

DES OBJECTIFS A MISE AU POINT AUTOMATIQUE

Après l'automatisme de l'exposition, restait à résoudre celui de la mise au point. De très nombreux systèmes ont ainsi vu le jour, les uns basés sur l'analyse comparée de la luminosité en provenance d'une image nette et celle d'une image floue, les autres calculant le temps de réémission d'un signal infrarouge ou ultra-sonore. Malheureusement, tous ces systèmes ne peuvent être satisfaisants que pour des objectifs fixes. Les plus récentes recherches visent à intégrer dans l'objectif lui-même le dispositif de mise au point automatique : les premiers prototypes, encore lourds, montrent que la solution est proche.

● Lors de la dernière Photokina, en 1980, deux prototypes d'objectifs présentés par Canon et Ricoh ont retenu l'attention des visiteurs. Il s'agissait d'objectifs à mise au point automatique, équipés tous deux d'un système télémétrique agissant directement sur la bague de réglage des distances.

Ricoh présentait ainsi un 50 mm associé à un système conçu par Honeywell, le Visitronic, et Canon un zoom 35-70 mm équipé du Canon Auto-Focus System (C.A.F.S.), dispositif d'asservissement original. Ce n'est pas la première fois que sont présentés de tels objectifs — Nikon avait déjà proposé un 4,5/80 mm il y a quelques années — mais ils ont l'inconvénient d'être extrêmement encombrants, encore que la formule se soit améliorée depuis le Nikon qui pesait 2,5 kg ! Autre inconvénient, ils seraient probablement vendus très chers.

Ces prototypes sont les dernières productions d'une recherche qui dure depuis plus d'un siècle ! En effet, c'est pratiquement au tout début de la photographie que remonte le désir d'éliminer l'opération de mise au point, même si à cette époque il s'agissait d'un système reposant simplement sur le principe de l'hyperfocale. Pour simplifier, on peut dire qu'une mise au point effectuée sur la distance hyperfocale permet d'obtenir une profondeur de champ qui s'étendra de la moitié de cette distance à l'infini. Ceci étant fonction de la focale de l'objectif utilisé et de l'ouverture du diaphragme.

Dès 1861, apparut ainsi une chambre 6,6 x 6,6 qui procurait des images nettes de 10 cm à l'infini. En 1898, un ingénieur français, Carpentier, réalisa un dispositif qui fut utilisé pour les agrandisseurs automatiques. La mise au point y était simplement réalisée par couplage du porte-objectif au système qui permet son déplacement au-dessus du plateau.

En 1900, le procédé fut amélioré pour, en 1929, être équipé d'un moteur électrique en assurant la commande.

Des procédés plus sophistiqués seront créés pendant la deuxième guerre mondiale. Les chercheurs font alors appel à deux cellules photo-électriques qui mesurent la lumière de l'image formée sur l'axe optique ou à un émetteur-récepteur d'un rayonnement — infrarouge, ultrasons, rayon laser — permettant de déterminer la distance appareil-sujet, sujet-appareil. A la fin de cette guerre, en 1945, apparaîtra l'un des premiers dispositifs : l'Optar conçu par le Dr Kaulmann qui sera amélioré en 1947 et monté sur une caméra de cinéma. L'Optar (Optical Automatic Ranging) était fondé sur la détection, au moyen d'une cellule, du plan de luminosité maximale. En effet, le maximum de lumière transmis par un objectif se trouve dans ce plan où l'image est nette. Ce système ne fut pas étendu à la photographie d'amateur car il avait l'inconvénient d'utiliser des composants assez volumineux.

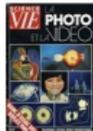
Il faut attendre 1960 pour voir apparaître un télémètre à mise au point automatique conçu par A. Martin, fonctionnant par mesure



Ce premier modèle d'objectif automatique présenté il y a quelques années par Nikon et comportant tout un système d'asservissement de la lentille frontale commandé par came et levier pesait 2,5 kg. Ce n'était qu'un prototype d'étude qui ne fut évidemment pas commercialisé. A la dernière Photokina, deux modèles furent exposés, l'un par Canon, l'autre par Ricoh (ci-dessous), intégrant dans l'ensemble optique les systèmes d'analyse de deux images décalées fournies par un télémètre à coïncidence. L'objectif Ricoh est un 50 mm (f/2) en monture K associé ainsi à un système Visitronic.



