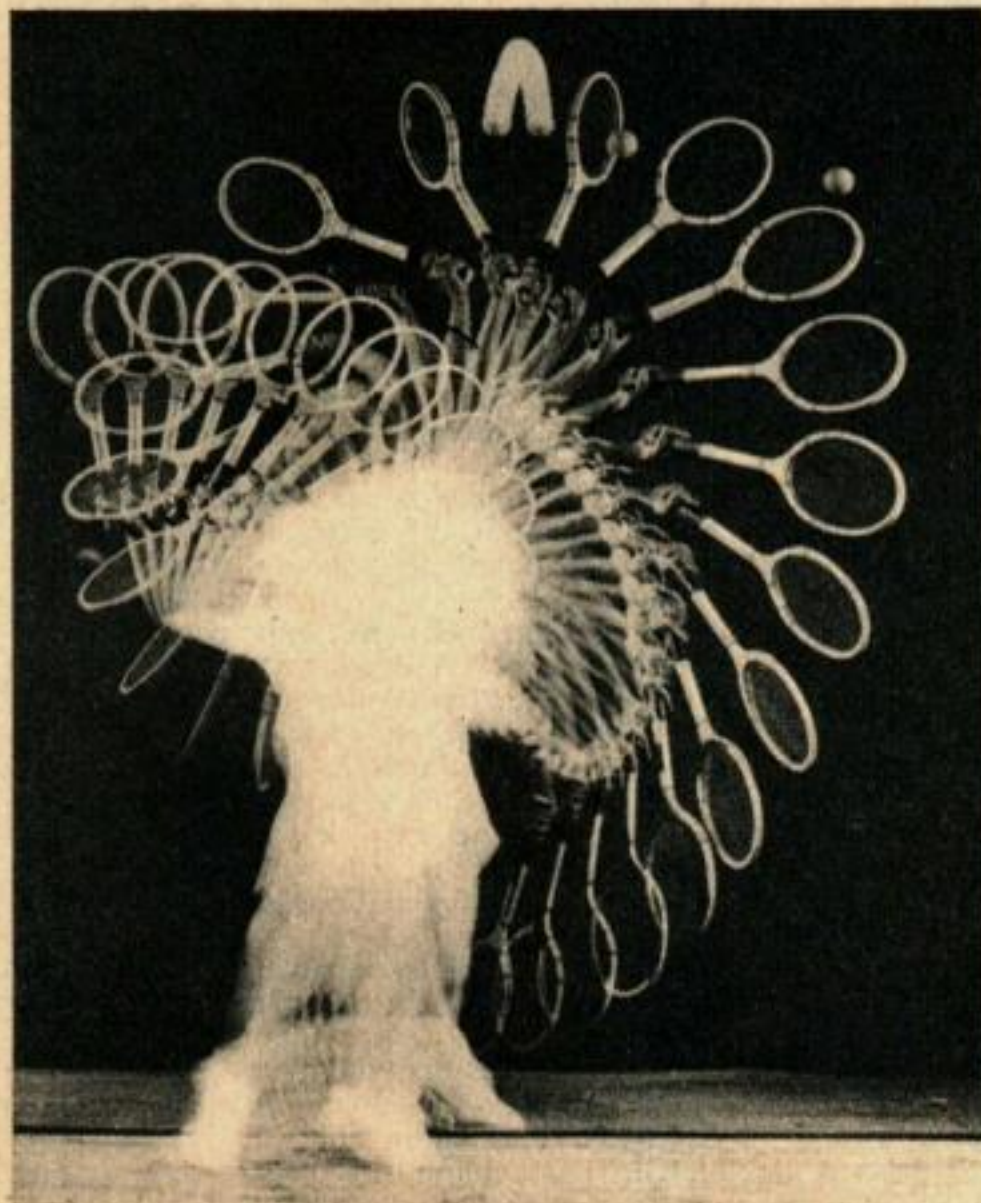
Edgerton et deux de ses élèves — Kenneth Gernsheim et Herbert Grier — ont utilisé les câblages et l'électronique modernes pour arriver au même résultat avec des lampes flash capables de clignoter à des vitesses dépassant le millionième de seconde par éclair. Earl Quinn, un expert de la photo



