

Suite de l'article  
paru dans le n° 75

RONAN LOAEC

# le Correfot (2)

**Parmi les dispositifs de mise au point automatique, le Correfot occupe une place à part : c'est actuellement le seul système qui soit utilisable sur les appareils reflex à objectifs interchangeables...**

Les signaux électriques fournis par les deux photodiodes ont une forme très voisine de celle des signaux représentés par la figure 3.

Il faut noter toutefois que la forme des signaux est en étroite relation avec le type de graticule employé, et que le nombre de pics dépend du sujet, ici une simple fente lumineuse étroite se découpant sur un fond noir.

A dire vrai, les signaux représentés sont ceux visualisés sur un écran d'oscilloscope, non pas à la sortie des photodiodes, mais à la sortie des amplificateurs opérationnels leur faisant suite (figure 4).

On note que chaque photodiode élémentaire figurée sur le Fig. 2, est en fait constituée par deux photodiodes identiques, l'une étant reliée à l'entrée directe de l'amplificateur, et l'autre à son entrée inversée.

Un tel montage permet à bon compte d'éliminer la composante continue du signal fourni par les photodiodes (fig. 5). Dans le cas du prototype que nous avons examiné, cette élimination est avantageuse ; elle simplifie le montage. Elle ne saurait toutefois se justifier dans la réalisation industrielle. En effet, cette composante continue représente tout simplement le niveau de luminance du sujet. Ainsi, si l'on récupère cette tension continue, et qu'on la mesure, on pourra connaître la quantité de lumière réfléchie par le sujet. Astucieux, non ? Le Correfot pourra aisément servir de posemètre, en plus de sa fonction naturelle d'indicateur de netteté.

Un filtre passe bande à front raide, centré entre 200 et 2 000 Hz environ, ne laisse passer que les signaux alternatifs de fréquence utile (produits par l'oscillation du graticule, que l'on peut présumer se situer aux alentours des 1 000 périodes par seconde). Ce filtre permet d'éliminer la composante alternative parasite produite par l'éclairage artificiel à incandes-

## Pourquoi Correfot ?

Le nom de Correfot sonne bizarrement. A quoi donc correspond-il ? Il ne s'agit pas du tout d'un strict choix de marketing, mais bien d'une correspondance avec la fonction réalisée, qui est de déterminer la **corrélation** maximale entre les deux pinces élémentaires passant par les extrêmes bords de la pupille de l'objectif, et issus d'un même point du sujet.

cence, et surtout par les néons (ce sont des parasites du même type qui provoquent l'allumage fou de l'afficheur à LED du Fujica ST 801, lorsque l'on vise un tube au néon ou un écran de télévision).

Ainsi, l'éclairage « alternatif » n'influe pas sur la précision de la mesure (fig. 6).

## Pourquoi des mesures erronées ?

Nous venons de voir que ce phénomène n'était pas directement lié à la présence d'un éclairage fonctionnant sur courant alternatif. Et pourtant, dans ce cas précis, c'était bien l'éclairage artificiel qui était en cause.

En effet, nous l'avons laissé entendre au début de cet article, la raison qui nous a poussé à approfondir le système Correfot fut notre incrédulité face à ce phénomène incroyable : un prototype, présenté au public sur un stand de la Photokina, et qui « mettait au point systématiquement à côté ».

