

LIONEL  
GÉRARD-COLBÈRE

# Une moto dans un tiroir

Ranger un appareil photo dans un tiroir, c'est banal. Y ajouter une bouteille d'apéritif ou de parfum aussi. Joindre au tout, dans le même tiroir, une énorme moto, ça l'est moins... « Sauf si ce ne sont que des photos », me direz-vous : « vos objets sont, en fait, plats comme des crêpes ». « Pourtant, en les regardant derrière une lampe, ils sont comme vivants. On croirait qu'on peut les saisir : démonter l'objectif du réflex, boire l'apéritif de la bouteille ; et comme la vaste selle de cette moto et ses pots d'échappement brillants, sous les saules pleureurs, sont une invitation au voyage ! Oui, on jurerait qu'ils sont en relief. » Je regrette de ne pas pouvoir vous présenter ces images dans le Nouveau Photocinéma ; malheureusement, pour être vues en relief il faudrait y coller avec précision un écran lenticulaire en plastique et les impératifs techniques... Qu'importe : des photos similaires, vous en verrez dans très peu de temps aux devantures des bijoutiers, des parfumeurs, des négociants en vins, des revendeurs photos, des agents immobiliers et des garagistes. Sans parler des stations de métro modernisées et des vitrines de musées. Car le matériel pour les faire — c'est cela qui est nouveau — vient d'être commercialisé par Pictorial Service et ne coûte que 18 000 F (hors taxes) : une paille pour toute entreprise d'envergure ! Et la prise de vues est à peine plus compliquée qu'avec une chambre classique.

## Un peu d'histoire

L'homme perçoit le relief grâce à la vision binoculaire, c'est-à-dire à l'observation de l'environnement par les deux yeux à la fois.

C'est le physicien grec Euclide qui, en 280 av. J.C., constata le premier que la sensation de profondeur venait de la perception

simultanée de deux images différentes d'un même objet (la synthèse des deux images étant faite par le cerveau) : la différence de point de vue entre les yeux est nommée « parallaxe binoculaire ».

En fait, la physiologie moderne révèle que la perception du relief provient de trois facteurs principaux :

- la parallaxe binoculaire
- le degré de convergence des axes visuels (d'autant plus écartés que le sujet est plus près, avec un maximum de 5°)
- l'accommodation (mise au point de l'œil par déformation du cristallin).

En fait, ces trois facteurs n'expliquent pas toute la perception du relief, sinon comment les borgnes pourraient-ils percevoir le relief ? Or, ils le perçoivent, ainsi que nous lorsque nous examinons une photo. Cela est dû au rôle d'intégration du cerveau, ce dont le jeune enfant est incapable, et c'est pour cela qu'une photo est, pour lui, un simple bout de papier.

## La stéréo-photographie

En 1838, seize ans seulement après la découverte de la photographie par Niepce, un physicien anglais, Sir Charles Wheatstone, invente la prise de vues en relief et sa restitution oculaire à l'aide d'une visionneuse.

Deux photographies d'un même objet, prises à quelques centimètres de distance, sont montées dans une boîte à miroirs perpendiculaires. Chaque œil voit une image à l'aide du miroir correspondant (Fig. 1).

La photo en relief est née !

Dès 1865, Guilleminot a l'idée de monter deux appareils photographiques en un seul, avec deux objectifs accolés comme les yeux humains, pour prendre des couples d'images simultanément. Et, au début du