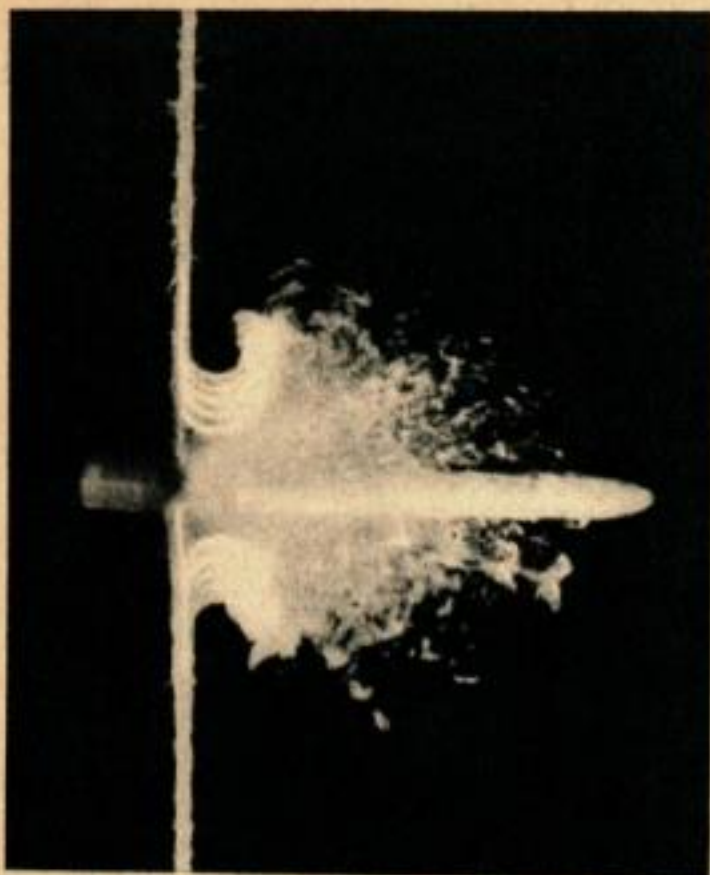
C'est le choc de la tasse touchant le sol qui a déclenché l'éclair de lumière de 1/70.000 de seconde montrant le café en train de s'échapper à travers les fissures.



Cette colonne sculptée a été formée par des gouttes d'encre tombant en s'étalant sur une surface plate.



La forme d'un joueur de tennis professionnel en train de servir une balle est schématisée par le flash multiple. Des photos de ce genre sont une précieuse aide pour l'enseignement.



Cette balle coupant une ficelle a été photographiée six fois, avec un intervalle de 1/100.000 de seconde entre les expositions.

à grande vitesse des laboratoires Kodak, conserve un ventilateur à trois pales dans son bureau pour faire la démonstration du flash stroboscopique. Chaque pale est peinte d'une couleur différente. A la lumière ordinaire de la pièce, le ventilateur tournant à 1.500 tours-minute n'est qu'un disque flou et transparent. Mais, sous l'éclairage d'une lampe stroboscopique clignotant 1.500 fois à la minute (vitesse à laquelle la lampe semble briller aussi régulièrement qu'un projecteur de théâtre), les pales colorées restent immobiles. Seul, le bourdonnement du moteur vous informe qu'elles sont en fait en train de tourbillonner. Si la lampe clignote moins vite que le ventilateur tourne, les pales semblent se mouvoir lentement ; si elle clignote plus vite, elles semblent tourner à reculons... exactement comme ces



Les gouttes pressées d'un compte-gouttes tombent sur une plaquette de verre pour actionner les lampes stroboscopiques. L'objectif de l'appareil photographique est ouvert.

roues de chariot photographiées plus vite qu'elles complètent chaque tour.

Dès 1930, Edgerton et ses collègues avaient commencé à accoupler leurs lampes clignotantes à des appareils photographiques. C'est alors, que le monde commença à voir des photos comme il n'en était encore jamais sorti d'aucun appareil photographique. Des gouttes de lait furent « figées » en petites couronnes au moment où elles se formaient en éclaboussement ; des pigeons d'argile furent saisis en train d'exploser en plein air sous l'impact d'une charge de chevrotines ; des balles de baseball aplaties furent prises au piège sur la pellicule à l'instant même où la batte les frappait.