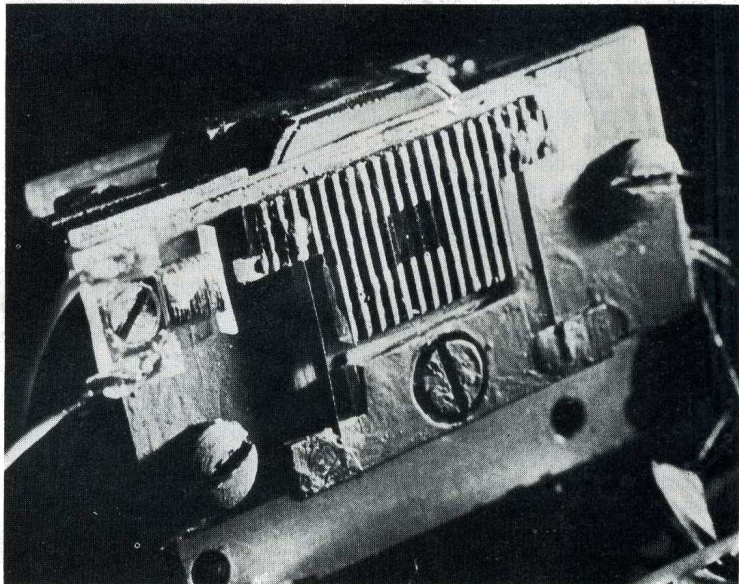
Nous ne pouvions en rester là ; il nous fallait des éclaircissements. L'équipe chargée de la recherche qui nous reçut à Wetzlar nous les a apportés : Leitz, contraint pour l'heure de faire appel à des composants électroniques du commerce,

faute des moyens considérables nécessaires pour financer la recherche et la réalisation d'un « chip » spécialisé, a jeté son dévolu sur une barrette de cinq photodiodes au silicium, non filtrées, produites en grande série par Siemens.

Or, on sait que les photodiodes au silicium sont extrêmement sensibles au rayonnement infrarouge, produit en grande quantité par les lampes à incandescence (2 800 K). La longueur d'onde élevée des infrarouges provoque on le sait, avec les objectifs dont la correction n'est pas apochromatique (à l'instar de l'Apotelyt de 180 mm), un décalage de plan de netteté. C'est très exactement ce qui se produisait avec le prototype présenté, équipé d'un objectif Macro Elmarit de 60 mm. Le Correfot effectuait le point sur le plan de focalisation du rayonnement infrarouge proche et surtout lointain, présent en proportion très importante dans les sources d'éclairage du stand.

Nous devons avouer que nous avons été nettement soulagé d'apprendre les raisons de ce mauvais fonctionnement fla-

*Module Correfot dans sa version actuelle.*



grant qui sera automatiquement supprimé au moment de la réalisation au stade industriel d'un « chip » de mesure employant des photodiodes au silicium filtré, ou au GaAsP.

## Comment se présente actuellement le Correfot ?

La présentation actuelle du module est celle d'un parallépipède métallique de trois centimètres de côté environ (cliché 2), qu'il sera facile de miniaturiser davantage.

Nous avons vu que le Correfot se compose grossièrement d'un graticule mobile, et d'une barrette de 5 photodiodes, dont quatre seulement sont utilisées.

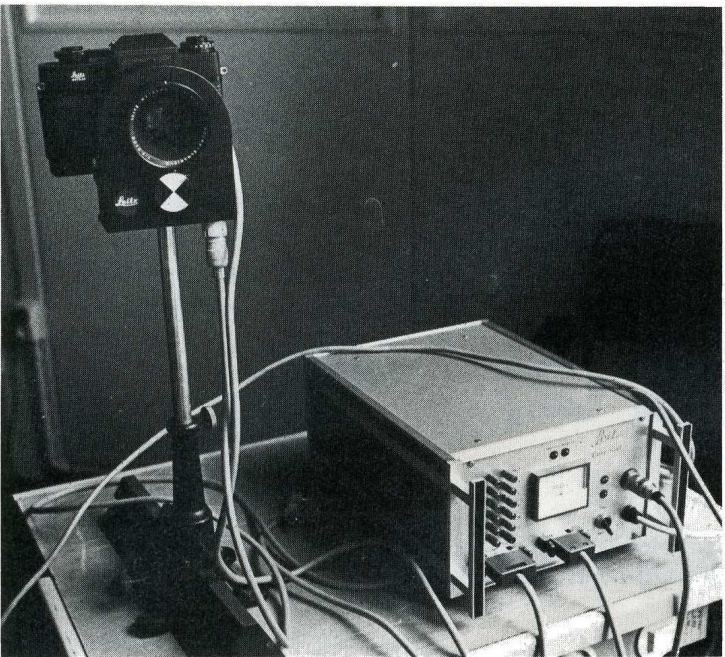
En fait, sa constitution générale est quelque peu plus complexe (figure 7). Le graticule, loin d'être une simple grille, est en fait constitué par une succession de prismes allongés, noircis en surface, sauf dans la partie centrale utile (figure 8).

