

PROCÉDÉS STÉRÉOSCOPIQUES COMPATIBLES ORIGINAUX

Les photographies les plus artistiques, reproduites désormais facilement en couleurs naturelles ne nous donnent pas encore cependant l'impression exacte du relief. Les images d'objets à trois dimensions sont toujours enregistrées sur un support à deux dimensions avec un dispositif optique et une surface photosensible ; l'image est imprimée sur papier ou projetée sur un écran et n'offre qu'un relief perspectif dû spécialement aux contrastes de tonalités et de couleur et plus ou moins psychologique.

Depuis fort longtemps, de nombreux chercheurs tendent d'obtenir la photographie intégrale, qui devrait restituer le relief et la profondeur de champ tels qu'ils sont dans la réalité, avec des images, en quelque sorte, aériennes, assurant la restitution de l'objet sous sa forme réelle.

Le problème était resté du domaine du laboratoire, jusqu'à l'apparition du laser émetteur de lumière cohérente permettant une prise de vue très particulière, ou holographie, assurant, en principe, pour la première fois l'obtention d'une image intégrale, c'est-à-dire en couleur et en relief absolu.

L'hologramme ne ressemble sans doute à aucune photographie classique ; il donne l'illusion parfaite d'apercevoir l'objet dans l'espace dans ses trois dimensions et, en changeant d'observation, on peut découvrir les faces des objets habituellement cachées sur les photographies ordinaires.

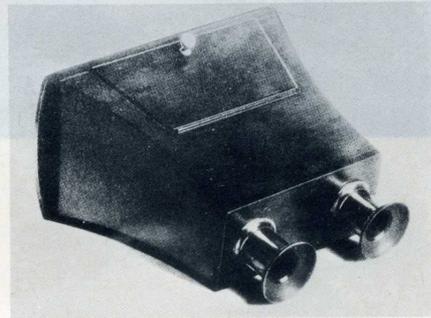
Cependant, les prises de vues holographiques sont encore très limitées, et ne peuvent être envisagées pratiquement par les amateurs ; leurs applications sont déjà importantes, mais plutôt d'ordre technique et professionnel, aussi bien en acoustique que pour l'enregistrement des images télévisées.

Les systèmes pratiques destinés à assurer les prises de vues en relief de caractère immédiat et à la portée des amateurs et des utilisateurs « moyens » sont donc encore basés sur la sensation du relief binoculaire, qui permet d'apprécier la distance des plans entre eux et de juger de leur situation véritable dans l'espace.

Ce sont donc des systèmes stéréoscopiques, dans lesquels on photographie un même objet de deux points de vue différents, et les images obtenues présentent entre elles de légères différences, surtout pour les plans antérieurs. Ces différences sont analogues à celles que présentent les images rétinienne correspondantes dans les deux yeux. Ces deux images sont examinées chacune avec un œil au moyen d'un système sélecteur correspondant, de façon que les images observées virtuellement viennent se superposer à la distance de vision distincte. L'observateur ressent alors une impression visuelle unique avec une sensation de relief.

Cette sensation du relief stéréoscopique, ou binoculaire, constitue, sans doute, le phénomène le plus important pour la sensation du relief, mais l'effet obtenu n'assure pas la vision intégrale du relief naturel. Les procédés utilisés offrent des limitations et des inconvénients ; ils produisent des déformations inévitables, surtout pour les objets placés aux premiers plans. Il s'agit donc de procédés imparfaits et limités, mais qui ont, du moins, l'avantage d'assurer un résultat pratique et efficace, assurant assez facilement une sensation agréable de relief, même si elle n'est pas toujours exacte.

On pourrait comparer ce problème et ces difficultés avec celles qui se présentent en électro-acoustique dans les appareils de musique mécanique moderne. La stéréophonie à deux canaux obtenue au moyen de deux haut-parleurs, désormais très répandue, puisque la majorité des magnétophones et des électrophones sont des appareils stéréophoniques, permet d'actionner deux haut-parleurs écartés l'un de l'autre et destinés à agir, en principe, sur l'oreille droite et l'oreille gauche de l'auditeur.