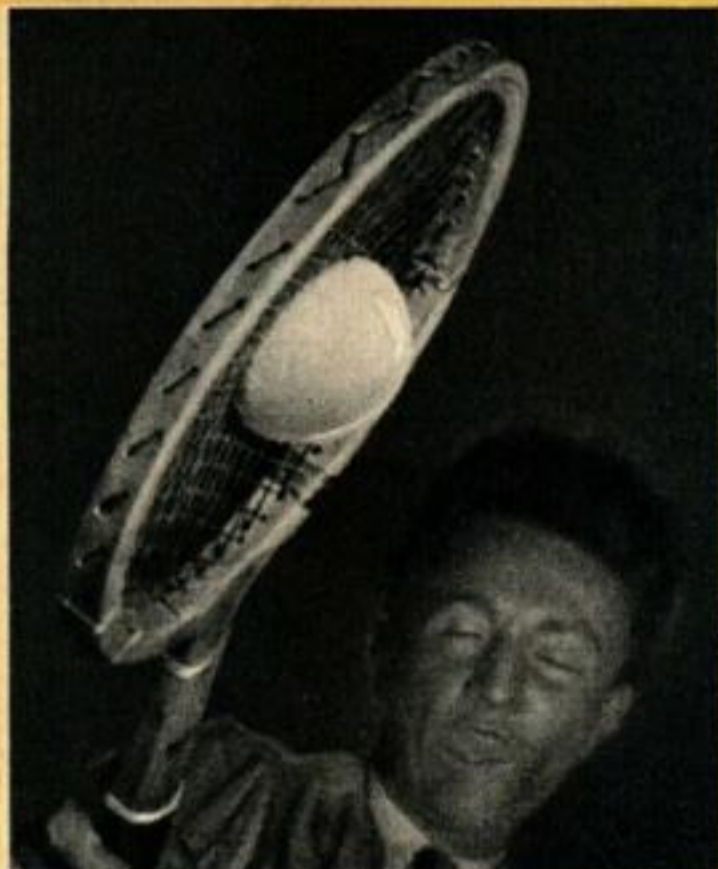
Les photos étaient parfaitement nettes et montrèrent des choses jusque-là, inconnues : que les plumes primaires d'un oiseau se

Utilisant un pistolet stroboscopique pour déclencher l'émission d'un faisceau de rayons X, Edgerton a réussi à obtenir cette spectaculaire radiographie d'un coup de pied de placement.



séparent en vol, chacune d'elles fonctionnant comme un plan aérodynamique individuel ; qu'une chauve-souris utilise la membrane se trouvant entre ses pattes comme un parachute de freinage pour de soudains arrêts en plein air ; que la pression exercée par une balle de fusil fait éclater l'autre côté d'une ampoule qu'elle a atteint longtemps avant que la balle frappe elle-même cet autre côté ; qu'une goutte de liquide en train de tomber prend la forme d'un œuf en train de culbuter... et non la forme « en large » de la conception populaire.

Avant que les lampes stroboscopiques à flash multiple tombent dans les mains des photographes, personne n'avait jamais vu le



La prise de ce cliché en flash d'une balle de tennis en train de s'aplatir contre une raquette a été déclenchée par le son de l'impact capté par un microphone.

balancement d'un club de golf dans chacune des 600 positions au moins par lesquelles le fait passer un golfeur en lui imprimant un vigoureux « drive. » Aujourd'hui, les entraîneurs ont la possibilité d'analyser la forme de leurs élèves au moyen de ces clichés à multiples expositions et de la comparer à la forme des champions — en passant cm par cm par chaque manœuvre décomposée — et d'en détecter et corriger les défauts. Une lampe stroboscopique spéciale d'Edgerton a permis à un instructeur de plongeurs de montrer à ses élèves au sortir même de l'eau quelles étaient les erreurs qu'ils avaient commises. Et c'est une série de photos multi-stroboscopiques d'Edgerton qui a permis au sauteur à la perche Bob Richards d'analyser la forme qui a fait de lui le premier homme à dépasser les 5 m 18 en championnat olympique.

Disposer d'une lampe qui peut prendre

un instantané pour vous en 1/3.000.000 de seconde est une chose ; faire allumer cette lampe au minuscule point précis auquel vous voulez la faire allumer est une tout autre chose. Edgerton essaie toutes sortes de « trucs » à cet effet. Il a utilisé un microphone pour capter le son d'une balle de tennis frappant une raquette, et a ainsi déclenché l'éclair de la lampe au moment précis où la balle s'était enfoncée dans les cordes. Ce sont aussi des microphones qui ont servi à déclencher les lampes stroboscopiques d'une série de photos de balles de fusil. Quelquefois, les balles ferment un circuit au moment où elles touchent le but sur lequel elles sont pointées. De minuscules fils de déclenchement placés devant un « tee » de golf ont déclenché le flash pour au moins une spectaculaire photo d'une tête de « diver » en train de frapper la balle. Des tasses de café et des verres de lait ont établi des contacts par le choc de leur propre atterrissage sur le sol, produisant de remarquables photos de porcelaine et de verre se brisant et de liquide se répandant.