La forme de ce graticule permet de moduler des sujets complexes, tels qu'on les rencontre en pratique dans la nature, et non de simples sujets test, tels que la fente lumineuse déjà évoquée.

Le graticule est du reste doublé par une lentille collectrice assurant la refocalisation de chaque faisceau primaire sur les photodiodes. La mise en situation de ce graticule prismatique est assuré par un système voisin de celui employé pour les sonnettes de porte ; un minuscule électro-aimant agit sur un aimant permanent (ou un barreau microscopique fer doux) solidaire du graticule.

Celui-ci est attiré, bandant les deux lames ressort qui assurent son maintien.

Du même coup, la bobine détectrice, placée de l'autre côté, sort du champ d'un aimant permanent ; c'est cette bobine qui assure la détection du mouve-



Prototype Leicaflex modifié pour recevoir le module Correfot. Remarquez la volumineuse électronique d'alimentation, de décodage et de commande.

ment du graticule, coupant le courant dans l'électro-aimant et le cycle recommence. Ce système de mise en vibration offre une stabilité amplement suffisante. La fréquence des vibrations du graticule n'a en effet pas besoin d'être extrêmement précise, puisque seule la relation de phase entre les signaux modulés est utilisée pour la détermination de la netteté.

Ceci explique sans doute la bande passante relativement étendue du filtre, destiné à éliminer les parasites de basse fréquence (50 Hz) ou de haute fréquence (effets stroboscopiques pouvant intervenir sur certains sujets en rotation rapide). Il semble que l'amplitude de la vibration soit à peu près égale au pas des prismes élémentaires du graticule.

L'électronique d'amplification et de traitement des informations (la fameuse boîte noire), est actuellement regroupée dans un boîtier séparé quelque peu volumineux, il faut bien l'avouer (cliché 3).

La raison en est à rechercher encore une fois dans l'emploi de composants très faiblement intégrés du commerce (ainsi, les amplificateurs opérationnels sont les très classiques 741 de Texas Instruments).

L'électronique de la « boîte noire », à base de circuits logiques TTL (portes) occupe également un volume considérable, ainsi que l'alimentation du moteur de mise au point.

Si l'on ne tient pas compte du problème de l'alimentation, sur lequel nous reviendrons, tous ces circuits peuvent aisément être intégrés sur une puce de silicium de quelques millimètres carrés, voire même sur la puce qui supportera les quatre photodiodes de détection. Cette énorme boîte, actuellement nécessaire, sera donc facile à remplacer par deux minuscules circuits de

moyenne et forte intégration, voire même par un seul (circuits dits MSI ou LSI, de « Medium scale » ou « Large Scale Intégration »). Ce n'est donc pas là que réside le problème, mais bien dans l'alimentation du moteur d'entraînement de l'objectif (fig. 9 et 10).

### Vers un « Super Correfot » ?

La précision actuellement atteinte est absolument remarquable, et plus que suffisante, puisqu'elle excède sensiblement les tolérances de positionnement du film dans votre couloir de guidage.

Le Correfot est en effet capable de détecter une erreur de focalisation ne dépassant pas  $\pm 0,005$  mm (5/1 000 mm)! Ce n'est donc pas de ce côté-là qu'il convient de rechercher.