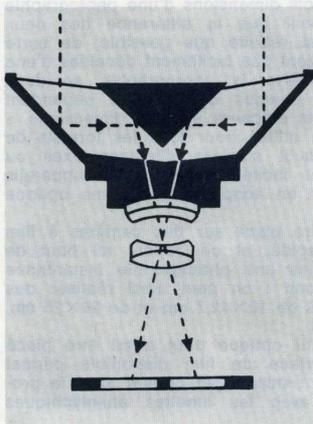
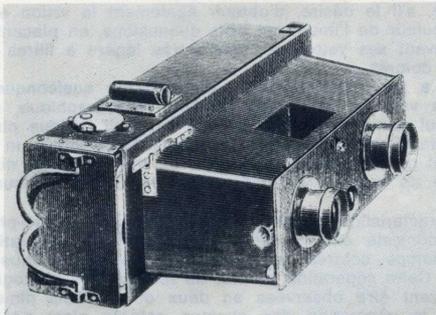


Stéréoscope de Brewster réalisé par l'opticien Duboscq (1851). Conservatoire des Arts et Métiers.

Mais cette sélection est imparfaite et les effets obtenus avec deux haut-parleurs seulement et deux canaux sonores sont évidemment insuffisants pour assurer la véritable sensation d'ambiance sonore et musicale ressentie par l'auditeur qui se trouve dans une salle de concert.

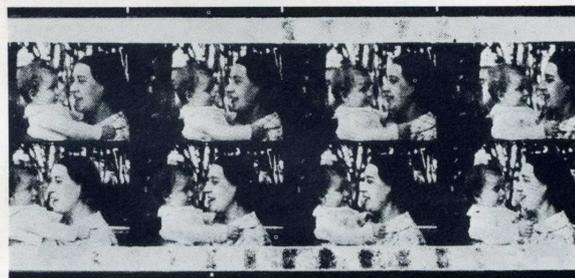
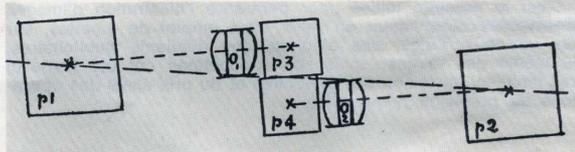
De là, les recherches destinées à assurer cette ambiance musicale avec l'emploi d'un grand nombre de canaux sonores et deux haut-parleurs disposés, non plus seulement devant l'auditeur, mais sur les côtés, sinon à l'arrière. Ils ont donné naissance aux systèmes quadriphoniques à quatre canaux et à quatre haut-parleurs et même aux procédés ambiophoniques à haut-parleurs multiples disposés tout autour de la salle, et qui peuvent aussi être comparés, en quelque sorte, aux dispositifs holographiques en photographie.

Mais pour en revenir à la stéréoscopie, applicable non seulement aux images fixes mais aux images animées du cinéma, la méthode malgré son principe simple et l'intérêt qu'elle avait suscité aux âges héroïques de la photographie, n'est, en fait, désormais utilisée que pour des usages très limités d'amateurs ou professionnels. Cette limitation est due essentiellement à des difficultés de caractère pratique ; à notre époque d'automatisme,



L'un des premiers Vérascope de J. Richard. Celui-ci est à foyer fixe et permet d'examiner également les positifs en les substituant au verre dépoli.

Schéma de la réflexion des images à travers le dispositif stéréoscopique pour appareils 24 x 36.



les amateurs sont peu enclins à occuper leurs loisirs au montage des vues individuelles dans des cadres rectangulaires ou circulaires. La nécessité d'utiliser des visionneuses spéciales et des lunettes de sélection qui absorbent inévitablement une certaine partie de la lumière, en particulier, pour les images projetées, est également gênante.

Tout en conservant le même principe, on s'est donc efforcé d'obtenir la vision stéréoscopique en ayant recours à des méthodes facilitant la prise de vues et l'observation des images obtenues.

Le premier procédé, encore utilisé actuellement sous une forme modifiée, consiste dans l'emploi d'un stéréoscope contenant deux oculaires distincts à axes écartés de quelque 65 millimètres, distance normale d'écartement des yeux. Le positif stéréoscopique, avec les vues évidemment inversées, est placé à l'arrière du boîtier, et convenablement éclairé pour la vision directe.