En minutant sa lampe clignotante de façon à la synchroniser avec le film d'une caméra cinématographique en train de tourner, Doc Edgerton a donné à la science et à l'industrie un outil grâce auquel le temps et le mouvement peuvent être ralentis de la vitesse supersonique à celle du rampement d'un escargot. En fait, les stroboscopes à pulsation ultra-rapide d'Edgerton capables de clignoter à l'incroyable vitesse de plusieurs centaines de milliers de fois à la seconde étaient si en avance sur le matériel photographique existant que toute une nouvelle famille de caméras cinématographiques à grande vitesse est née pour permettre de les utiliser. Le mieux que puisse faire un obturateur mécanique de caméra est de prendre environ 250 clichés à la seconde... ce qui est déjà assez rapide pour produire de curieux mouvements de ralenti lorsque le film est projeté à la vitesse normale de 16 images à la seconde, mais ce qui est encore très éloigné de ce qu'Edgerton avait dans l'idée. En éliminant l'obturateur et en faisant filer le film à toute vitesse à travers la caméra, Edgerton a réussi à connecter son circuit d'éclairage au mécanisme d'entraînement du film et à synchroniser les flashes avec le déplacement du film de façon que chaque exposition se produise exactement à l'emplacement convenable. A raison de 4.000 clichés à la seconde, le film se mouvait à près de 275 kilomètres à l'heure dans la caméra. Chaque cliché était exposé pour 1/80.000 de seconde.

Depuis ce commencement, le bruyant sifflement des caméras cinématographiques à grande vitesse a atteint des crescendo à casser les oreilles dans les usines et laboratoires du monde entier. La plupart de ces caméras opèrent sur une gamme comprise entre 150 et 16.000 clichés à la seconde.

(Suite page 112)

Des photos qui figent le temps

(Suite de la page 24)

Ce sont des prismes rotatifs qui « appliquent » l'image sur le film tandis que celui-ci file à travers la caméra.

Des films de ce genre produisent, lorsqu'ils sont projetés à vitesse normale, les plus lents ralentis du monde. Un avion à réaction photographié à 3.000 images à la seconde, pendant qu'il traverse le ciel à la vitesse du son ramperait par le travers de l'écran de projection à l'allure de 5 kilomètres à l'heure d'un simple piéton !

C'est avec des films de ce genre que les industriels ont pu « voir » la fatigue du métal et le point de rupture des pièces d'aviation, détecter les défauts de nouveaux moteurs tournant à pleine vitesse, étudier des explosions et résoudre toute une foule de problèmes compliqués.

Récemment, une compagnie caoutchoutière avait un inexplicable problème d'éclatement avec un nouveau modèle de pneu. Des films à ultra-haute vitesse du pneu tournant à 145 kilomètres à l'heure sur un dynamomètre montrèrent rapidement des défauts de structure dans ses flancs. Vus en « super-ralenti », les pneus ballottaient, prenaient une forme carrée, et on pouvait les voir se désagréger avant que se produise l'éclatement lui-même. Les ingénieurs éliminèrent la défectuosité.

En dépit de tout ceci, le moderne âge de l'espace réclame à grands cris des vitesses de plus en plus élevées. En faisant tourner un prisme à turbine à hélium en sens inverse d'une bande de pellicule en train de filer à toute allure, un groupe de véritables magiciens a réussi à obtenir une vitesse de prise de vue de 10 millions d'images à la seconde. L'appareil photographique le plus fantasmagorique de tous est l'appareil « à tambour » qui fait passer un film sous la tension d'un ressort par le travers d'un objectif grand ouvert, à la fantastique vitesse de 40 millions d'images à la seconde. Ceci est la « photo par trainée lumineuse » dans laquelle le sujet (flamme ou explosion) fournit lui-même sa source d'éclairage. La « photo » n'est qu'une longue trainée floue, mais n'en est pas moins très utile pour l'étude des flammes de réacteurs ou de fusées.

Tandis que les experts et industriels techniciens utilisent et perfectionnent ses méthodes de prise de vue à haute vitesse, Edgerton est constamment affairé avec tout un bouquet de nouvelles idées. Il s'est taillé une belle réputation de réussite sur les problèmes que d'autres ont déclaré impossibles, problèmes qu'il réussit le plus souvent à résoudre avec une énergie et un enthousiasme illimités.