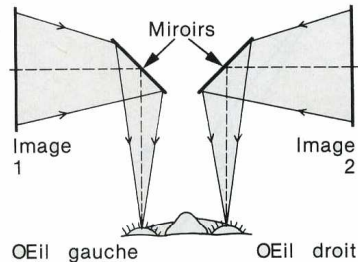


Fig. 1

20<sup>e</sup> siècle, la photographie stéréoscopique va prendre son essor. D'innombrables appareils à deux objectifs furent construits ; le plus connu d'entre eux est sans conteste le Vérascope Richard, l'une des plus belles réalisations photographiques françaises de l'entre-deux-guerres. Les appareils monoculaires à objectif interchangeable, tel le Leica, l'Exakta, le Contaflex... reçurent des diviseurs optiques frontaux, à fixer sur la monture à fitres de l'objectif standard. Avec ces diviseurs optiques, le format 24 x 36 mm des appareils donne un couple d'images stéréo 18 x 24 qui peut être lu par une visionneuse spéciale. Le dispositif Asahi Pentax, toujours fabriqué, reprend cette formule. La stéréo connut une immense popularité dont témoignent les stéréoscopes Lestrade, vendus dans des dizaines de milliers de familles. Elle reçut un appui militant de milliers de convaincus : certains achètent la belle paire d'objectifs fabriquée par le studio Péret pour le Bronica EC-TL, d'autres apparent avec succès deux Instamatic premier prix, et présentent les diapositives manuellement, avec des petits projecteurs soviétiques « Etud », très robustes, légers et peu coûteux (ça marche je l'ai vu).

Cependant la stéréo ne put jamais détrôner la photo monoculaire classique. Depuis la dernière guerre elle a connu une régression régulière, et si le studio Péret est extrêmement actif,

il est le seul en France à présenter une gamme complète de matériel. Le « Super Duplex 120 » (voir NPC n° 62 de nov. 1977), est l'unique descendant des innombrables appareils photos stéréo de jadis.

Pourtant, la stéréo représentait un réel progrès par rapport à la photo monoculaire. Mais pour que la photo en relief s'ouvre à nouveau sur un vaste public, il fallait qu'elle puisse être vue par de nombreuses personnes à la fois et sans lunettes, ni visionneuse stéréo, ni projecteur spécial. Il fallait donc un procédé entièrement différent.

## L'holographie

L'holographie pouvait-elle être ce procédé ? Rappelons que l'holographie est un procédé de photo « 3 D » à partir de lumière cohérente. La source lumineuse est un laser. Le résultat photographique est un hologramme, inintelligible seul, mais qui donne une image « 3 D » par observation sous lumière cohérente. Il faut donc un laser à la fois pour la prise de vues et l'observation de l'hologramme (certains hologrammes sont cependant visibles sous lumière blanche). Même si l'holographie représente tout l'objet, y compris ses faces cachées, et ce avec une finesse de détails excellente, elle n'a pas pu acquérir une vaste diffusion en dehors d'applications militaires, techniques ou scientifiques.

## La photo sur écran lenticulaire

La photographie sur écran lenticulaire utilise un éclairage et du film ordinaire, comme la stéréophotographie. Mais un seul photogramme est nécessaire. Alors d'où provient l'impression de profondeur ? De ce que la



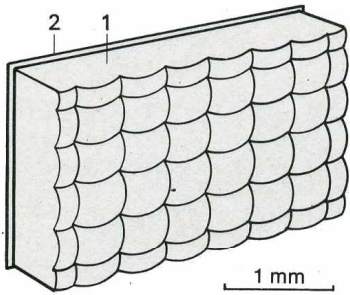


Fig. 2: 1. écran lenticulaire - 2. film.

photo prise avec l'appareil spécial renferme en réalité plusieurs images prises à partir de points de vue légèrement différents. Comment enregistrer plusieurs images sur un seul négatif et sans qu'elles soient confondues pour autant ? A l'aide d'un écran transparent renfermant des milliers de petites lentilles demi-cylindriques dont la longueur focale coïncide avec la face arrière, c'est-à-dire avec le film (Fig. 2).

Supposons (fig. 3) une chambre photographique de grand format (20 x 25 cm par exemple) équipée d'un écran lenticulaire de ce type, placé juste contre le film.