Origine
Science
et
Vie
Mars 1981



du contraste de l'image au moyen de deux photodiodes. Mais, en 1963, le prototype Canon d'un appareil 24x36 à mise au point automatique, l'Auto-Focus, demeure encore basé sur le principe de Kaulmann.

Le Canon Auto-Focus était équipé de deux objectifs, un objectif de prise de vue de 40 mm et un objectif de mise au point de 75 mm. Pour que ce téléobjectif ne soit pas trop encombrant, un miroir était fixé derrière la dernière lentille de l'objectif de façon à renvoyer le faisceau lumineux pour que l'image se forme entre deux groupes de lentilles. Une cellule CdS était disposée sur le plan de la formation de cette image et une seconde cellule derrière le viseur recevait l'image correspondant au cadrage choisi. Cette image toujours nette, servait de référence. Au centre du champ apparaissait un cadre de mise au point dont le champ correspondait à celui du téléobjectif de façon que la lumière atteignant ce cadre soit perçue par la cellule du viseur. Le signal dans l'objectif de mise au point n'est égal à celui du viseur que lorsque l'image nette se forme sur la cellule située entre les lentilles de l'objectif de mise au point. A cet effet, lorsque l'opérateur appuyait sur le bouton de mise au point, un micro-moteur se mettait en marche, assurant le déplacement de la cellule dans l'axe optique afin de rechercher le plan de l'image nette, ainsi que celui du moteur entraînant l'objectif de prise de vue. Lorsque la cellule atteignait le plan de l'image nette, elle débitait une quantité de courant élevée car c'est sur ce plan qu'est réalisée la plus forte concentration de lumière. La quantité ainsi produite correspondait à celle de la cellule située dans le viseur. Ces deux charges s'annulant, arrêtaient ainsi le déplacement de l'objectif de prise de vue. A ce moment, un signal rouge apparaissant dans le viseur informait le photographe qu'il pouvait déclencher. La mise au point était ainsi assurée de 1,20 m à l'infini. Pourtant ce système ne fut pas commercialisé car ses résultats ne s'avéraient pas suffisamment constants, essentiellement dans des conditions de prise de vue en faible luminosité.

Un an plus tard, en 1964, Norman Stauffer, de la société américaine Honeywell, présentait un système de mise au point adapté aux projecteurs photographiques. Le système présenté à l'époque est toujours le même que celui utilisé actuellement. Il consiste à modifier la position de l'objectif en fonction de la position du plan de la diapositive. D'une vue à l'autre

celle-ci est variable d'autant plus que certaines pellicules peuvent être gondonnées sous l'action de la chaleur dégagée par la lampe.

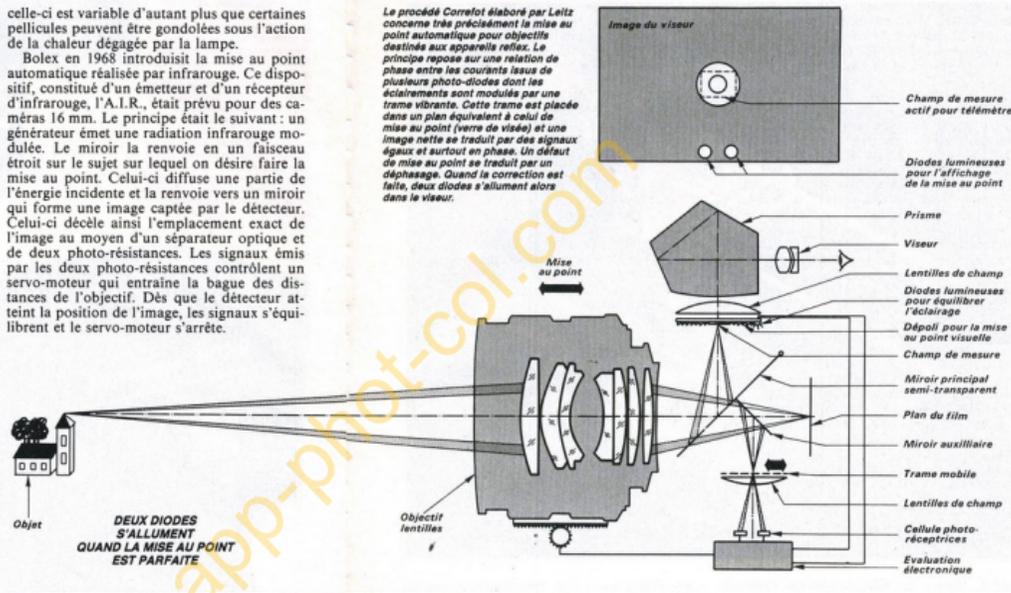
Bolex en 1968 introduisit la mise au point automatique réalisée par infrarouge. Ce dispositif, constitué d'un émetteur et d'un récepteur d'infrarouge, l'A.I.R., était prévu pour des caméras 16 mm. Le principe était le suivant : un générateur émet une radiation infrarouge modulée. Le miroir la renvoie en un faisceau étroit sur le sujet sur lequel on désire faire la mise au point. Celui-ci diffuse une partie de l'énergie incidente et la renvoie vers un miroir qui forme une image captée par le détecteur. Celui-ci décode ainsi l'emplacement exact de l'image au moyen d'un séparateur optique et de deux photo-résistances. Les signaux émis par les deux photo-résistances contrôlent un servo-moteur qui entraîne la bague des distances de l'objectif. Dès que le détecteur atteint la position de l'image, les signaux s'équilibrent et le servo-moteur s'arrête.