Lorsque les physiciens nucléaires eurent besoin de photos à grande vitesse montrant la lumière et le développement réels de l'ex-

plosion d'une bombe à hydrogène, Edgerton emballa son matériel et prit le chemin d'Eniwetok. Les lampes étaient inutiles en ce cas. La bombe fournissait son propre éclairage... beaucoup trop d'éclairage en fait, parmi bien d'autres complications. « Les précédentes photos de bombes atomiques révélaient que la radiation rendait le verre des objectifs opaques », rappelle Edgerton. « Il nous fallait un très long objectif et quelque sorte d'obturateur fonctionnant au millionième de seconde ou plus vite. »

En parcourant quelques vieux rapports d'optique, Edgerton était « tombé » sur l'histoire d'une expérience qui avait échoué parce qu'un champ magnétique avait changé la polarisation d'une plaque de verre et fait que celle-ci ne laissait plus passer la lumière. Ceci fit éclore une idée dont le résultat fut le fameux obturateur « Rapatronic » d'Edgerton. Cet obturateur est en fait un obturateur électronique. Edgerton enroula un bobinage autour d'une colonne de verre dense et plaça celle-ci devant les éléments de l'objectif de l'appareil photographique. Un afflux de courant fourni par des groupes stroboscopiques traverse rapidement le bobinage et change la polarisation dans la colonne de verre, laissant passer la lumière pour un instant aussi bref qu'une microseconde.

A Eniwetok, Edgerton installa des batteries d'appareils photographiques et de groupes stroboscopiques. « J'ai procédé aux corrections en me photographiant moi-même à 16 kilomètres de distance avec un objectif à longue distance focale, tenant et déclenchant la source de force stroboscopique actionnant l'obturateur Rapatronic », dit-il. « Les bombes émettaient trop de lumière et il nous a fallu combiner deux obturateurs, l'un étant réglé pour s'ouvrir une seconde avant l'explosion, l'autre 1/1.000 de seconde après. »

Les résultats entrèrent dans l'histoire de la photographie, car Edgerton avait saisi la puissante boule de feu à l'instant de la détonation. Les photos révélèrent la fusion et la vaporisation initiales du pylône d'acier sur lequel la bombe était perchée. Et d'autres photos de la série montrèrent des choses similaires que l'homme n'avait jamais vues auparavant.

L'ingéniosité d'Edgerton dans la prise de photos « impossibles » exige souvent plus que de la science électronique et photographique. Il a dessiné et construit un appareil photographique qui fut descendu à partir du navire de recherches « Calypso » de Jacques Cousteau jusqu'au fond de 7 km 250 de profondeur de la Tranchée de Romanche, au large de la côte ouest de l'Afrique. Aucun appareil photographique n'avait jamais été immergé à une telle profondeur auparavant. Edgerton construisit l'appareil dans un cylindre d'acier muni d'un hublot en verre à glace de près de 4 cm d'épaisseur. Mais l'un des problèmes les plus ardues se posant à Cousteau était celui consistant à trouver un câble assez solide pour supporter son pro-

jeunes gens

TECHNICIENS

BOUM

« L'École des Cadres de l'Industrie, Institut Technique Professionnel, est l'une des plus sérieuses des Écoles par Correspondance. C'est pourquoi je lui ai apporté mon entière collaboration, sûr de servir ainsi tous les Jeunes et les Techniciens qui veulent « faire leur chemin » par le Savoir et le Vouloir ».

Maurice DENIS-PAPIN * U. O. I.

Ingénieur-expert I. E. G. Officier de l'Instruction Publique
Directeur des Études de l'Institut Technique Professionnel

Vous qui voulez gravir plus vite les échelons et accéder aux emplois supérieurs de maîtrise et de direction, demandez, sans engagement, l'un des programmes ci-dessous en précisant le numéro. Joindre 2 timbres pour frais.

N° 20 TECHNICIEN FRIGORISTE ET INGÉNIEUR

Étude théorique et pratique de tous les appareils ménagers et industriels (systèmes à compresseur et à absorption), électriques, à gaz et dérivés.

N° 21 DESSIN INDUSTRIEL

Préparation à tous les C.A.P. et au Brevet Professionnel des Industries Mécaniques. Cours de tous degrés de Dessinateur-Calqueur à Sous-Ingénieur Chef d'Études. Préparation au Baccalauréat Technique.

N° 23 ÉLECTRICITÉ

Préparation au C.A.P. de Monteur-Électricien. Formation de Chef Monteur-Électricien et de Sous-Ingénieur Électricien.

ELN2 ÉLECTRONIQUE

Cours de Sous-Ingénieur et d'Ingénieur spécialisé.

EA 2 ÉNERGIE ATOMIQUE

Cours de Technicien et d'Ingénieur en Énergie Atomique.

