

La mise au point automatique

Les premiers appareils automatiques virent le jour en France en 1958, voilà donc près de vingt ans. A l'époque ils furent assez mal accueillis par les photographes sceptiques sur l'aptitude d'un tel matériel à assurer l'exposition correcte d'un film. Depuis, cette opinion ne s'est pas fondamentalement modifiée, mais les appareils automatiques se sont transformés pour laisser à l'opérateur le contrôle permanent des conditions de l'exposition. Les appareils automatiques et semi-automatiques se sont donc généralisés tant pour les usages amateurs que professionnels.

Les réglages du diaphragme et de l'obturateur sont restés, jusqu'ici, les seuls organes qui ont ainsi été automatisés. Il semble bien, cependant, que d'autres fonctions le seront dans les prochaines années. La miniaturisation des moteurs destinés aux boîtiers 24 x 36, notamment, laisse présager sur bien des modèles une automatisation de l'entraînement et de l'armement. Le Rolleiflex SL 2000 avec son moteur incorporé sera sans doute le premier appareil de ce type.

Une autre fonction importante, la mise au point de la distance, sera peut-être à son tour automatisée. Mais l'époque et les formes de cette évolution restent incertaines car les problèmes à résoudre sont délicats. Ceux-ci sont d'ailleurs à l'étude depuis plus de trente ans et les recherches n'ont abouti pour l'instant qu'à des réalisations dans des domaines particuliers du cinéma, de la projection et de l'agrandissement.

En cinéma, certaines caméras super 8 sont équipées d'une fausse mise au point automatique. C'est le cas du Servofocus Eumig ou du Focus-matic Bell et Howell. Le Servofocus n'est que l'asservissement de deux groupes mobiles de lentilles du zoom permettant de modifier la mise au point en fonction de la variation de la focale de façon que l'objectif reste constamment réglé sur l'hyperfocale. Le Focus-matic de Bell et Howell fait appel à un balancier qui, lorsqu'on incline la caméra, se maintient vertical. Dans son mouvement, ce balancier agit sur une came qui commande le réglage de l'objectif. Le système est étalonné pour assurer un réglage de la distance lorsque, en terrain horizontal, l'opérateur vise les pieds d'un acteur. Le Focus-matic, par contre, ne donne plus de réglage correct de la mise au point en terrain incliné. Il faut alors procéder à un réglage manuel de la distance.

Toujours pour le cinéma, il existe des systèmes de mise au point plus sophistiqués, par rayons infrarouges. Mais, nous le verrons plus loin, ils ne sont utilisables que dans certaines conditions et sur de courtes distances.

Sur les agrandisseurs, la mise au point automatique est simplement réalisée par couplage du porte-objectif au système qui permet son déplacement au-dessus du plateau. Sur les projecteurs de diapositive, la mise au point automatique (Autofocus) est courante. Celle-ci ne présente pas de grosses difficultés de réalisation. Elle consiste simplement à modifier la position de l'objectif en fonction de la position du plan du film, cette dernière étant légèrement variable d'une vue à la suivante ou par suite du gondolage de la pellicule sous l'action de la chaleur dégagée par la lampe.

LES CINQ PROCÉDÉS UTILISÉS A LA PRISE DE VUE

Lorsqu'il s'agit de réaliser une mise au point automatique sur un appareil de prise de vue, les difficultés surgissent. Le sujet, tout d'abord, n'est pas plan comme sur un projecteur où il est représenté par la pellicule. Il occupe un espace. Il importe donc de sélectionner le plan sur lequel se fera la mise au point. Ce choix est fait par l'opérateur, comme avec une mise au point télémétrique. Malheureusement, le système de lecture n'isole pas ce plan des autres plans comme le fait l'opérateur qui utilise le télémètre. Si le sujet est petit, le système de lecture intègre également les plans situés en avant et en arrière et la mesure s'en trouve affectée.

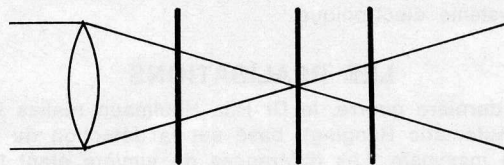
D'autre part, la mise au point automatique suppose l'emploi de cellules, d'amplificateurs de signaux lumineux ou électriques et de moteurs pour entraîner l'objectif. Actuellement, il est impossible de loger ces ensembles électriques et mécaniques dans un appareil sans augmenter sensiblement son poids et son volume. L'incorporation de la mise au point automatique aux petits formats dépendra donc de la réalisation de nouveaux types de circuits intégrés.