Ces différents systèmes étant lourds et encombrants pour les appareils d'amateur, on assiste pendant quelques années à la naissance de certains dispositifs de remplacement. Ainsi en 1969, Bell et Howell avaient imaginé un faux dispositif de mise au point automatique : le Focus-Matic qui utilisait un balancier agissant sur une came commandant le réglage de l'objectif. Ce système était étalonné pour fournir une mise au point correcte en terrain horizontal mais non en terrain incliné ; dans ce dernier cas, il fallait recourir au réglage manuel de la distance !

De la même façon, le Servofocus d'Eumig

CORREFOT-LEITZ : UNE MISE AU POINT POUR REFLEX ASSURÉE PAR DES SIGNAUX EN PHASE

Le procédé Correfot élaboré par Leitz concerne très précisément la mise au point automatique pour objectifs destinés aux appareils reflex. Le principe repose sur une relation de phase entre les courants issus de plusieurs photo-diodes dont les éclaircissements sont modulés par une trame vibrante. Cette trame est placée dans un plan équivalent à celui de mise au point (verre de visée) et une image nette se traduit par des signaux égaux et surtout en phase. Un défaut de mise au point se traduit par un déphasage. Quand la correction est faite, deux diodes s'allument alors dans le viseur.



permettait simplement de modifier la mise au point, en fonction de la variation de la focale, de façon que l'objectif reste sur l'hyperfocale.

Le système de mesure par infrarouge de Bolex, présenté en 1968, fut amélioré en 1972 par le dispositif Bolex LR toujours prévu pour les caméras 16 mm, constitué d'un élément émetteur, un laser au gallium arsenic (GaAs), ne pouvant être perturbé ni par la lumière artificielle ni par la lumière du jour et de portée plus étendue. L'amplitude du signal de sortie fourni par l'appareil est proportionnel à la distance à mesurer et peut être, soit transmis à un instrument d'affichage, soit, en liaison avec

l'objectif d'une caméra équipée de son propre dispositif de servocommande, être utilisé directement pour le réglage de la distance.

La même année, la société Robert Bosch avait présenté une caméra super 8 Bauer équipée d'un système mis au point par l'Institut de recherches de Lonay. Dans ce système le faisceau infrarouge est modulé dans le faisceau optique de l'objectif de la caméra et recueilli par un détecteur situé sous celui-ci. La distance est déterminée par le temps que met le rayon à parcourir le trajet.