N° 24 AUTOMOBILE

Cours de Chef Électro-Mécanicien et de S/Ingénieur. Préparation à toutes les carrières de l'Automobile (SNCF-PTT-Armée).

N° 25 DIESEL

Cours de Technicien et de Sous-Ingénieur spécialisé en moteurs Diesel. Étude des particularités techniques et de fonctionnement des moteurs Diesel de tous types (Stationnaires-Traction-Marine-Utilisation aux Colonies).

N° 26 CONSTRUCTIONS MÉTALLIQUES

Étude de la Statique Graphique et de la Résistance des Matériaux appliquée aux constructions métalliques. Calculs et tracés des fermes, charpentes, ponts, pylônes, etc. Préparation de Dessinateur spécialisé en Constructions Métalliques.

N° 27 CHAUFFAGE ET VENTILATION

Cours de Technicien spécialisé et Dessinateur d'Études. Cours s'adressant aussi aux Industriels et Artisans désirant mener eux-mêmes à bien les études des installations qui leur sont confiées.

N° 28 BÉTON ARMÉ

Préparation technique de Dessinateur et au C.A.P. de Constructeur en Béton Armé. — Formation de Dessinateur d'Étude (Brevet Professionnel de dessinateur en Béton Armé). Formation d'Ingénieurs en B. A.

N° 29 INGÉNIEURS SPÉCIALISÉS (Enseignement supérieur)

a) Mécanique Générale — b) Constructions Métalliques — c) Automobile — d) Moteurs Diesel — e) Chauffage Ventilation — f) Électricité — g) Froid, — h) Béton armé. — i) Énergie Atomique. — j) Électronique.

Préciser la spécialité choisie.

INSTITUT TECHNIQUE PROFESSIONNEL
Ecole des Cadres de l'Industrie
69, rue de Chabrol, Bâtim. C - PARIS X^e

Belgique: I.T.P. Centre Administratif, 617 A, Bellevue, WEPION



NOS RÉFÉRENCES:

Notre École est homologuée :

- 1° Par le Ministère de l'Éducation Nationale comme Établissement pouvant faire bénéficier ses élèves des prestations familiales prévues par la loi.
- 2° Par le Comité officiel de Contrôle des Cours et Examens par Correspondance en langue française pour tous les pays du Moyen-Orient.



DÉPÔTS DE VENTE
 4, RUE DU PORT - CLICHY (Seine)
 82 BIS, RUE DE MONTREUIL
 PARIS (11^e) DID. 62-11 et 36-98
 27, RUE J.-B. DELESCLUSES
 CROIX (Nord) 73-23-41

Vous qui aimez bricoler
 qui désirez construire votre garage,
 votre resserre à outils, votre table de jardin...
 choisissez un matériau de **qualité**
 en vous assurant de sa **durabilité**,
 exigez le **CONTREPLAQUÉ**
 "extérieur" **LUTERMA** LABEL CTR X
LUTERMA
 4, RUE DU PORT CLICHY (Seine)
 PER. 55-31 + 70-50 +

pre poids jusqu'à cette profondeur... sans parler de supporter en plus une ancre ou un appareil photographique. Le Doc résolut le problème au moyen d'un câble en nylon très résistant ayant la même densité spécifique que l'eau... ce qui fait que le câble lui-même ne pesait rien lorsqu'il se trouvait dans l'eau. Tout se passa bien et, bien que l'un des hublots de verre se soit fissuré sous l'écrasante pression de 7,7 kg par mm² régnant dans ces profondeurs Stygiennes, un bon nombre de stupéfiantes photos furent obtenues. Celles-ci révélaient la présence de vie sur un fond de mer de 7.500 mètres et montraient des zones de tranchants affleurements rocheux... des choses que personne n'avait soupçonné exister dans ces bas-fonds.

Le travail n'est jamais fini dans le laboratoire d'Edgerton. A une date plus récente, il a inventé un appareil photographique pour les profondeurs de la mer à l'intention des océanographes de Woods Hole. « Nous l'avons monté avec un dispositif de déclenchement à tube photo-multiplicateur », explique-t-il, « afin qu'un poisson luminescent nageant devant l'appareil prenne lui-même sa propre photo. » L'an dernier, Le Doc a annoncé la mise au point d'un nouveau système pour la prise à haute vitesse de photos d'ondes de choc à échelle normale à la pleine lumière du jour. Il installe un écran

de Scotchlight (le matériau réfléchissant utilisé pour les panneaux de signalisation routière) derrière le point où doit passer un sujet tel qu'une balle de fusil en vol, puis il place sa lampe à haute vitesse près de l'appareil et procède à la prise de vue. « Les ondes de choc », explique-t-il, sont comme les ombres des rides de l'eau que vous voyez sur le fond de la baignoire. Dans ce genre de réaction, l'air se comporte comme un liquide. La lumière du flash traverse l'onde de choc et elle est réfléchiée par l'écran vers l'appareil photographique.