Les principes qui ont servi de base aux divers systèmes de mise au point automatique sont au nombre de cinq principaux : détection de l'image la plus lumineuse, détection de l'image la plus contrastée, mesure télémétrique et détection de l'image fournie par un rayonnement réfléchi par le sujet, ou du temps mis par ce rayonnement pour effectuer le trajet appareil-sujet-appareil.

DÉTECTION DE L'IMAGE LA PLUS LUMINEUSE FORMÉE PAR UN OBJECTIF

On sait que le maximum de lumière de l'image transmise par un objectif se trouve dans le plan où cette image est nette. Un exemple caractéristique est fourni par l'image du soleil, situé à l'infini, que donne une lentille convergente. Cette image est nette dans le plan focal où elle forme une tache minuscule dans laquelle est concentrée la lumière (fig. 1). En avant et en arrière de ce plan le faisceau s'élargit et la tache lumineuse, qu'on peut y recueillir sur un écran, est d'autant plus large que

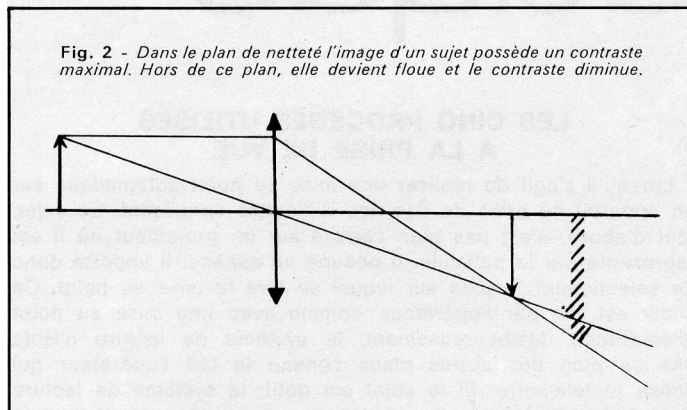
Fig. 1 - Trois positions successives d'un écran dans le faisceau lumineux formé par une lentille. La lumière est concentrée sur une surface de plus en plus petite lorsqu'on se rapproche du plan de l'image nette.



cet écran est éloigné du plan focal. Et si l'on considère une unité de surface déterminée sur cet écran, la quantité de lumière qu'on peut y mesurer est de plus en plus faible. En disposant sur cette unité de surface une cellule, celle-ci permet de détecter le plan de l'image nette par simple mesure de la lumière.

DÉTECTION DE L'IMAGE LA PLUS CONTRASTÉE

L'image formée par un objectif très ouvert possède un contraste maximal lorsqu'elle est nette. De part et d'autre du plan de netteté, l'image est floue, et ce d'autant plus qu'on s'éloigne de ce plan net (fig. 2). En devenant floue, l'image perd



son contraste, autrement dit les différences de luminance en divers points de la tache qu'elle forme sur un écran s'estompent ; la tache tend à devenir d'une luminance uniforme. Dans ce cas, deux cellules mesurant la lumière en deux de ses points procurent la même information alors que, dans le plan de l'image nette comportant des zones de luminances différentes, elles procurent deux mesures différentes. Ainsi, en utilisant deux cellules, il est possible de déterminer le plan d'une image nette, celui fournissant le plus grand écart de mesures.

MESURE TÉLÉMÉTRIQUE

On utilise un télémètre à coïncidence classique. Celui-ci, on le sait, dédouble l'image lorsque la mise au point n'est pas faite ; ces images coïncident dans le cas contraire. La superposition des deux images assure un maximum de luminosité et de contraste à l'image télémétrique, ce que peut détecter une cellule photoélectrique.

DÉTECTION D'UN FAISCEAU RÉFLÉCHI PAR LE SUJET

Une source de rayonnement (généralement infrarouge) émet un faisceau qui, après avoir été réfléchi par le sujet, est recueilli par un miroir concave qui le focalise. La position de cette image dépend, comme avec une lentille convergente, de la distance à laquelle se trouve le sujet. Une cellule est utilisée pour détecter la position de l'image infrarouge ainsi formée.