Mais la sélection des images peut aussi être obtenue par le procédé des anaglyphes dû à Rollman et Almeida, consistant à colorer les images stéréoscopiques en couleurs complémentaires, par exemple, rouge et vert-bleuâtre. En superposant ces images, et en les examinant au moyen de lunettes comportant des filtres de couleurs correspondantes, l'œil muni du filtre rouge, par exemple l'œil gauche, peut ainsi observer seulement l'image gauche qui est teinte en vert, le filtre vert placé devant l'œil droit permet d'observer seulement l'image droite qui est teinte en rouge.

C'est un procédé simple utilisé également pour la projection cinématographique. Mais on l'emploie aussi, d'ailleurs, pour la projection, en particulier, la sélection en lumière polarisée consistant à projeter les deux images du couple stéréoscopiques au moyen de deux faisceaux de lumière polarisée dans des plans différents, et en plaçant également devant les yeux des spectateurs des lunettes équipées avec des filtres polarisants convenablement orientés.

Le cinéma en relief Lumière.

Dans l'appareil de Louis Lumière, les deux images sont l'une au-dessus de l'autre horizontalement au lieu d'être en hauteur. Les objectifs O1 et O2 ont leurs axes parallèles. Les prismes P1 P2 P3 P4 ramènent sur la surface du film les deux images du couple stéréoscopique.

A la projection, un objectif spécial, composé de deux objectifs sectionnés et muni d'un dispositif inverseur identique à celui de la prise de vues, redresse les images dans le sens vertical.

Louis Lumière préparant la projection stéréoscopique (relief).

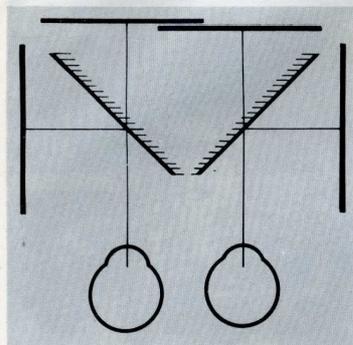
Film Lumière pour cette projection. (Documentation : Hommage à Louis Lumière - La cinématographie française.)

C'est là, par exemple, le procédé utilisé pour la production d'un film d'épouvante en couleur vraiment réaliste, intitulé « Chair pour Frankenstein », et qui permet d'obtenir, en tout cas, des effets vraiment terrifiants, dont le caractère réaliste importe assez peu.

La sélection des images stéréoscopiques peut encore être effectuée par un système d'écran sélecteur à grille ou à lentilles placé simplement devant l'image double composite formée, comme l'indique son nom, par des bandes très étroites disposées côte à côte et provenant des deux images prises toujours de deux points de vue différents.

La grille de sélection est placée en face de l'image double, de sorte que les bandes correspondantes à l'œil droit sont cachées pour l'œil gauche, et les bandes correspondant à l'œil gauche sont cachées pour le droit. Chaque œil voit ainsi une seule image composée d'une série de bandes assez fines pour ne pas être gênantes à la distance à laquelle se fait l'observation ; on obtient une sensation de relief, mais à condition d'observer l'image suivant une direction et à une distance données.

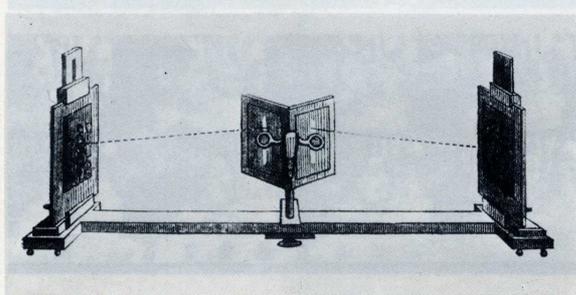
C'est le procédé utilisé pour permettre l'illustration d'images observables directement en relief sans emploi de lunettes, sur des cartes postales, des affiches, des dépliants publicitaires, ou même des revues ; mais ses applications ont été jusqu'ici très limitées, en raison des difficultés et du prix élevé des opérations de précision nécessaires.