L'inflexion du faisceau lumineux provoquée par l'onde de choc apparaît comme une mince ombre sur l'écran et l'appareil la photographie. « Ce système permettra aux savants et ingénieurs de prendre pour la première fois des photos d'onde de choc de réels avions en vol. »

Les lampes à haute vitesse sont, elles aussi, constamment en voie de perfectionnement. La Société Edgerton, Germeshausen et Grier est en train de mettre au point une lampe stroboscopique avec laquelle n'importe qui pourra prendre des photos au 1/3.000.000 de seconde, et une autre lampe qui clignote à une vitesse pouvant atteindre jusqu'à 100.000 éclairs à la seconde.

Les groupes de circuits et de condensateurs dont le transport exigeait autrefois une

La construction tubulaire

**POUR TOUT CE QUI CONCERNE
 LES OSSATURES MÉTALLIQUES**



simplicité,
 solidité
 rapidité,
 économie



POULIQUEN



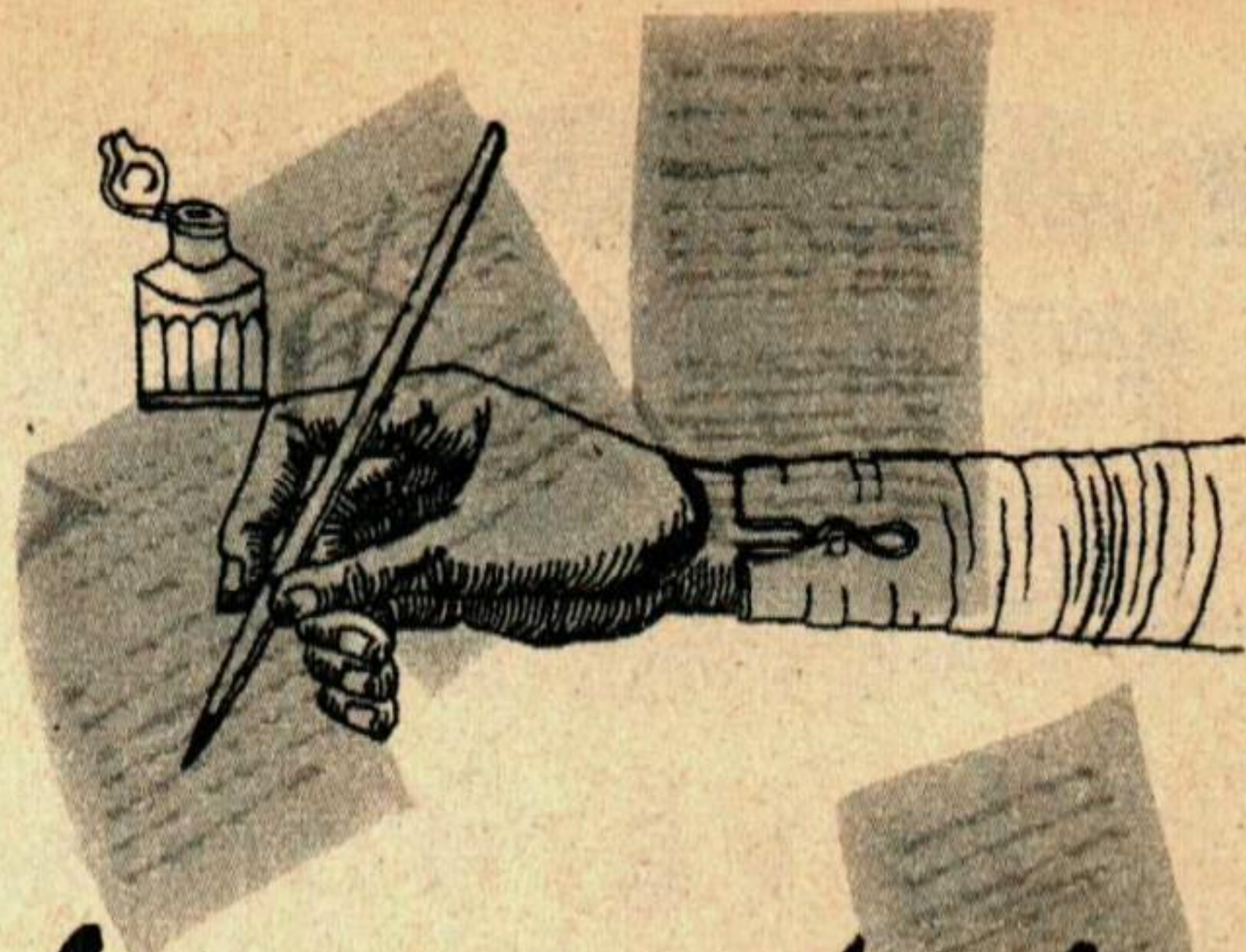
chez votre quincaillier habituel

Colliers d'assemblage pour rayonnages, casiers, bâtis, garages, éléments de meubles, constructions légères, etc.

Documentation gratuite : **Éts POULIQUEN**, 3, rue Moufle, PARIS-XI^e (ROQ. 89-11)
 SALON NAUTIQUE : STAND 1, rive gauche.

camionnette sont maintenant montés en des tailles aisément portatives. Certaines lampes stroboscopiques à flash unique sont moins volumineuses que bien des projecteurs flash ordinaires et sont régulièrement utilisées par la plupart des photographes professionnels ainsi que par de nombreux amateurs. De nouveaux films à ultra-haute vitesse d'exposition, aussi bien pour appareils photographiques que pour caméras cinématographiques, mettent encore plus à la portée du photographe amateur moyen la possibilité de prendre de spectaculaires photos d'arrêt d'action ou photos nocturnes, même avec le plus simple des appareils.

Il existe déjà des pellicules couleur plus rapides que les plus rapides pellicules noir et blanc d'il y a 15 ans. Les ingénieurs de Kodak sont très fiers d'un nouveau film noir et blanc si rapide que n'importe qui peut prendre des photos à haute vitesse de matches de baseball ou de basket-ball nocturnes sans aucun flash. Des films couleur à haute vitesse plus nouveaux encore sont actuellement en voie de réalisation. Il est cependant quelques