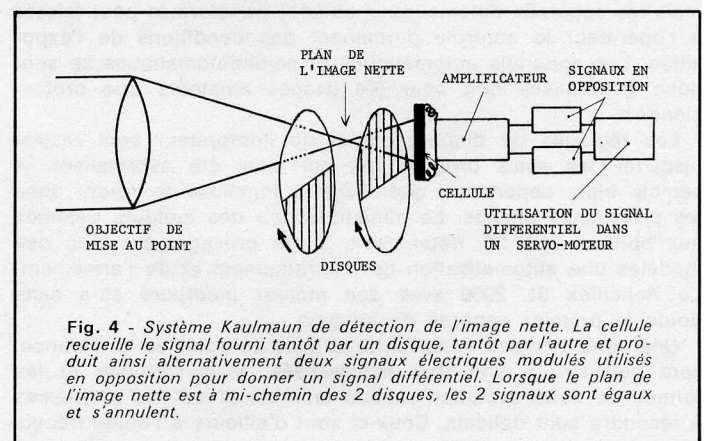
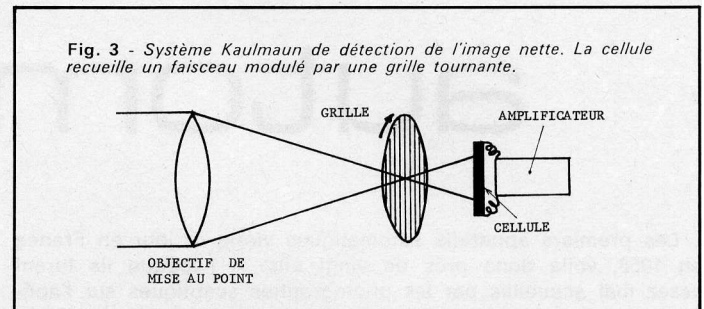
DÉTECTION PAR RADAR OU PAR LASER

Un faisceau laser ou radar est émis par un générateur, réfléchi par le sujet et recueilli par un récepteur. Le temps de parcours qui dépend de la distance émetteur-sujet-récepteur est mesuré par un système électronique.

LES RÉALISATIONS

Dès la dernière guerre, le Dr H.L. Haulmaun réalisa l'OPTAR (Optical Automatic Ranging), basé sur la détection du plan de luminosité maximale. Les différences de lumière étant toutefois très faibles pour des images voisines sur l'axe optique, Kaulmaun

modifia le système de base en demandant à la cellule, non de mesurer directement la lumière, mais de mesurer un faisceau préalablement modulé par une trame de lignes parallèles imprimées sur une lame tournant sur l'axe optique d'un objectif spécial de mise au point (cf. fig. 3). L'objectif de mise au point, couplé à l'objectif de prise de vue, se déplace jusqu'à ce que l'image nette coïncide avec la trame rotative. A cet instant la modulation de la lumière est maximale.



Le signal, amplifié dans un circuit électronique restait tout de même difficilement utilisable pour arrêter l'action du moteur. Le procédé fut donc amélioré en faisant appel à deux disques rotatifs tramés sur 180° chacun et séparés l'un de l'autre par un espace déterminé (fig. 4). Ainsi ont été obtenus deux faisceaux modulés qui, après conversion par une cellule en deux séries d'impulsions électriques, qui sont utilisées en opposition, permettent d'obtenir un signal différentiel. Ce signal amplifié et traité dans un circuit électronique est employé pour commander le moteur de mise au point. Lorsque le plan de l'image se situe exactement à mi-chemin des deux disques, les deux signaux sont identiques et les deux signaux électriques correspondant produits par la cellule s'annulent ; le moteur ne reçoit plus aucun courant : il s'arrête ainsi à l'instant où l'objectif de prise de vue donne une image nette sur le plan du film.

Ce système qui utilisait à l'époque des composants relativement gros, a surtout été utilisé en photographie aérienne.

CANON AUTO-FOCUS

En 1963, Canon présenta un appareil 24 × 36 également basé sur la détection de la luminosité de l'image nette et la recherche d'un signal électrique différentiel pour obtenir l'arrêt du moteur entraînant l'objectif lorsque ce signal devient nul (fig. 5).