A notre avis, et il semble que ce soit également celui du bureau de recherche de Wetzlar, la direction à suivre est incontestablement celle qui assurerait l'intégration de deux fonctions, mesure de la lamination du sujet et détermination de la mise au point, dans un même dispositif. Une telle disposition ne peut avoir que des répercussions extrêmement favorables sur le prix de revient du boîtier, par abaissement des coûts de main d'œuvre, et diminution du nombre des composants.

Cela, le Correfot peut d'ores et déjà le réaliser, ce qui le place indiscutablement à la pointe des systèmes actuels de mise au point automatique (outre le fait qu'il agisse derrière l'objectif, bien sûr). Une solution possible au problème de l'encombrement du moteur et de son alimentation résiderait dans l'adoption d'un système de mise au point semi-automatique pour les objectifs

de toutes focales jusqu'aux 180 mm. Le Correfot serait alors employé comme aide de mise au point ultrasensible et ultra-précis, remplaçant par deux LED rouges dans le viseur, les aides visuelles classiques (microprismes, télémètre de Dodin).

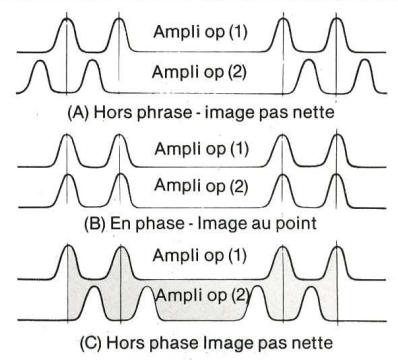


Fig. 3: Relation de phase entre les signaux observés à la sortie des deux amplificateurs opérationnels (le sujet est ici une simple fente lumineuse étroite, la forme des signaux et singulièrement le nombre de pics dépendant directement du sujet analysé). On note la différence évidente des relations entre les exemples (A) et (C), qui permettent à la « boîte noire » de savoir si la mise au point est effectuée « en avant » ou « en arrière » de la position optimale, et d'agir en conséquence.

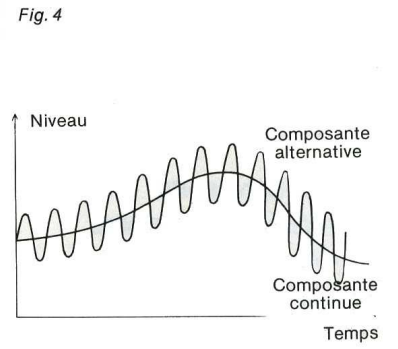
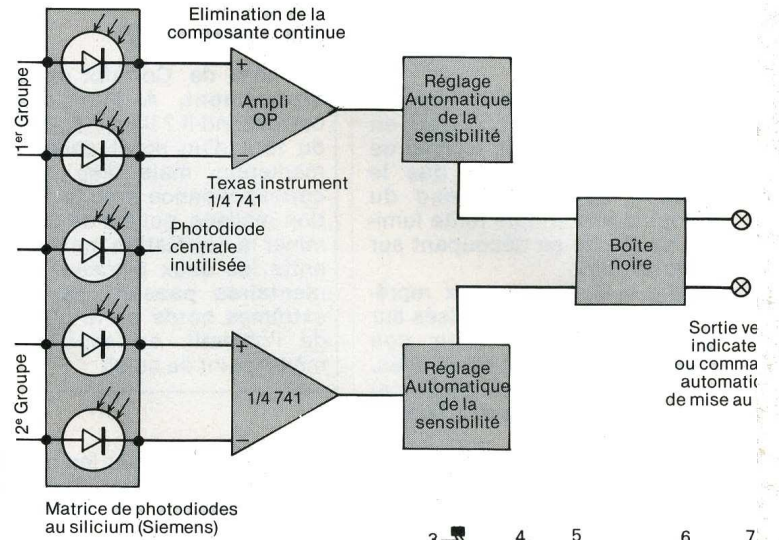


Fig. 5: En sortie de chaque photodiode au silicium, apparaît une tension continue, qui est fonction du niveau lumineux (brillance du sujet), et une tension alternative, générée par l'oscillation du graticule.

