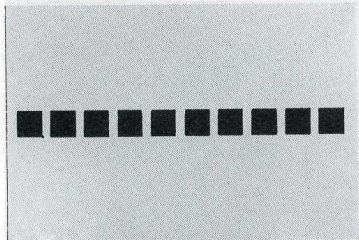


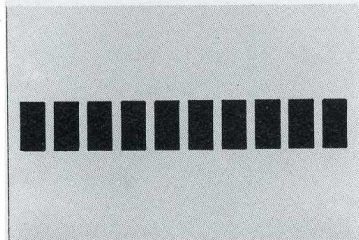
Anamorphose et systèmes anamorphoseurs

Nous avons étudié, dans notre numéro de décembre, les différents formats de films et nous avons vu qu'il existait plusieurs rapports de format d'image (1,33; 1,66; 2,35), ces différents rapports étant obtenus par plusieurs « procédés », dont notamment l'anamorphose qui permet (entre autres) d'obtenir un rapport égal à 2,35, alors que l'image elle-même tient sur quatre perforations, avec par conséquent un rapport standard de 1,33. Qu'est-ce donc que l'anamorphose? c'est un procédé optique qui déforme l'image en la comprimant ou en la décompressant, dans une direction seulement. Afin d'illustrer cette idée qui peut évidemment paraître un peu bizarre, prenons un exemple très simple :

- Si vous filmez une série de cubes placés les uns à côté des autres, avec un objectif normal vous pourrez par exemple loger cinq cubes dans votre cadre (de façon que tous les cubes mis en place occupent la totalité du cadre) (fig. 1). Toutefois, si, pour une raison quelconque vous désirez placer un plus grand nombre de cubes, il vous faudra obligatoirement placer sur votre appareil un objectif grand angulaire : le cadre obtenu présentera alors un déséquilibre, dans la mesure où les dimensions de l'image sont réduites dans les deux sens,

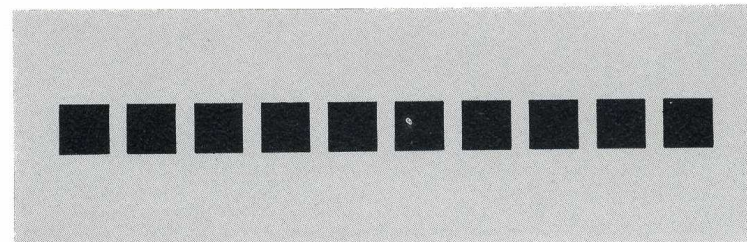


2. Image de dix cubes (avec un format identique à celui de la fig. 1) avec l'emploi d'un grand angulaire. Les cubes apparaissent beaucoup trop éloignés avec un premier plan et un arrière-plan vides.



3. Image obtenue avec un anamorphoseur de coefficient 2. Si la hauteur des cubes n'a pas changé, leur largeur est réduite de moitié. L'image est compressée dans le sens de la largeur.

courte focale — de premier plan ni d'arrière-plan vides; de quelle manière peut-on le réaliser? En comprimant l'image uniquement dans la largeur (une seule dimension de l'image est ainsi modifiée) : ce procédé s'appelle l'anamorphose. Il permet de « compresser » l'image (voir fig. 3). A partir de là, on peut légitimement se poser la question suivante : « Puisque l'image est « compressée » sur la pellicule comment cette même image ne paraît-elle plus compressée en projection? La réponse est simple : le même procédé, va cette fois-ci agir en un effet contraire : au lieu de compresser l'image, il la « dilatera » (fig. 4).



4. Projection de l'image de la figure 3. Un anamorphoseur dilate l'image qui avait été compressée à la prise de vues. On obtient le même nombre de cubes qu'à la figure 2, avec des dimensions normales, mais leur dimension verticale est bien supérieure.

Les systèmes anamorphoseurs

Il existe un certain nombre de systèmes anamorphoseurs, et nous allons en étudier trois, bien que parmi eux deux ne soient pratiquement plus jamais utilisés dans les prises de vues — mais ils le sont souvent en projection.

Ces trois systèmes sont : l'anamorphose par lentilles cylindriques (au lieu de sphériques), c'est le procédé le plus utilisé en prise de vues; l'anamorphose par miroirs cylindriques; l'anamorphose par prismes.