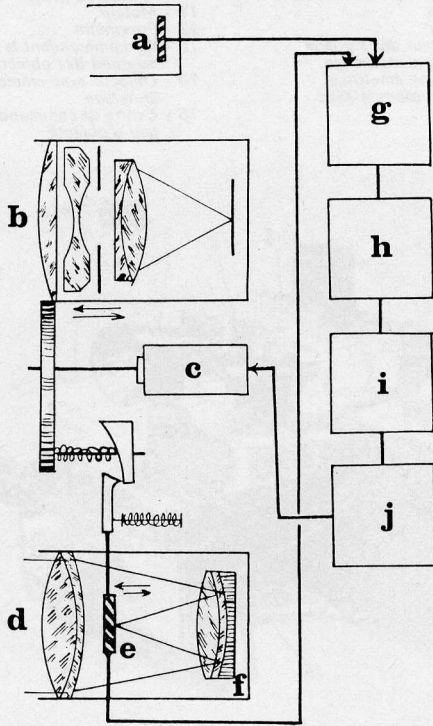
A cet effet, un objectif de mise au point produit une image sur une cellule CdS ; dans le viseur une seconde cellule reçoit également une image lorsque l'opérateur cadre la zone de mise au point. L'image dans le viseur est toujours nette : le signal est donc maximal. Le signal dans l'objectif de mise au point

n'est maximal et égal au signal du viseur que lorsque l'image nette se forme sur la cellule. A ce moment les deux signaux électriques correspondant s'annulent et le moteur qui entraînait l'objectif de mise au point et l'objectif de prise de vue s'arrête.

Le système Auto-focus n'a pas dépassé le stade du prototype. Son fonctionnement n'a jamais été parfaitement satisfaisant.

Fig. 5 - La mise au point automatique de l'Auto-Focus
Schéma de fonctionnement tel qu'il a été donné par Canon :

- a) Cellule de référence du viseur ;
- b) Objectif de prise de vue ;
- c) Micro-moteur assurant le déplacement conjoint de l'objectif de prise de vue et de la cellule de mise au point ;
- d) Téléobjectif de mise au point ;
- e) Cellule au sulfure de cadmium pour la détection du plan de l'image nette ;
- f) Miroir ;
- g) Etage amplificateur ;
- h) Premier étage différentiel ;
- i) Second étage différentiel ;
- j) Etage interrupteur.



TÉLÉMÈTRE PHOTOÉLECTRIQUE

En 1960, le Français A. Martin réalisa un télémètre à mise au point automatique par mesure du contraste de l'image nette au moyen de deux photodiodes, selon le principe que nous avons donné plus haut. Les deux cellules, montées en opposition, permettaient d'utiliser un signal différentiel agissant sur un micro-moteur pour faire la mise au point.

LEITZ CORREFOT

A la dernière Photokina, Leitz a présenté le système Correfot basé sur un principe similaire. Toutefois, le signal analysé par les deux cellules est un signal modulé par une grille rotative (fig. 6).

Comme dans un Leicaflex, un faisceau lumineux traverse le miroir reflex puis est dirigé vers le fond du boîtier où deux cellules recueillent ses rayons marginaux. Une grille tournante transforme ces rayons en trains d'impulsions. Lorsque la mise au

Fig. 7 - Système Visitronic Honeywell.

- 1 - Détecteur
- 2 - Miroir fixe
- 3 - Objectif
- 4 - Miroir tournant
- 5 - Moteur du miroir
- 6 - Contact
- 7 - Moteur de l'objectif