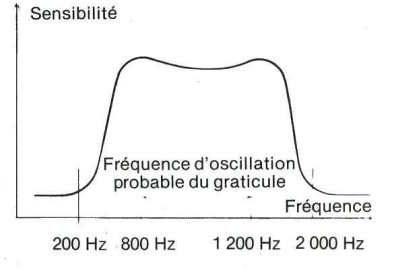


Fig. 6: Filtre passe-bande destiné à l'élimination de la composante 50 Hz des lampes à incandescence et des tubes au néon.

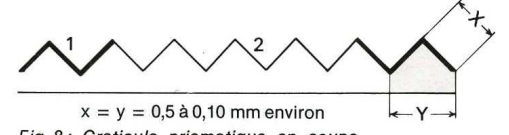


Fig. 8: Graticule prismatique en coupe. 1. Revêtement noir mat. 2. Partie centrale transparente.

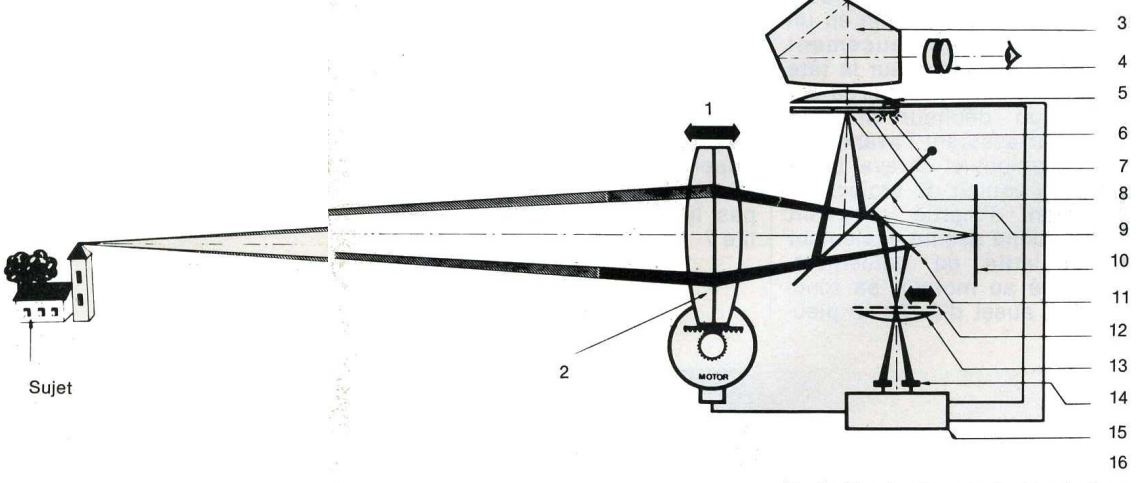


Fig. 9: Construction et principes du fonctionnement du système de mise au point Correfot de Leitz. 1. Mise au point. 2. Objectif lentilles. 3. Prisme. 4. Viseur. 5. Lentilles de champ. 6. Champ. 7. Diodes lumineuses pour équilibrer l'éclairage. 8. Dépoli pour mise au point visuelle. 9. Miroir principal semi-transparent. 10. Plan du film. 11. Miroir auxiliaire. 12. Trame mobile. 13. Lentilles de champ. 14. Cellules photoréceptrices. 15. Evaluation électronique.

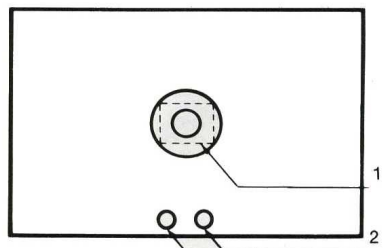


Fig. 10: Image du viseur. 1. Champ de mesure actif pour télémètre. 2. Diodes lumineuses pour l'affichage de la mise au point.

