IF POINT

Vieux rêve des pionniers de la photo, la mise au point automatique équipera demain la plupart des appareils. Le premier brevet fut pris en 1898 par l'ingénieur Carpentier. En 1963, Canon réalisa le premier prototype d'amateur, l'Autofocus. En 1976 Konica lança le premier 24 × 36 automatique. Déjà les constructeurs pensent équiper les objectifs des reflex. Nikon, Pentax et Leitz avaient présenté des prototypes en 1976. A la dernière Photokina, Canon et Ricoh ont à leur tour exposé de tels objectifs.

SUR LA MISE AU POINT AUTOMATIQUE

De nombreux systèmes de mise au point automatique sont utilisés sur le matériel de prise de vue ou de projection photo et cinéma. Mais en ce qui concerne les appareils photographiques, ils sont peu nombreux. Sur les appareils compacts et sur les objectifs de reflex 24 × 36, ce sont essentiellement des dispositifs télémétriques qui sont adoptés. Des marques comme Cosina, Konica, Minolta, Olympus, Rollei, Sankyo et Yashica utilisent une technique dite passive, développée par Honeywell. D'autres constructeurs comme Fuji, ou Canon ont amélioré le même procédé de base en le rendant actif.

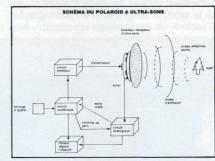
Polaroid s'est distingué en adoptant une méthode résolument non optique faisant appel au système de fonctionnement du sonar et qui repose sur la localisation d'un écho acoustique. Arrêtons-nous, pour commencer, à ce procédé particulier.

Par une lègère pression sur le déclencheur, l'utilisateur actionne un convertisseur électro-acoustique qui émet, pendant un millième de seconde, un train d'ondes ultra-sonores, de fréquences totalement inaudibles (50, 53, 57 et 60 kHz). Simultanément, une horloge à quartz génère des impulsions à une cadence bien précise, qui sont enregistrées dans une mémoire électronique possédant 128 régistres libres. Ces 128 places de mémoire correspondent chacune à une position de l'objectif et donc à une zone de netteté.

Après l'émission des ultra-sons, le convertisseur-émetteur est immédiatement commuté en récepteur-détecteur d'écho, et est alors à même de signaler le moment précis où les ondes acoustiques seront renvoyées à leur point de départ après reflexion sur le sujet à photographier. La détection de cet écho est suivie d'un arrêt de l'horloge interne, qui cesse l'émission de ses impulsions. A ce moment, un micro-moteur déplace l'objectif de prise de vue et émet à son tour une série d'impulsions qui vont s'ajouter à celles déjà stockées dans la mémoire.

Lorsque toutes les positions libres de l'accumulateur sont occupées, la translation du moteur est arrêtée, la mise au point étant faite. Cette méthode active (car il y a émission des ondes de détection) n'est re-

tenue que sur des appareils à développement instantané Polaroid. Toutes les autres techniques utilisées en photo pour la mise au point automatique sont purement optiques. L'une des premières utilisées, et la plus répandue, est la mise au point télémétrique automatique réalisée par Honeywell et appelée Visitronic. Le fonctionnement du Visitronic est basé sur un principe très ancien, qui est celui du télémètre optique à coïncidence. Dans ce type de télémètre, on voit l'objet à travers deux fenêtres séparées par un écart appelé «base du télémètre» et dont la grandeur influe directement la précision de la mesure (ou triangulation). Ces deux fenêtres donnent chacune une image. Les deux images sont amenées à se superposer par une légère rotation de l'un des deux miroirs qui assurent leur transmission et le mouvement nécessaire à cette superposition est très directement lié à l'éloignement du sujet. L'œil de l'opérateur contrôle dans le viseur la coïncidence des



Le système Polaroid à ultrasons Un émetteur-récepteur analyse le temps

mis par une onde ultraso-

nore pour effectuer le trajet

aller-retour au sujet. Ce si-

roirs qui assurent leur transmission et le mouvement nécessaire à cette superposition est très directement lié à l'éloignement du sujet. L'œil de l'opérateur contrôle dans le viseur la coïncidence des images.