Stéréoscope à réflexion totale de Wheatstone.

Schéma.

A gauche et à droite, châssis portant des images; au centre, miroir plan; devant les miroirs, ouvertures munies de lentilles convexes espacées de 65 mm. (Extrait de « La Photo, son histoire », d'E. Sougez et de la revue Ferrania).



UNE NOUVELLE MÉTHODE SIMPLIFIÉE POUR LA PHOTOGRAPHIE A TROIS DIMENSIONS

Depuis l'invention du stéréoscope en 1838 par Sir Charles Wheatstone, les divers procédés stéréoscopiques proposés ont été presque innombrables, mais ils montrent, en tout cas, l'intérêt des techniciens et des praticiens pour les applications de la vision binoculaire (tableau 1). Les illustrations de tous genres en couleur et en relief ont surtout été réalisées jusqu'ici par la méthode des réseaux et des sélecteurs à grille ; mais cette solution est complexe et coûteuse. L'image observée se présente toujours dans le même aspect et n'est pas compatible, c'est-à-dire qu'on ne peut pas l'observer à volonté soit sous la forme ordinaire, soit avec un effet de relief. Un procédé américain dû à Jimmie D. Songer étudié depuis 1969, mais mis seulement récemment au point, mérite d'être signalé dans ce domaine.

Le principe du procédé est classique, mais offre l'avantage de permettre les prises de vues au moyen d'un appareil photographique ou d'une caméra de cinéma à un seul objectif, comportant seulement un système optique additionnel disposé sur l'objectif à l'extérieur du boîtier.

Ce système sélecteur permet d'obtenir une image compatible, c'est-à-dire pouvant être observée à volonté normalement en deux dimensions ou en trois dimensions. Les brevets américains correspondants du **Video-West** datent de janvier 1973 ; la méthode offre donc à l'observateur la possibilité d'observer facilement l'image standard en couleur en deux dimensions, mais,

en outre, s'il le désire, d'obtenir également la vision en relief et en couleur de l'image en trois dimensions, en plaçant seulement devant ses yeux une lunette très légère à filtres anaglyphiques colorés.

Il n'y a pas de modification d'une partie quelconque de la prise de vue ou de la reproduction photographique, excepté en ce qui concerne l'utilisation du dispositif optique placé sur la caméra. Cette particularité constitue évidemment un facteur important pour la réduction du prix de revient, et les difficultés de prise de vues et de tirage des images en couleur et en relief.

La caractéristique originale de ce procédé stéréo-photographique consiste ainsi essentiellement dans la séparation des deux champs colorés au moyen du système optique de la caméra. Cette séparation permet de réaliser des photographies, qui peuvent être observées en deux ou en trois dimensions, puisque la séparation des champs colorés n'est pas visible lorsqu'on observe l'image en deux dimensions, et n'apparaît qu'avec les lunettes.

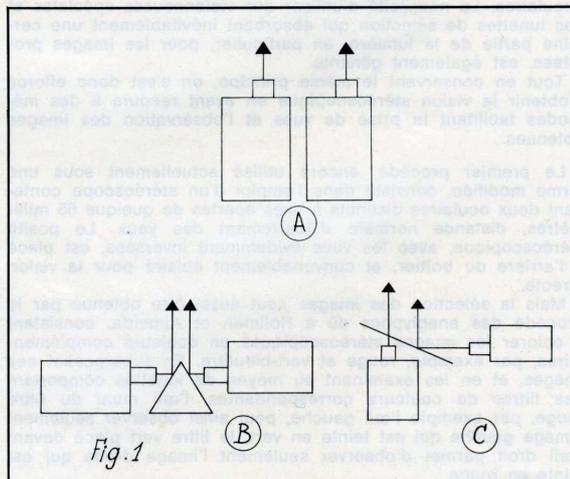
L'observation en deux ou trois dimensions d'une photographie anaglyphique exige évidemment que la différence des deux champs de couleur soit aussi réduite que possible, de sorte que les limites colorées ne soient pas facilement décelées d'une façon gênante lorsqu'on observe la photographie en deux dimensions ; mais ces deux champs doivent être cependant séparés pour assurer des effets efficaces en trois dimensions.