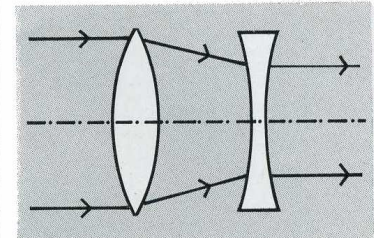
Avant d'étudier en détail ces différents systèmes, deux remarques s'imposent ici :

- La première est liée au sens de l'anamorphose : en cinéma, l'anamorphose se fait toujours en largeur — et non en hauteur bien que cela soit tout à fait possible — la compression de l'image (dont nous avons parlé plus haut) se limite uniquement à la largeur de l'image : la hauteur reste constante. Cette hauteur est évidemment égale à celle de l'image standard, c'est-à-dire qu'en 35 mm, elle s'étend sur quatre perforations. (1)

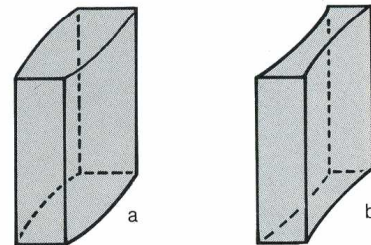
Cette compression de l'image se caractérise par ce que l'on appelle « le taux d'anamorphose ». La compression de l'image peut se faire selon différentes proportions : c'est cette proportion qui porte le nom de « taux (ou coefficient) d'anamorphose ». De ce taux dépend le rapport final de l'image en projection.

Pratiquement qu'est-ce que cela signifie si par exemple, le taux d'anamorphose est égal à 2 (c'est le cas pour le « cinémascope »)? Reprenons l'exemple des cubes cité plus haut : supposons que l'image du cube avec un objectif

normal — sans anamorphoseur — ait comme dimensions 4x4 mm. Avec un anamorphoseur de coefficient 2, la dimension de la largeur changera, pour devenir égale à 2 mm seulement, tandis que celle de la hauteur restera identique, puisque l'anamorphose ne joue que dans un seul sens, celui de la largeur. Par conséquent, dans la mesure où la largeur est réduite de



5. Système optique afocal : les rayons qui tombent parallèlement sur la première lentille ressortent parallèlement après la traversée de ce système optique.



6 a) lentille cylindrique convergente.
6 b) lentille cylindrique divergente.

moitié, l'image pourra recevoir deux fois plus de cubes, dans le sens de la largeur. En schématisant un peu, on peut dire que ce taux d'anamorphose est en fait le taux de compression à la prise de vues et le taux de décompression en projection, ces deux taux ayant bien entendu la même valeur puisque cette « décompression » doit avoir les mêmes proportions que la « compression », de façon à restituer une image aux dimensions normales.

- Seconde remarque : les systèmes anamorphoseurs doivent être des systèmes afocaux (si les rayons arrivent parallèlement sur un système optique, ils ressortent également de façon parallèle si ce système est afocal, voir fig. 5). Cette propriété permet de placer un système anamorphoseur devant un objectif classique de type sphérique sans modifier celui-ci. On place



1. Image de cinq cubes obtenue avec un objectif de type sphérique.

c'est-à-dire en largeur mais aussi en hauteur; la figure 2 montre en effet ce déséquilibre : les dix cubes sont effectivement à l'intérieur du cadre mais mal assemblés à l'intérieur de celui-ci, laissant beaucoup « d'air » en haut et en bas du cadre. L'image paraît ainsi « creuse et vide ».

Il est possible d'introduire ces dix cubes dans le cadre sans présenter — comme c'est le cas pour cet exemple précis avec l'emploi d'une

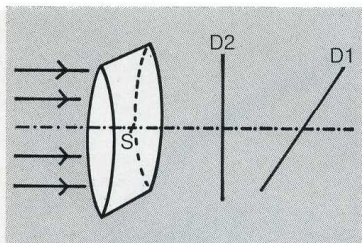
donc à la prise de vues, un anamorphoseur devant l'objectif de la caméra, puis, en projection un autre anamorphoseur devant l'objectif du projecteur.