Le prototype de 1967

du système

Polaroid

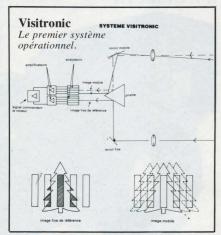
Polaroid

Polaroid

gnal, par référence avec celui émis par une horloge, est traité, transformé en signal numérique et utilisé pour commander le moteur de mise au point.

LE VISITRONIC





Dans le mécanisme mis au point par Honeywell, l'œil de l'observateur humain est remplacé par une combinaison de cellules photo-électriques. L'une d'elles, une photo-diode 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 photo-diode recoit l'image mobile correspondant à l'autre fenêtre; la rotation du miroir fait défiler cette image jusqu'à ce que la cellule détecte exactement la même fraction d'image que celle qui se forme sur la première cellule. A ce moment, les deux signaux émis sont égaux et cette égalité correspond à la superposition des images télémétriques. Il reste à exploiter cette identité de deux signaux pour stopper le moteur actionnant le déplacement de l'objectif, lequel se trouve alors réglé sur la distance appareil-sujet.

Le Visitronic, qui équipe actuellement la plupart des appareils à mise au point automatique est un système de télémétrie passive, basée sur la comparaison des niveaux lumineux propres de deux images du même objet vu sous des angles légèrement différents. Cette méthode fonctionne de façon très satisfaisante, sauf dans les cas limites où la luminosité du sujet devient très faible (pénombre), ou si la visée est faite sur une surface de teinte uniforme ou noire. Pour pallier cet incon-

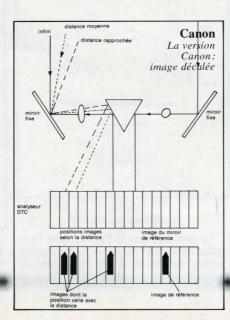
vénient, Fuji a équipé son Fujica Flash AF d'une micro-lampe qui projette un mince faisceau de lumière blanche d'une portée efficace d'environ 4 à 5 m (ce qui correspond d'ailleurs à la distance d'utilisation du flash incorporé). De cette manière, la mise au point reste correcte indépendamment de l'éclairement de l'objet, mais demeure toujours délicate sur une grande surface uniforme.

Canon a encore amélioré substantiellement le système en plaçant un émetteur de rayons infra-rouges dans son modèle AF 35 M. Quoique très semblable au Visitronic, le mécanisme d'auto-focalisation de Canon détecte maintenant la réflexion du rayon infra-rouge, et ce grâce à une méthode de triangulation inspirée de la précédente. Un petit moteur règle ensuite l'objectif sur l'une des dix distances programmées pour la mise au point.

Dans ce cas d'automatisme, peu importe la luminosité ou la couleur du sujet, l'image sera toujours nette si on exclut le réglage sur des objets incandescents ou sur des flammes (feu de cheminée par exemple), qui sont eux-même émetteurs d'infra-rouge).

LE SYSTÈME ÉLECTRONIQUE CANON





Sur sa nouvelle caméra Super 8 AF 514-XLS, Canon a réalisé un procédé de mise au point beaucoup plus sophistiqué (quoique restant télémétrique) baptisé CAFS (pour Canon Auto-Focus System), basé sur une triangulation purement électronique. La méthode fait appel à une nouvelle génération de photo-détecteurs, les dispositifs à transfert de charges (DTC, ou en anglais CCD: Charge Coupled Device). Prévus à l'origine pour être des mémoires numériques, les DTC ont été rapidement transformés en détecteurs optiques extrêmement sensibles. De par leurs exceptionnelles capacités de miniaturisation et de fiabilité, ils sont appelés à révolutionner, en tant qu'analyseurs d'images, la technique de prise de vue en vidéo.