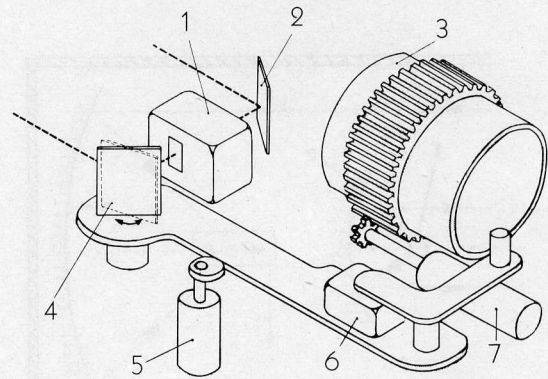
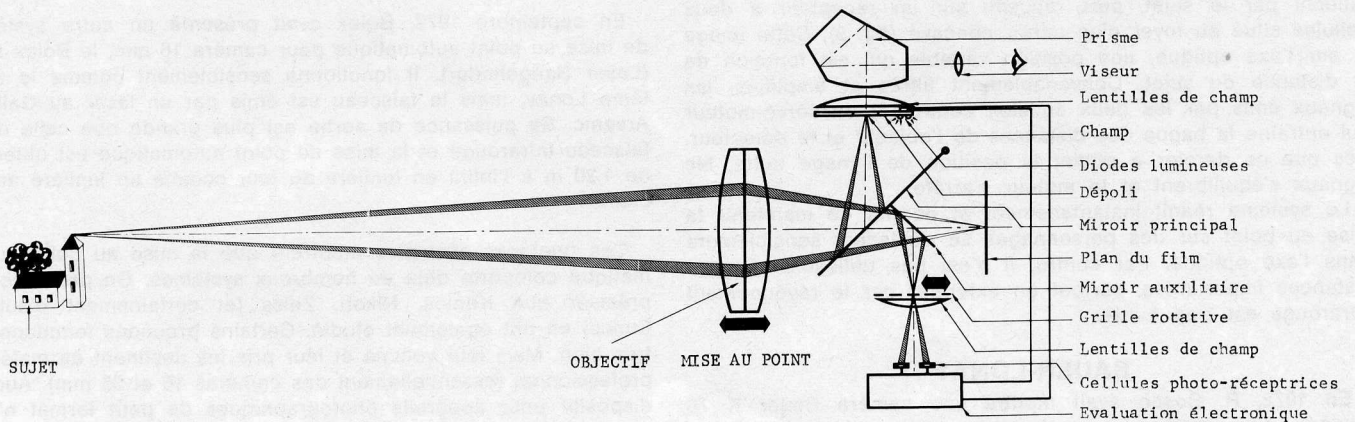


Fig. 6 - Système Correfot de Leitz.



point n'est pas parfaite, la grille intercepte deux faisceaux, et produit deux signaux déphasés. Lorsque cette mise au point est faite, l'interception se fait sur le plan de l'image nette, à la jonction des faisceaux : les signaux sont alors en phase. Ils provoquent l'allumage de deux diodes dans le viseur et l'opérateur cesse de tourner la bague de mise au point de l'objectif. Le système, en effet, est seulement semi-automatique.

HONEYWELL VISITRONIC

Il s'agit d'un système télémétrique classique avec détecteur du contraste optimal à la coïncidence des images. Un micro-moteur assure l'entraînement de l'objectif et du miroir mobile du télémètre. Dès que la coïncidence est réalisée les signaux issus des cellules s'annulent et le moteur s'arrête (fig. 7).

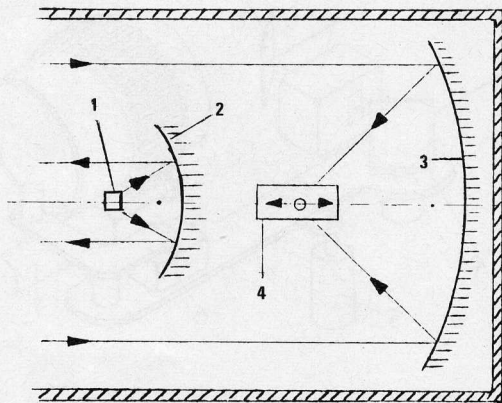
Ce système a été présenté à la Photokina 76 sur un objectif Pentax Zoom 2,8/35-70 mm. Le même dispositif équipait déjà en 1972 les caméras super 8 Elmo SL 76, Eumig SE et Sankyo VAF.

BOLEX A.I.R.

En 1968, Bolex présenta un système à mise au point par infrarouge pour ses caméras 16 mm, l'A.I.R. (Automatic Infrared Rangefinder).

Fig. 8 - Système Bolex A.I.R.

1. Source d'infrarouge - 2. Miroir - 3. Miroir récepteur du faisceau réfléchi - 4. Détecteur à cellules décelant la position de l'image du faisceau infrarouge.