Le procédé peut ainsi être utilisé pour tous les formats de photographies en couleur, qu'il s'agisse d'images fixes ou animées. On peut l'appliquer facilement avec des appareils d'amateurs pour films 35 mm en adaptant le système optique sur l'objectif habituel.

Le dispositif peut même être placé sur des caméras à film Polaroid à développement rapide, et on obtient au bout de quelques dizaines de secondes une photographie instantanée en couleur en trois dimensions : on peut ainsi réaliser des images de plus grands formats de 10×12,7 cm et de 20×25 cm, avec des adaptateurs Polaroid.

Pour le cinéma, le dispositif optique peut aussi être placé sur l'objectif normal ; la surface de film disponible permet d'obtenir les deux images superposées, et obtient ainsi la projection normale observable avec les lunettes anaglyphiques habituelles.

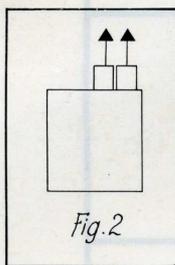
Le seul inconvénient du dispositif optique réside, comme dans tous les systèmes de ce genre à sélection, dans la réduction inévitable de l'ouverture efficace de l'objectif modifié, de l'ordre d'environ une graduation et demie.



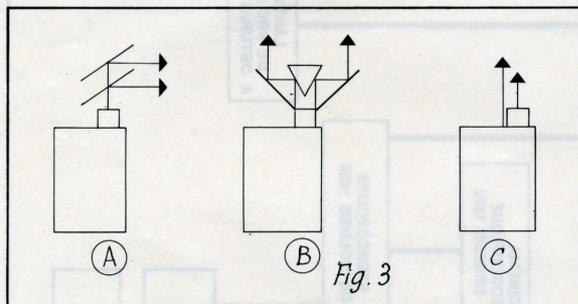
Il y a, en fait, trois catégories essentielles de caméras pour les prises de vues en relief : deux caméras assemblées de façon à effectuer les prises de vues des deux images séparées dans les conditions nécessaires, les caméras uniques à deux objectifs pour films doubles, ou enfin les caméras à dispositif optique dans lesquelles on place un film ordinaire.

Les premiers dispositifs comportent deux caméras disposées côte à côte, de sorte que leurs objectifs enregistrent la scène de deux points de vue différents, ce qui détermine un écartement trop grand, en réalité, des deux objectifs. On a donc employé ensuite deux caméras disposées l'une en face de l'autre, avec des miroirs réfléchissant les images dans chaque objectif. Le système optique peut alors être constitué par un prisme, deux miroirs ou une plaque semi-réfléchissante ; il a l'inconvénient de nécessiter des objectifs de courte distance focale (fig. 1 A, B, C).

On peut également employer une seule caméra, mais contenant le mécanisme de deux appareils distincts avec deux objectifs, un système de convergence convenable de ces objectifs, et un viseur unique binoculaire (fig. 2).



L'utilisation d'une seule caméra à un seul objectif et d'un seul film constitue évidemment une simplification, mais il faut alors disposer sur l'objectif unique un système optique assurant la réalisation de deux images. On a appliqué ce système sur les caméras de film 16 mm en réalisant, deux images côte à côte, ce qui avait l'inconvénient de donner à l'image une disposition verticale gênante, d'où la modification consistant à conserver le même principe, mais, en utilisant un système d'anamorphose assurant une transformation du format vertical, ce qui n'était pas idéal, mais diminuait les inconvénients du dispositif précédent (fig. 3 A et B).



Le système Video-West anaglyphique appartient évidemment à la même catégorie. La fonction du dispositif optique est simple, les deux images gauche et droite devant être filtrées à travers des filtres rouge et bleu-vert, et superposées sur un film couleur ordinaire. Les informations concernant l'image gauche et l'image droite sont inscrites sur toute la surface du film négatif, de sorte qu'il n'y a aucune perte. On peut obtenir une projection d'image de surface normale et de la qualité habituelle.