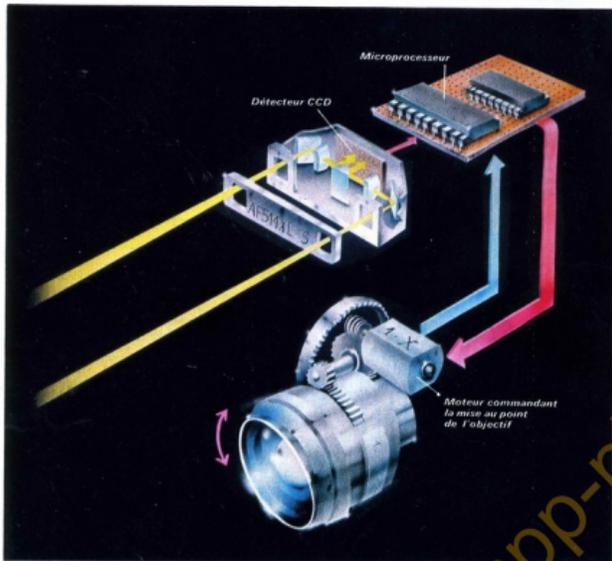
Les appareils qui apparaîtront par la suite reposeront sur la technique conçue en 1960

Origine
Science
et
Vie
Mars 1981



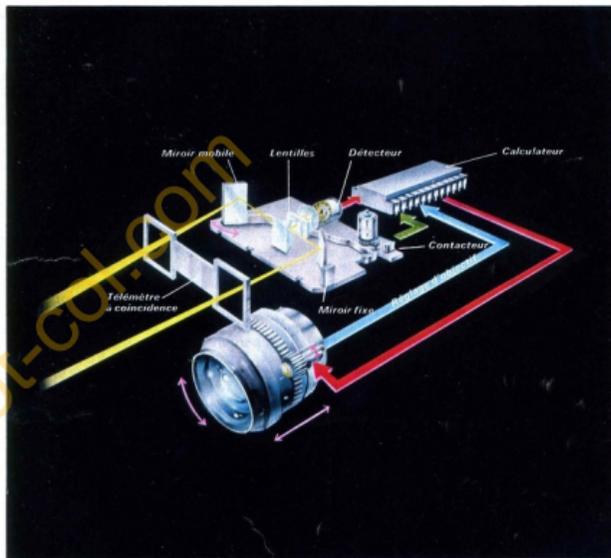
CANON : UNE ANALYSE TÉLÉMETRIQUE DES IMAGES PAR ÉCRAN CCD

Il s'agit là d'un système de triangulation électronique dans lequel les cellules d'un écran CCD (Charge Coupled Device ou dispositif de transfert des charges) jouent le rôle de détecteurs optiques. Ceux-ci comparent les deux images en provenance des fenêtres d'un télémètre classique, l'image de visée servant de référence. Le télémètre n'ayant pas de miroir mobile, ces deux images ne peuvent être amenées en coïncidence que par un déplacement virtuel, assuré électroniquement par un glissement régulier des charges. L'écran CCD fournit ainsi des signaux, correspondant à l'analyse du décalage, à un calculateur. Un programme mis en mémoire donne la distance de mise au point qui s'y rapporte. Une commande de moteur assure alors le réglage de l'objectif.



VISITRONIC HONEYWELL : UNE COMPARAISON DES NIVEAUX LUMINEUX DE DEUX IMAGES

Ce dispositif est basé sur le fait que la luminosité d'une image floue, donnée par un télémètre classique quand la mise au point n'est pas faite, n'est pas de même valeur que celle recueillie sur une image nette. Des photodiodes captant ces images engendrent des signaux électriques qui ne deviendront égaux que lorsque le moteur assurant le tirage de l'objectif aura permis la superposition des deux images télémétriques. Le moteur est alors stoppé. Le Visitronic équipe un très grand nombre de caméras et d'appareils photographiques, tels que ceux qui figurent ci-dessous. Cette méthode donne de bons résultats sauf si la luminosité du sujet est trop faible ou si la visée est faite sur une surface sombre.



par A. Martin. En effet, le système Visitronic d'Honeywell utilise également la double image d'un télémètre à coïncidence, avec détecteur du contraste optimal à la coïncidence des images. Ce télémètre comporte derrière chaque fenêtre un miroir fixe qui procure une image de référence et un miroir mobile dont l'angle de rotation, pour amener l'image réfléchie en coïncidence avec le premier, détermine la distance du sujet par rapport à l'appareil. Les images décalées sont recueillies par deux cellules situées dans l'élément détecteur. L'une d'elles, une photodiode au silicium, est éclairée par une fraction de l'image provenant de l'une des fenêtres, elle engendre un courant électrique proportionnel à la luminosité de

cette fraction d'image. Une deuxième photodiode reçoit l'image mobile correspondant à l'autre fenêtre. Lorsque la cellule détecte sur le miroir mobile la même fraction d'image que celle qui se forme sur la première cellule, les deux signaux émis par ces deux cellules sont égaux et l'alimentation des moteurs assurant le déplacement de l'objectif et du miroir mobile du télémètre est coupée, arrêtant ainsi la mise au point.