risques en relation avec ce genre de choses. Un photographe américain essayait récemment un tout nouveau film en prenant des photos de sa « girl-friend » en train de mettre une lettre à la poste en plein milieu de la nuit sous un lampadaire en veilleuse. Il fut interpellé par un « cop » qui lui demanda ce qu'il était en train d'essayer de faire. « Je prends des instantanés », répliqua le photographe. Le policeman hocha la tête d'un air entendu. « O.K., espèce de farceur, dit-il, vous pouvez aller raconter celle-là au captain. » Il fallut un bonne demi-heure de conférence sur les fabuleuses possibilités des nouveaux films à haute vitesse pour que le policeman se laisse convaincre.



le mieux écrire

**un Art qui s'apprend
à temps perdu**

Dans votre profession et dans votre vie privée, ce que vous êtes et ce que vous deviendrez dépend 9 fois sur 10 de votre style : c'est sur votre manière d'écrire et de parler que vous êtes jugé par ceux qui lisent vos lettres commerciales, vos rapports, votre correspondance privée, ceux qui vous écoutent quand vous prenez la parole pour faire un exposé ou au cours d'une simple conversation.

**apprenez l'Art d'Écrire en
quelques mois par correspondance
avec des écrivains**

Même si vous ne songez pas à devenir écrivain, journaliste, vous tirerez le plus grand profit du Cours A.B.C. de Rédaction. Vous le suivez chez vous à temps perdu, guidé amicalement par des écrivains de métier qui échangent avec vous une correspondance passionnante. Après quelques mois, vous êtes déjà familiarisé avec l'Art d'Écrire (et de parler) ; vous trouvez vos idées avec la plus grande facilité, et vous savez les mettre en ordre et les exprimer dans un style clair, précis, élégant ; toute votre vie s'en trouve transformée. Vous avez tout intérêt à vous renseigner d'urgence sur le Cours A.B.C. de Rédaction.

NOUVELLE BROCHURE GRATUITE

Renseignez-vous sans tarder sur le Cours A.B.C. de Rédaction. Découpez ou recopiez aujourd'hui même le coupon ci-dessous pour recevoir gratuitement la nouvelle brochure de 36 pages sur l'Art d'Écrire.



BON V 22

école **ABC** de rédaction
12, rue Lincoln, Paris VIII

Veuillez m'envoyer gratuitement
sans engagement de ma part
votre brochure "l'Art d'Écrire"

nom

adresse