Dans la figure 3, nous avons décentré la chambre et amené le sujet à couvrir tout le format du film. Remarquons cependant que l'image du sujet obtenu à travers un écran lenticulaire n'aura pas une structure homogène : l'écran va tendre à faire converger les images élémentaires au centre des lentilles correspondantes. L'image sera donc discontinue : la lentille correspondant à  $A_1$ , par exemple, donnera une petite plage lumineuse sur le film, plage entourée de noir. Il en va de même en  $B_1$ , mais dans le cas de  $B_1$ , la plage correspondant au point B du sujet sera excentrée par rapport à l'axe optique de la petite lentille, alors que la tache correspondant à  $A_1$  sera dans l'axe optique de la petite lentille qui lui fait face. Toutes les zones non exposées de l'image, on le voit, sont prêtes à

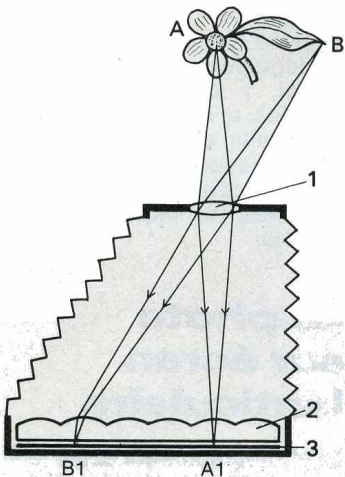


Fig. 3: A, B, centre et périphérie du sujet - 1. objectif unique - 2. écran lenticulaire - 3. film montrant les images  $A_1$  et  $B_1$  du sujet fournies par l'objectif à travers l'écran lenticulaire.

recevoir d'autres impressions du sujet, distinctes des précédentes.

Décalons maintenant la chambre photographique de quelques centimètres (fig. 4). Nous observons le sujet suivant un autre point de vue, à la manière de nos deux yeux qui ne voient pas la même réalité. Décentrons la chambre de façon à ramener l'image du sujet au même emplacement du film.

Si nous avons opéré sans écran lenticulaire, les points  $A_1$  et  $A_2$  d'une part,  $B_1$  et  $B_2$  d'autre part, seraient superposés, quoique les images  $A_1B_1$  et  $A_2B_2$  soient différentes à cause du décalage de l'objectif, reproduisant la parallaxe binoculaire dont nous avons parlé au début de cet article.

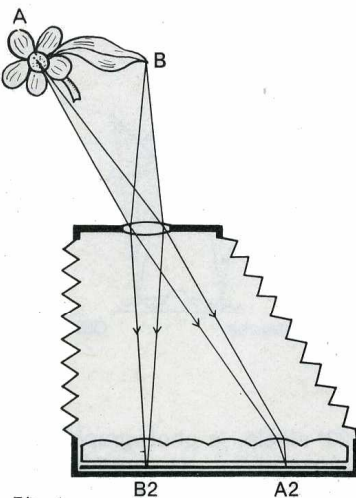


Fig. 4

En réalité, dans le cas de la figure 4, les plages lumineuses formées par chaque lentille de l'écran sont distinctes de celles que nous avions sur la figure 3 : elles se forment à des emplacements qui, dans le cas précédent, étaient restés obscurs, et vice-versa.

Par ex. sur la fig. 3,  $B_1$  est excentré par rapport à l'axe optique de la lentille qui lui fait face, tandis que sur la fig. 4,  $B_2$  se trouve dans l'axe optique de cette lentille. C'est le contraire pour  $A_2$ . Il faut, naturellement, que le sujet ait été cadré exactement de la même façon.

Si nous avons opéré deux expositions sur le même film, celui-ci renferme maintenant deux images distinctes du sujet :  $A_1B_1$  et  $A_2B_2$ , décalées de quelques dixièmes de mm. En regardant le film développé sans l'écran lenticulaire, nous aurons une perception plate et confuse où les images seront superposées les deux yeux percevant simultanément  $A_1B_1$  et  $A_2B_2$ .

En superposant l'écran lenticulaire au film, par contre, une sélection optique s'opère : l'un des yeux ne pourra percevoir qu' $A_1B_1$  et l'autre qu' $A_2B_2$ . Le résultat est saisissant, surtout en diapositive couleur : le film en tant que surface plane semble disparaître pour laisser place à une image aérienne étagée en profondeur. L'effet étant

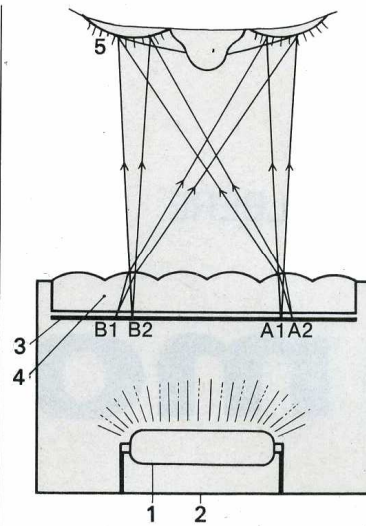


Fig. 5: Perception du relief d'une image M.D.P. - 1. tube fluorescent - 2. caisson lumineux - 3. film diapositif de grand format - 4. écran lenticulaire - 5. observateur.

pour le moins inhabituel, l'image paraît plus vraie que nature !