Ce système apparaît en 1975 et les premiers appareils équipés du dispositif Honeywell seront présentés à la Photokina de 1976 : les caméras Elmo, Sankyo, Eumig et le boîtier Konica qui sera le premier appareil photographique 24 x 36 à mise au point automatique com-



De gauche à droite et de haut en bas : les compacts Chinon 35 F-A, Mamiya 135 AF, Yashica Auto-Focus, Konica C 35 et Rollei AFM. Un modèle Fujica a été doté, lui, en plus, d'une micro-lampe pour permettre une mise au point correcte indépendamment de l'éclairage.

Origine
Science
et
Vie
Mars 1981



mercialisé sur le marché mondial.

Cet appareil résultera de la collaboration entre la société japonaise Konishiroku et Honeywell. En effet, il est équipé d'un dispositif légèrement différent de celui du Visitronic puisque le réglage, au lieu d'être assuré par un moteur, l'est par la pression du doigt sur le déclencheur. Le dispositif automatique met en place une butée sur laquelle s'arrêtera l'objectif au moment du déclenchement. Cet appareil comme tous ceux qui suivront et apparaîtront nombreux à la Photokina de 1978, était un appareil 24 x 36 compact, équipé d'un objectif grand angle — au cas particulier un 38 mm — et particulièrement léger.

Cette même année 1976 voit la présentation du prototype Correfot de Leitz, utilisant un système semi-automatique dans lequel le signal analysé par deux cellules est un signal modulé par une grille rotative. Le faisceau lumineux réfléchi par le miroir reflex est dirigé vers le fond du boîtier où deuxcellules recueillent ses rayons marginaux qui sont alors transformés en trains d'impulsions. Lorsque la mise au point est faite, deux diodes s'allument dans le viseur pour avertir l'opérateur qu'il peut cesser de tourner la bague de mise au point de l'objectif.

DES SYSTÈMES QUI LAISSERAIENT LE CHOIX À L'UTILISATEUR

Toujours à la Photokina de 1976 sera présenté le procédé Polaroid qui sera commercialisé en 1978. Il s'agit d'un dispositif détecteur d'échos ultra-sonores basé sur le même principe que ceux utilisés depuis la deuxième guerre mondiale sur les sous-marins et bateaux pour détecter les obstacles. Lorsque les trains d'impulsions ultra-sonores rencontrent un obstacle, ils sont réfléchis vers l'émetteur qui les reçoit plus ou moins rapidement en fonction de la distance parcourue. La détection de cet écho provoque l'arrêt de l'émission des impulsions. A ce moment un micro-moteur déplace l'objectif de prise de vue sur une des 128 positions possibles programmées dans une mémoire électronique.

Nous l'avons vu, à la Photokina de 1978, toute une série de compacts font leur apparition, présentant à peu près tous les mêmes caractéristiques. Ces appareils équipés du système Visitronic donnent des résultats satisfaisants sauf dans certains cas où la luminosité est particulièrement faible ou si la visée est