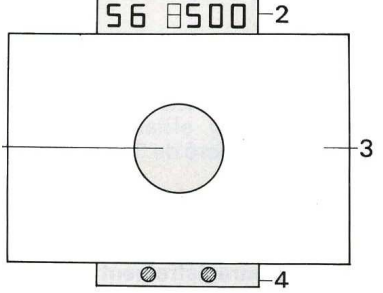


Fig. 11: Vers un Correfot idéal? Aspect du viseur d'un appareil futuriste doté du « Super-Correfot ». 1. Plaque centrale claire délimitant la mesure. 2. Affichage digital de diaphragme et de vitesse. 3. Verre dépoli uni doublé par une lentille de Fresnel, permettant le test de profondeur de champ. 4. Affichage de la netteté par deux LED.

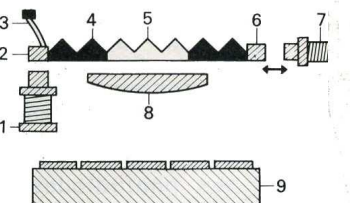


Fig. 7: Correfot Leitz en coupe. 1. Bobine détectrice. 2. Aimant. 3. Ressort-lame (rappel). 4. Graticule mobile. 5. Partie centrale transparente. 6. Aimant permanent. 7. Electro-aimant. 8. Lentille de champ (collectrice). 9. Matrice de 5 photodiodes non filtrés (Siemens).

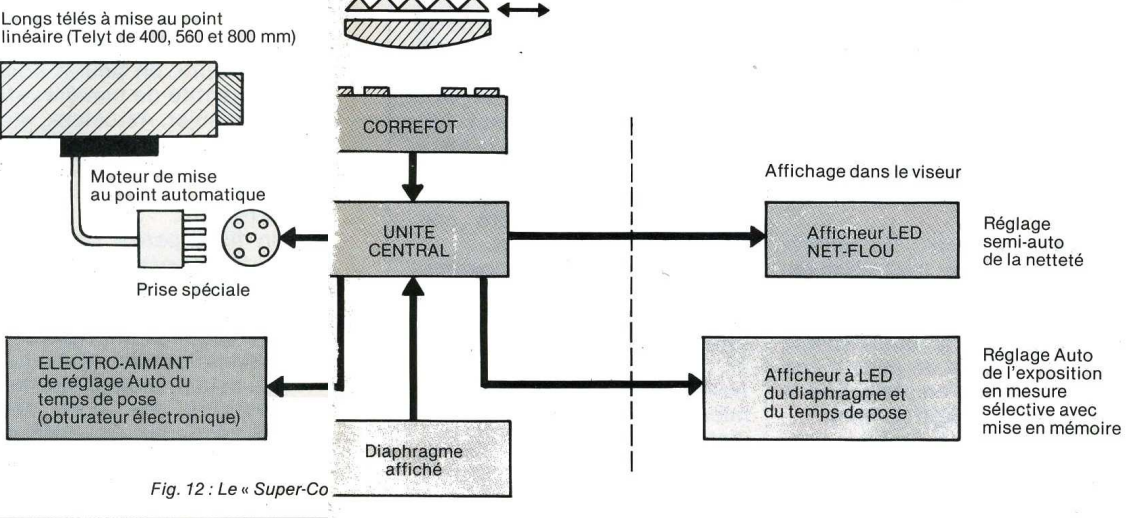


Fig. 12: Le « Super-Co

de toutes focales jusqu'aux 180 mm. Le Correfot serait alors employé comme aide de mise au point ultrasensible et ultra-précis, remplaçant par deux LED rouges dans le viseur, les aides visuelles classiques (microprismes, télémètre de Dodin).