Remarquons que la perception du relief de l'image faite par le procédé M.D.P. (1) est bonne sous des incidences variées car, en fait, lors de la prise de vue, on passe progressivement du cas représenté sur la fig. 3 à celui de la fig. 4, sans fermer l'obturateur entre-deux. Non seulement un point A de l'image est visible sous un angle d'environ  $30^\circ$ , à travers la lentille qui lui correspond (fig. 6) mais il l'est aussi à travers les lentilles qui la précèdent et le suivent immédiatement, et même avec deux lentilles de décalage. Toutefois, dans ce dernier cas, le relief est moins attrayant.

Le principe d'utilisation des écrans lenticulaires fut acquis voici de nombreuses années. Mais c'est seulement vers 1965 que les progrès concernant les matières plastiques permirent la réalisation d'écrans lenticulaires précis et bon marché. En fait, les procédés actuels n'utilisent pas des écrans lenticulai-

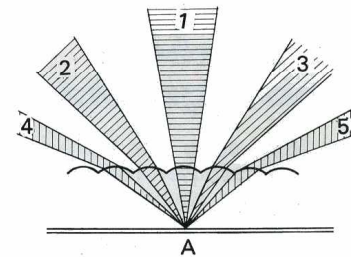


Fig. 6: Zones de perception du relief d'une image M.D.P. : 1, 2, 3 : positions optimales - 4, 5 positions moins bonnes.

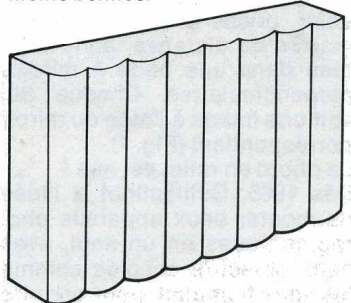


Fig. 7: Ecran lenticulaire à éléments cylindriques.

res à éléments sphériques, mais des écrans à éléments cylindriques (fig. 7), qui, seuls, peuvent être réalisés avec la précision nécessaire pour un prix modique.

Dans le procédé M.D.P., la largeur des éléments est de 0,17 ou 0,3 mm pour la prise de vues, 0,3 ou 0,6 mm pour l'agrandissement (0,9 mm en préparation). Il ne résulte aucun inconvénient du choix d'écrans à lentilles cylindriques si ce n'est la nécessité de toujours observer l'image avec le plan horizontal de la tête perpendiculaire à l'axe des cylindres des lentilles. Mais on ne regarde pas une bouteille à l'horizontale et un horizon à la verticale !

La prise de vues se trouve même simplifiée de ce choix. Tandis que la théorie de la photographie M.D.P. s'affinait, et que la technologie des plastiques progressait, un chercheur français du C.N.R.S., M. Bonnet, mettait au point une première réalisation pratique.

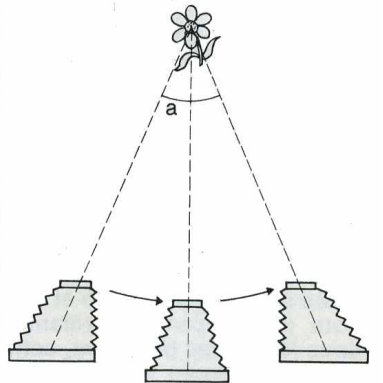


Fig. 8: Mouvement de la chambre autour du sujet dans le procédé Bonnet - a) angle de rotation de la chambre.

## Le procédé Bonnet

Le procédé Bonnet, nous l'avons en fait décrit ci-dessus. M. Bonnet a construit une chambre qui tourne autour du sujet pendant la prise de vues (fig. 8).