La caméra Canon utilise deux éléments à DTC, en forme de barrettes de chacune 80 éléments sensibles, sur lesquelles sont projetées, séparément, les 2 images provenant des fenêtres d'un télémètre classique. Chaque détecteur, associé à un microprocesseur, analyse en 80 points la luminosité de l'image qui s'y forme. L'une des images sert de référence et les 80 valeurs qu'en donne le DTC sont stockées en mémoire. L'image formée sur l'autre DTC, va être déplacée électroniquement, pas à pas, par un glissement régulier des charges, ordonné par une horloge interne (à noter qu'il n'y a pas de déplacement de l'image dans un télémètre classique). L'image va donc être décalée (comme dans un télémètre visuel), jusqu'au moment où le microprocesseur qui contrôle le balayage constatera en tous les points de la matrice l'égalité des signaux avec ceux de référence qui sont en mémoire. Cette situation correspond à la superposition dans la télémétrie classique. Il reste encore à commander le réglage de l'objectif par micro-moteur.

Cette technique a l'avantage d'exclure toute partie mobile et tout mouvement mécanique du système de mise au point automatique. Il est d'une grande précision grâce à la multiplicité des points de comparaison.

LES SYSTÈMES POUR APPAREILS REFLEX

Plusieurs constructeurs ont réalisé des prototypes de mise au point automatique pour objectifs destinés à des appareils reflex. Le plus élaboré et le plus compact a été conçu par Leitz sous le nom de Correfot. La technique repose sur un principe très différent de ceux que nous venons de voir, et utilise une relation de phase entre les courants issus de deux (en réalité plusieurs) photodiodes dont les éclairements sont modulés par une trame vibrante. Cette trame, ou fente, se trouve placée dans un plan équivalent au plan de mise au point (verre de visée) et une image nette se traduit par des signaux égaux, mais surtout en phase (voir le schéma). Un défaut de mise au point se traduit par un déphasage et ce décalage contient l'indication du sens de la correction à apporter à la position de l'objectif et qui sera commandée par un microprocesseur.

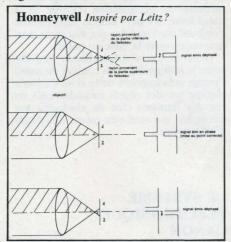
La firme Honeywell propose un autre système, électronique, sans élément mobile, reposant sur un détecteur à DTC, mais dont le principe de base n'est pas

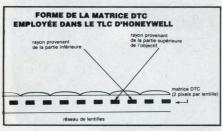
sans rappeler le Correfot.

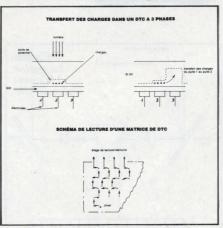
Dans un plan équivalent à celui de la mise au point, on a placé une série de capteurs photosensibles à transfert de charges, associés par paires grâce à une lentille focalisatrice intégrée à la plaquette de détection. Le rôle de cette lentille est surtout de favoriser, au niveau de chaque paire de détecteurs, la discrimination entre les rayons lumineux provenant des deux moitiés (supérieure ou inférieure) de l'objectif de prise de vue. (Voir le schéma).

Lorsque la mise au point est correcte, les deux éléments d'images d'une même paire de détecteurs reçoivent le même flux lumineux, et leurs signaux sont superposables dans le temps, leurs différences de phase et d'amplitude étant nulles; en effet, vue à travers n'importe quelle moitié de l'objectif, l'image est toujours la même pour une focalisation exacte.

Si au contraire l'image est floue, les éléments de chaque paire de senseurs seront soumis de façon privilégiée, l'un aux rayons passant par la partie supérieure de l'objectif et l'autre par ceux passant par la partie inférieure. Ces rayons lumineux, provenant de zones différentes de l'objet, ne transportent pas le même flux lumineux et ne représentent pas la même chose, ce qui apparaît par une différence d'amplitude et de phase pour les signaux électriques. Le sens et la grandeur de la correction à apporter à la position de l'objectif sont compris dans la différence des signaux.