Il n'y a évidemment aucune modification pour le développement du film négatif et pour le tirage du film positif ; il n'y a pas non plus de modifications des appareils de projection, s'il

y a lieu. Le film impressionné développé et tiré est prêt pour la projection, il suffit d'effectuer la mise au point de la manière habituelle, sans avoir à se préoccuper de l'alignement correct des deux images sur l'écran, comme dans les procédés à deux images distinctes.

L'image peut, bien entendu, être projetée sur un écran habituel quelconque, sans prendre la précaution d'utiliser uniquement une surface métallique, comme pour les appareils à lumière polarisée.

L'image projetée est également compatible et l'observateur peut ou non employer des lunettes, suivant qu'il veut obtenir une projection ordinaire ou en trois dimensions. Il n'y a pas non plus à se préoccuper d'adopter une position bien déterminée par rapport à l'écran, comme cela est nécessaire avec la méthode à lumière polarisée ; il est possible d'incliner la tête à droite ou à gauche sans inconvénient, et l'effet à trois dimensions n'est pas limité à une zone d'observation assez étroite.

Les lunettes d'observation comportent simplement deux éléments classiques. Un filtre rouge est employé pour l'œil gauche et un filtre bleu-vert pour l'œil droit, les montures des filtres sont analogues à celles des verres de lunettes ; elles peuvent être de formes variées ; elles sont généralement réalisées en matière plastique.

La restitution de la perception en trois dimensions suppose la reconstitution du spectre de couleurs ; il peut se produire ainsi une légère variation de couleurs, qui varie d'un observateur à un autre, mais elle est normalement peu gênante.

Les filtres spéciaux peuvent être simplement formés de gélatine colorée. Cependant la qualité optique et la réponse spectrale de la gélatine ne sont pas aussi satisfaisantes que celles des plastiques de qualité optique élevée. La matière plastique et, dans les meilleurs conditions, le Mylar, constituent un matériau de base remarquable, qui peut être enduit avec une couche dichroïque pour assurer la réponse spectrale maximale et la séparation.

Cette couche est étudiée de façon à obtenir, à la fois, la meilleure sélection spectrale et la plus grande transmission de la lumière ; les modèles de lunettes d'observation peuvent être ainsi plus ou moins perfectionnés et coûteux, suivant les usages particuliers et le prix de revient désiré.

LE TIRAGE DES PHOTOGRAPHIES EN RELIEF

Les photographies en couleur et les diapositives enregistrées initialement avec ce procédé, et le dispositif optique à objectif modifié, peuvent être utilisés comme des éléments standard pour l'impression des illustrations dans les magazines, les catalogues ou les brochures. La séparation des couleurs peut être réalisée plus facilement, l'observation en relief est aisée avec des lunettes de faible prix de revient, et même en l'absence de lunettes, la qualité d'illustration n'est pas altérée, puisque l'image peut être observée en deux dimensions sous sa forme habituelle.

Le même procédé peut, d'ailleurs, également être appliqué à la télévision, qu'il s'agisse d'émissions normales ou en circuit fermé, puisque la seule modification nécessaire consiste à placer un dispositif optique sur l'objectif de la caméra électronique.

L'image en couleur observée sur l'écran du téléviseur peut aussi apparaître sous la forme stéréoscopique, lorsqu'on utilise des lunettes de sélection, et sous la forme ordinaire pour l'observation directe sans lunettes. Les effets habituels de truquage de stéréoscopie avec la possibilité, en quelque sorte, de faire apparaître les sujets ou les objets en premier plan littéralement hors de la surface de l'écran sont faciles, la compatibilité du système présente, dans ce cas, un avantage certain.

Sans doute, la cinématographie à trois dimensions utilise toujours deux images séparées, qui doivent être observées à une distance et dans une position exactement déterminées, mais nous avons montré les inconvénients de cette limitation d'orientation et de position.

Ce procédé à trois dimensions permet, au contraire, même s'il est moins complet, d'assurer une observation compatible en deux dimensions ou en trois dimensions, aussi bien des photographies en couleur de tous formats, que des images cinématographiques, même sur grand écran, avec anamorphose, que des images télévisées.