Le décentrement de l'objectif est asservi à la rotation de la chambre de telle sorte que l'image se trouve toujours centrée de façon identique sur le film. Il faut remarquer que, pour obtenir une bonne image, tout le film qui fait face à chaque lentille doit être impressionné à travers celle-ci, mais pas plus ; c'est-à-dire que les vecteurs  $A_1A_2$  et  $B_1B_2$  doivent être égaux à la largeur de la lentille cylindrique. On dit que ces vecteurs ont la largeur d'un « pitch ». Si le vecteur est plus petit que la largeur de la lentille (fig. 9), le film présente des raies de sous-exposition : il est utilisable, mais non parfait.

Par contre, si les images fournies par des lentilles voisines se superposent, la photo est à éliminer (fig. 10).

Afin que tout le film soit



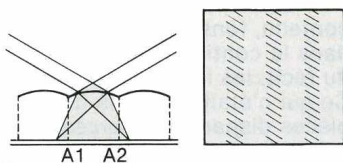


Fig. 9

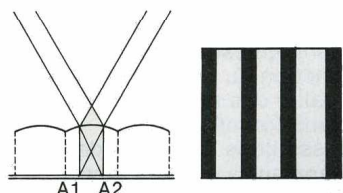


Fig. 10

exposé, mais pas plus, on fait varier l'angle  $\alpha$  de la figure 8 en fonction de la distance du sujet-objectif, l'angle maximum étant de  $24^\circ$ . En raison de son encombrement et de sa complexité, la chambre de Bonnet ne peut servir qu'à l'horizontale en studio et pour les objets de dimensions limitées; en outre, le matériel photo spécial ne peut être commercialisé en grande série. Une demi-journée est un minimum nécessaire pour la prise de vues. Néanmoins, Daniel Binther (dont nous avons récemment présenté de superbes photos de fleurs, mais en deux dimensions, voir N.P.C. n° 56), et Jean Deneuve ont installé à Paris, 61 bd Bessières, le studio Publiteco qui utilise le procédé Bonnet pour des images tridimensionnelles de  $13 \times 18$  à  $30 \times 40$  cm.

## Le procédé Ken Law

Un inventeur canadien, Ken Law, commença à travailler sur la photo 3D par écrans lenticulaires en 1959. Un prototype, fabriqué en 1975, permit de vé-

fier la possibilité d'industrialisation du procédé. Dès qu'on put déterminer que l'appareil de Ken Law pouvait être construit en grande série pour un prix accessible aux professionnels, la production fut commencée à Hong-Kong et l'appareil est vendu dans le monde entier. En France, il est distribué par Pictorial Service qui assure le développement, l'agrandissement et la reproduction des images M.D.P.

Comment fonctionne la chambre WT-102 de Ken Law ?

La WT-102 est, au premier abord, une classique chambre  $20 \times 25$  cm sur banc optique, pesant 12 kg (photo ci-dessous).

Seuls l'objectif et le panneau arrière diffèrent; ils sont d'ailleurs amovibles pour faire des photos en deux dimensions. L'objectif standard spécial  $f/16$  de 300 mm est interchangeable avec un objectif macro de 150 mm et un semi-télé de 400 mm de même ouverture.

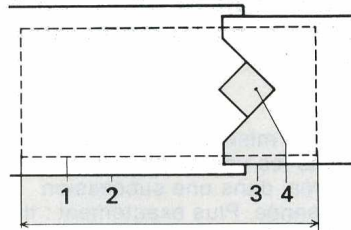


Fig. 11: Fonctionnement de l'obturateur-diaphragme de la chambre WT-102 : 1. contour de l'objectif - 2 et 3: lamelles métalliques échan-crées - 4. orifice d'exposition réglable par écartement des lamelles.