Un générateur d'infrarouge émet un rayon modulé qui est réfléchi par le sujet, puis recueilli sur un récepteur à deux cellules situé au foyer d'un miroir concave (fig. 8). Cette image a, sur l'axe optique, une position variable qui est fonction de la distance du sujet. Convenablement filtrés et amplifiés, les signaux émis par les deux cellules contrôlent un servo-moteur qui entraîne la bague des distances de l'objectif et le détecteur. Dès que ce dernier a atteint la position de l'image nette, les signaux s'équilibrent et le moteur s'arrête.

Le système réagit instantanément et permet de maintenir la mise au point sur des personnages se déplaçant sensiblement dans l'axe optique. Par contre, il n'est pas utilisable sur des distances importantes, surtout en extérieur car le rayonnement infrarouge est trop faible.

BAUER-LONAY

En 1972, R. Bosch avait montré une caméra Bauer K 76 équipée d'un système avec émetteur et récepteur infrarouge conçu par l'Institut de Recherches de Lonay. Le faisceau infra-

rouge est ici modulé dans le faisceau optique du zoom de la caméra. Il est recueilli par un détecteur situé sous ce zoom.

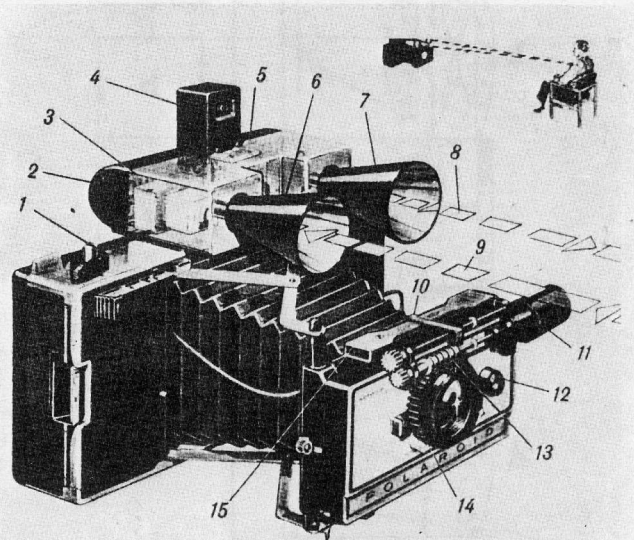
La distance est, cette fois, déterminée par le temps mis par le rayon à parcourir le trajet, un peu comme cela se passe avec un Sonar. Le système, comme l'A.I.R., est surtout intéressant aux courtes distances.

POLAROID

Il est peu de firmes importantes qui n'aient pas à l'étude un système de mise au point automatique. C'est ainsi que Polaroid a conçu un procédé pour ses appareils de photographie instantanée. Il s'agit, comme dans le Bauer-Lonay, d'un système analyseur d'impulsions après réflexion du faisceau par le sujet (Fig. 9).

Fig. 9 - Système Polaroid de mise au point automatique.

- | | |
|-------------------------------------|--|
| 1 - Déclencheur | 9 - Signal modulé recueilli |
| 2 - Piles | 10 - Commande de réglage de la mise au point |
| 3 - Analyse des informations reçues | 11 - Moteur |
| 4 - Viseur | 12 - Posemètre |
| 5 - Emetteur des signaux | 13 - Vis commandant la mise au point de l'objectif |
| 6 - Antenne réceptrice | 14 - Objectif avec crémaillère annulaire |
| 7 - Antenne émettrice | 15 - Centre de commande du moteur d'objectif |



BOLEX L.R.

En septembre 1972, Bolex avait présenté un autre système de mise au point automatique pour caméra 16 mm, le Bolex L.R. (Laser Rangefinder). Il fonctionne sensiblement comme le système Lonay, mais le faisceau est émis par un laser au Gallium Arsenic. Sa puissance de sortie est plus grande que celle d'un faisceau infrarouge et la mise au point automatique est obtenue de 1,20 m à l'infini en lumière du jour comme en lumière artificielle.

Ces quelques exemples montrent que la mise au point automatique comporte déjà de nombreux systèmes. On peut encore préciser que Konica, Nikon, Zeiss (et certainement d'autres firmes) en ont également étudié. Certains procédés fonctionnent très bien. Mais leur volume et leur prix les destinent au matériel professionnel (essentiellement des caméras 16 et 35 mm). Aucun dispositif pour appareils photographiques de petit format n'est pour l'instant satisfaisant, c'est-à-dire fiable, précis, de faible volume pour être incorporé à un appareil, et de prix modéré.