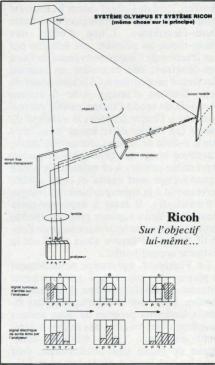
DTC Un système très élaboré.

Ce système, appelé TLC a, sur le Correfot, l'avantage de ne pas comporter de parties mobiles et d'être totalement du type «état solide». Il exige cependant des détecteurs de même sensibilité, car l'analyse repose sur une égalité d'amplitude, et non seulement de phase.

Quoi qu'il en soit, il faut attendre le premier appareil équipé de ce très intéressant système pour juger de son efficacité (notons que le Nikon F3 comprend déjà des miroirs d'analyse qui pourraient facilement convenir au système TLC).

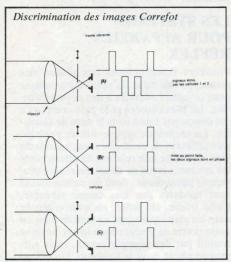
MISE AU POINT AUTOMATIQUE INCORPORÉE A L'OBJECTIF





A la Photokina 80, Ricoh et Canon ont présenté deux objectifs équipés d'un système télémétrique automatique agissant





LA MISE AU POINT AUTOMATIQUE

(Suite de la page 50)

directement sur la bague de mise au point. Chez Ricoh il s'agit d'un 2/50 mm en monture K associé à un système Visitronic et chez Canon, d'un zoom 35-70 mm équipé du CAFS (comme la caméra super-8). Observons ici qu'Olympus a réalisé un compact 24 × 36, le FCM, faisant appel à un procédé voisin de celui du Ricoh.

Ces dispositifs permettent la focalisation automatique même sur un boîtier ordinaire. Nikon avait déjà proposé, il y a quelques années, un objectif (4,5/80 mm) équipé d'un système de mise au point automatique basé sur une évaluation du contraste lumineux existant sur le sujet. La méthode était tentante: grâce à une association de miroirs, un système de cellules traduisait l'éclairement entre les plages sombres et les plages claires de l'image. Ce contraste est maximal pour la netteté parfaite et correspond à une variation très rapide du courant électrique émis qui atteint alors son amplitude maximale. Précurseur, Nikon n'en a pas moins abandonné l'idée, car elle présentait quelques inconvénients techniques (le sujet doit posséder des zones variées) mais surtout pratiques: l'instrument mesurait 30 cm et pesait 2,5 kg!

D'autre part, un équipement de ce genre, avec chaque objectif à mise au point autonome revient très cher et est terriblement encombrant.

L'AVENIR DE CES SYSTÈMES

A l'heure actuelle, tous les appareils équipés d'une mise au point automatique sont à visée non reflexe, avec un objectif fixe d'environ 38 mm (grand angle). Les objectifs équipés de cette mise au point ne sont que des matériels de transition, celle qui mène à une nouvelle génération de matériel photo. Il est évident que l'avenir est à la mise au point automatique reflexe et que, tôt ou tard, elle se fera sur les nouvelles optiques, par action sur des lentilles flottantes. Du côté des projets, Minolta (plus ou moins lié à Leitz) travaillerait sur un système similaire au Correfot, mais la trame vibrante serait remplacée par des cristaux liquides, ce qui pose des problèmes de rapidité de réaction et de température de fonctionnement. On rappelera encore que le Nikon F3 possède déjà un système de miroirs qui pourrait convenir au TCL d'Honeywell.

Le système Canon CAFS est probablement d'avenir, même sur des appareils photo. En fait, les éléments à transfert de charges semblent actuellement les plus intéressants pour la mise au point automatique. Les bureaux d'études des constructeurs en explorent les possibilités. Olympus, en particulier, aurait un projet très avancé.