L'objectif a un aspect rectangulaire inhabituel, avec une largeur de 80 mm. L'obturateur-diaphragme est monté entre les lentilles; il est formé de deux lamelles échancrées qui se déplacent de droite à gauche

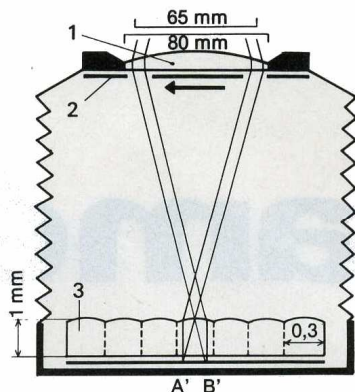


Fig. 12: Principe de la chambre WT-102 - 1. objectif - 2. obturateur-diaphragme passant progressivement de la position A à la position B - 3. écran lenticulaire - 4. film où se déposent les images élémentaires A' et B' du sujet, vu des points de vue différents A et B (ainsi que des points de vue intermédiaires).

pendant la prise de vues d'une longueur de 65 mm, c'est-à-dire de l'écartement interpupillaire humain (fig. 11).

L'ouverture est réglable de  $f/16$  à  $f/90$  sur les trois objectifs et le temps de pose de 1 à 8 s. Il faut compter, outre la prolongation de pose spécifique de la photo rapprochée, une perte d'un diaphragme avec le dispositif pour photo en relief.

L'écran lenticulaire à éléments cylindriques de 0,3 ou 0,17 mm de largeur est mobile, afin que A'B' (distance des images élémentaires du sujet dans les deux positions extrêmes de l'obturateur-diaphragme) soit égal au « pitch », à la maille du réseau lenticulaire (fig. 9 et 10).

La largeur A'B' étant directement liée à la longueur du soufflet, un abaque permet de déterminer la vitesse de translation de l'écran lenticulaire à afficher sur le micro-moteur qui commande son déplacement, synchronisé à celui de l'obturateur diaphragme. La société Picto prétend que son matériel aurait trois avantages sur les procédés antérieurs :

- Le déplacement est limité à l'obturateur, donc aucun statif complexe. Un bon pied suffit et le travail en extérieur ne présente aucune difficulté: six petites piles « bâton » suffisent à alimenter la WT-102.
- La distance interpupillaire est constante, celle de l'œil humain, donc la perception du relief est constante aussi lorsque le même objectif est utilisé à la prise de vues. Mais une interprétation du relief pourrait être souhaitable. C'est ce que permet le procédé Bonnet.
- La translation de l'écran lenticulaire redresserait l'image au niveau de chaque lentille alors que dans les procédés anté-

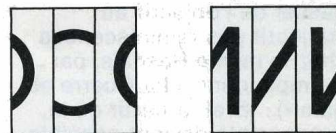


Fig. 13: Représentation d'un O et d'un N de petite taille avec un procédé 3D utilisant un écran lenticulaire fixe.

rieurs, celle-ci serait inversée à l'intérieur de chaque lentille, ce qui nuirait à la finesse des petits détails (fig. 13).

## Réapprendre à photographier

La photographie tridimensionnelle M.D.P. reprend à son compte la plupart des éléments de la photo en deux dimensions: si l'usage du flash n'est pas actuellement possible, l'éclairage et la sensimétrie sont identiques à peu de choses près.

La restitution parfaite du relief par la chambre WT-102 est assurée dans un cube de 2 m de base, néanmoins on peut atteindre 6 m, voire 10 m au détriment de l'effet de relief pour les arrière-plans.

La profondeur de champ du 300 mm est très faible. Or, en photo 3D, on est beaucoup plus exigeant sur la netteté qu'en photo ordinaire. L'observateur admet très mal les premiers plans flous; son œil ne perçoit jamais floue la réalité parce qu'il scrute successivement les divers plans du sujet en accomplissant à chaque fois. Il faut donc s'ingénier à composer un sujet dont tous les plans soient assez rapprochés pour être nets. La lenteur de la pose (de 1 s à 8 s) impose aussi quelques contraintes, notamment pour le portrait.

Des stages sont d'ailleurs prévus pour les acquéreurs de la WT-102.

Le travail de labo (développement si on le désire, agrandissement, copies) est fait par Pictorial Service. Lorsqu'une diapositive a été montée avec son écran lenticulaire pour l'observation, il n'est plus possible d'en obtenir des copies.