faite sur une surface uniforme, ou noire. Certains constructeurs désirent pallier cet inconvénient, ainsi Fuji équipe le Fujica Flash AF d'une micro-lampe projetant un mince faisceau de lumière blanche d'une portée de 4 à 5 m, la mise au point peut ainsi être effectuée sur un sujet relativement peu éclairé mais toujours pas, par contre, sur un sujet manquant de contraste. C'est la firme Canon, en 1979, qui améliore le système en plaçant un émetteur de rayons infrarouges dans le modèle AF 35 M. Le mécanisme de mise au point détecte la réflexion du rayon infrarouge grâce à une méthode de triangulation inspirée du Visitronic. Avec ce système, peu importe la luminosité ou le contraste du sujet, l'image sera nette sauf si le réglage est effectué sur des sujets eux-mêmes émetteurs de rayons infrarouges. La même firme introduisait également sur le marché, quelques mois après, un procédé plus sophistiqué : la mise au point par télémètre à CCD (charge coupled device : dispositif à transfert de charge) présente en particulier sur la caméra super 8 514 XL-S. Cet appareil est équipé d'un zoom, réglé par un micro-moteur en fonction de la distance à laquelle se trouve le sujet. Le dispositif est constitué d'un ensemble électronique comportant un détecteur CCD, intégré à un télémètre SST (Solid state triangulation) et un micro-calculateur. Les deux images correspondant aux deux fenêtres du télémètre se forment sur l'écran CCD. Ces deux images sont séparées par un espace qui dépend de la distance à laquelle se trouve le sujet. Ces distances et positions sont en mémoire dans un microprocesseur. L'écran CCD comporte 240 cellules sensibles qui détectent les positions de l'image. Par transfert de charges électriques, elles communiquent cette information à un microprocesseur qui la compare avec celles qui sont en mémoire. La distance de mise au point est ainsi déterminée. Le calculateur commande alors au micro-moteur de régler le zoom pour cette distance.

Au tout dernier système de mise au point automatique a été présenté par Olympus lors de la dernière Photokina, sur le boîtier C-AF. Ce dispositif, le FCM, réalisé en collaboration avec Seiko, est constitué d'un circuit CSI capable de mettre en mémoire le sujet à photographier par simple signal. L'image mise en mémoire est comparée à celle réfléchie par un miroir. Les deux signaux coïncidant exactement donnent une valeur qui indique la distance de mise au point.

Sur le modèle 5000 Polaroid, la mise au point est obtenue grâce à un transducteur électrostatique qui émet des ondes sonores à haute fréquence. Un dispositif mesure alors le temps mis par ces ondes pour atteindre le sujet et en revient.

Pour l'avenir, on peut envisager qu'apparaîtront — ils sont déjà à l'étude — des procédés de mise au point automatique interne pour les objectifs. En effet, actuellement, les différents systèmes existants n'équipent que des appareils photo ou des caméras à objectif fixe et ne peuvent intéresser l'utilisateur d'appareils à objectifs interchangeables. La solution pour les fabricants est donc d'envisager que le dispositif de mise au point soit miniaturisé de façon à être intégré aux objectifs. Cela a pu être envisagé dans la mesure où le déplacement d'un groupe optique dans l'objectif peut faciliter la mise en place d'un élément de commande intégré. Nous avons vu en effet que les prototypes d'objectifs à mise au point automatique présentés par Leitz, Ricoh et Canon, dont le dispositif est externe, sont extrêmement encombrants et ne peuvent être considérés que comme étant le produit d'une période de transition.

D'une manière ou d'une autre, et quels que soient les progrès réalisés dans les années à venir, ces dispositifs ne peuvent se justifier que si le choix est laissé à l'utilisateur, si reste prévue la possibilité de bloquer la mise au point sur l'élément sur lequel elle a été effectuée de manière à pouvoir changer de cadrage si on le désire et de pouvoir revenir à un réglage manuel afin, par exemple, de faire une mise au point sur l'hyperfocale pour une profondeur de champ maximale. Laisser le choix à l'utilisateur peut aussi signifier de lui proposer d'adapter lui-même, s'il le désire, l'élément permettant de réaliser la mise au point automatique, c'est ce qui a été présenté par Bell et Howell lors de la dernière Photokina avec la caméra modulaire super 8 MS 45.

Le scepticisme qui accompagnait l'apparition de tels matériels sur le marché il y a 20 ans n'a ainsi que peu de raisons de persister, les systèmes s'étant améliorés et étant devenus relativement efficaces bien que la démonstration de l'utilité réelle de la mise au point automatique n'ait toujours pas été faite auprès des photographes. Elle se justifie pour l'instant essentiellement dans le domaine du cinéma puisqu'elle permet de se consacrer tout entier au cadrage, au déroulement de l'action sans se préoccuper de la mise au point. Mais là encore, cela ne concerne que les utilisateurs d'appareils à objectif fixe. La mise au point interne aux objectifs viendrait-elle convaincre les derniers adversaires ?

CLAUDE DELEVAL



Sur ce modèle Canon A 35-F, c'est la réflexion d'un rayon infra-rouge qui détermine la mise au point sur l'une des dix distances programmées.



Origine
Science
et
Vie

Mars 1981