Le Correfot assurant parallèlement la détermination automatique du temps de pose par commande de l'obturateur électromagnétique, en mesure sélective (conservant bien sûr la mise en mémoire qui fait l'agrément des actuels R-3), on aboutirait alors au viseur futuriste de la figure 11, comportant deux LED en guise d'arrivée de mise au point, et l'affichage digital de la vitesse (automatiquement sélectionnée) et du diaphragme. La mise au point automatique ne serait pas abandonnée pour autant, mais réservée aux objectifs de longue focale (Telyt) de 400 à 800 mm dans la gamme actuelle (fig. 12), ces objectifs comportent une particularité commune, celle d'offrir la mise au point linéaire par coulissement de deux tubes, ce qui faciliterait leur asservissement par un moteur; étant donné l'encombrement des fusils photographiques de 400 et 560 mm, il est facilement imaginable de loger une alimentation par accu Ni-Cd dans une crosse spécialement conçue à cette fin.

Le problème du poids et de l'encombrement serait ainsi aisément surmonté, puisqu'un seul et même ensemble (tube de mise au point motorisé, et crosse porte-accu) serait employé indifféremment avec la tête de 400 mm ou celle de 560 mm. Le cas du 800 mm, que l'on doit employer sur pied (voire sur deux pieds!) permet même d'imaginer, une batterie d'accumulateurs séparés.

Il serait, dans une telle cas, fort important de prévoir une possibilité de déclenchement du boîtier motorisé par une détente électrique sur la poignée de la crosse.

Cette détente devra impérativement comporter deux positions: la première plaçant le super Correfot sous tension, et la seconde assurant la mise en mémoire simultanée des deux fonctions automatiques, le réglage de l'exposition et la mise au point.

Il faut bien remarquer que l'emploi manuel du Correfot comme aide de mise au point ne comporte que des avantages: sa précision, nous l'avons vu est éblouissante; il offre une très grande sensibilité en basse lumière (bien meilleure que celle des aides optiques classiques, mais toutefois moindre bien évidemment que celle du Sonar, qui peut fonctionner dans l'obscurité complète); il permet un gain de temps important en permettant d'effectuer deux réglages en même temps (celui de l'exposition et de la

mise au point), et en éliminant tout tâtonnement, toute incertitude, courante avec les microprismes (on dépasse généralement le point de netteté optimale pour s'assurer qu'on l'a bien atteint).

### Un prochain Leicaflex ?

Sans doute pas, malheureusement... question de temps (la Photokina 1980 est dans 20 mois), et surtout d'argent! Il faut en effet produire les boîtiers en grande quantité pour pouvoir amortir les coûts de recherche extrêmement lourds nécessaires à la mise au point des circuits intégrés spécifiques indispensables.

Alors, une association avec Minolta? Pourquoi pas? Les recherches précédemment menées en collaboration ont semble-t-il donné de beaux fruits aussi bien à Leitz qu'à Minolta. Il ne serait pas déraisonnable d'imaginer la production en commun d'un module central « Super Correfot » que chaque firme serait ensuite libre d'employer à sa guise dans des boîtiers développés en toute indépendance. Il est de toutes façons assuré que nous serons fixés en 1982 sur le bien fondé de nos suppositions.

Mais qui fabriquerait ces modules? Pourquoi pas Honeywell (tiens, tiens) qui a acquis avec le Visitronic une expérience et un savoir irremplaçable dans la réalisation de circuits simples, mais de grande surface (cf NPC n° 73)?

Il serait amusant de voir Honeywell revenir ainsi au premier plan par le biais de la sous-traitance. Gageons cependant que la firme américaine n'a pas dit son dernier mot. Nous croyons avoir entendu Norman Stauffer marmonner entre ses dents qu'il n'avait pas du tout abandonné l'idée d'un Visitronic fonctionnant derrière l'objectif...

Et oui, pourquoi pas? Ronan Loaëc.