## Des applications nombreuses

Picto résume ainsi les atouts de sa chambre WT-102 :

- une chambre  $20 \times 25$  cm classique: l'équipement ne pèse que 12 kg.
- un seul objectif nécessaire
- une seule exposition
- un film et un développement normaux
- un coût modéré: outre le prix de la chambre, une diapo  $40 \times 50$  cm en 25 exemplaires coûtera 320 F pièce (H.T.): ce qui n'est guère supérieur à une diapo ordinaire de même format. Les applications premières de la M.D.P. sont, bien entendu, publicitaires. Néanmoins, les musées pourront remplacer les moulages ou maquettes des spécimens rares par des photos M.D.P., de surcroît faciles à stocker.

Les usages pédagogiques ne sont pas moins intéressants, car il est prouvé qu'un docu-



Chambre WT 102 (Document Picto).



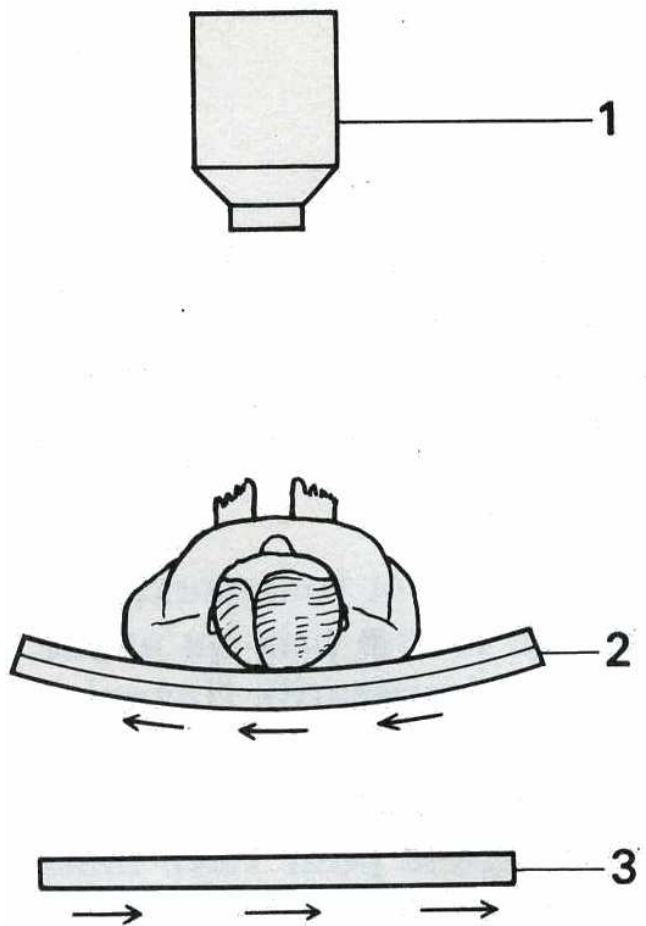


Fig. 14: Radiographie multi-dimensionnelle. 1. source de rayons X - 2. socle mobile - 3. cassette renfermant le film et l'écran lenticulaire, mue en sens contraire (imité de R. Happenstein).

ment 3D se mémorise mieux qu'une image en deux dimensions. La stéréoscopie radiographique est d'introduction ancienne (K.S Cole aux U.S.A., 1932). Mais depuis peu l'Américain Reuben Hoppenstein a mis au point un dispositif à écran lenticulaire pour la radiographie en trois dimensions : il suffit de faire monter le patient sur un socle mobile et de faire bouger la cassette contenant l'ensemble film + écran lenticulaire en sens contraire, un moteur synchrone assurant les déplacements. La M.D.P. radiologique ne supprime pas la radiographie classique, ni le scanner, mais apporte des compléments d'information très appréciables pour un prix modique.

La M.D.P. pourrait aussi intéresser l'archéologie, car toute fouille est une destruction et il convient de conserver le maximum de données.

Que faire ? Le problème va être résolu : Picto annonce que prochainement les couples de photo stéréo seront transformables en photo M.D.P. : le dispositif est à l'étude.

Et l'amateur dans tout cela ? Il peut actuellement utiliser sans regrets la stéréo classique, mais un appareil 6 x 6 à écran lenticulaire serait bientôt construit.

L. Gérard-Colbère