Anamorphoseurs à lentilles cylindriques

Comme pour les lentilles sphériques, les lentilles cylindriques peuvent être convergentes ou divergentes (fig. 6). Toutefois, si les lentilles sphériques ont une infinité de plans de symétrie les lentilles cylindriques elles, en possèdent seulement deux, dont l'intersection détermine l'axe optique (on peut le voir sur la figure 6).

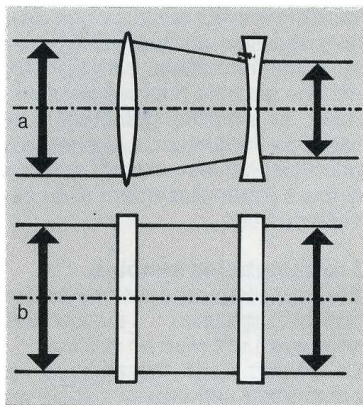
Dans l'un de ces plans de symétrie, la courbure est constante : on peut alors ainsi la considérer comme une simple lentille sphérique. Et dans l'autre plan de symétrie, la courbure est nulle : on peut donc l'assimiler à une lame à faces parallèles.

Si des rayons lumineux arrivent parallèlement à l'axe de la lentille ou bien viennent de l'infini, l'image donnée par une lentille sphérique peut être considérée comme ponctuelle; en revanche, dans ce même cas, une lentille cylindrique engendre une double image, s'appuyant sur deux droites : ces deux droites portent le nom de « droites focales »; les lentilles cylindriques



7. Lentille cylindrique non corrigée. L'image est ainsi dédoublée en deux droites D1 et D2, chacune perpendiculaire à l'axe. Ces deux droites s'appellent droites focales.

sont donc astigmatiques (voir fig. 7). Toute seule, une lentille cylindrique ne peut donner aucune image. Les diverses aberrations peuvent être corrigées par le groupement de deux ou de plusieurs lentilles qui annulent entre elles ces différents défauts. Néanmoins l'image d'un objet obtenue par des lentilles cylindriques corrigées du défaut d'astigmatisme et autres aberrations,

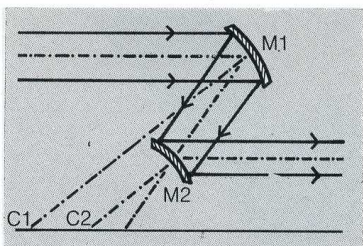


8. Les lentilles cylindriques possèdent deux plans de symétrie. Dans l'un de ces plans, la lentille est une simple lentille sphérique (a). Dans l'autre, une lame à faces parallèles (b). On peut facilement voir l'effet d'anamorphose horizontale sur la figure 8 a. En revanche, il n'y a aucun effet d'anamorphose verticalement (fig. 8 b).

n'est encore pas semblable à cet objet : l'image est anamorphosée (voir fig. 8).

À la fin du 19^e siècle, le physicien Abbe a étudié le premier des anamorphoseurs à lentilles cylindriques. Toutefois, ce n'est qu'en 1929 que le professeur Chrétien réalise un anamorphoseur moderne : l'hypergonar. Système afocal, l'hypergonar était composé de deux blocs — chacun de ces blocs comportant une lentille cylindrique convergente et une divergente — séparés entre eux par un intervalle d'air (2). Ce système rejeté au départ a été repris assez récemment. Pour information, signalons que d'autres anamorphoseurs ont également été construits comme l'autre « hypergonar » construit par Benoist Berthiot ainsi que le « dialyscope », fabriqué par la société Satec.

Les anamorphoseurs utilisés au-



9. Anamorphose par lentilles cylindriques. Ici, le Delrama formé d'un miroir concave et d'un miroir convexe. Le coefficient d'anamorphose est égal au rapport des distances focales des deux miroirs.

jourd'hui pour la prise de vues sont uniquement des anamorphoseurs à lentilles cylindriques, constituant un système afocal, à placer simplement devant l'objectif de la caméra, sans modification de ce dernier.

Anamorphoseurs à miroirs cylindriques

L'anamorphoseur à miroirs cylindriques constitue également un système afocal.

Comparés aux lentilles cylindriques, les miroirs cylindriques possèdent l'avantage de ne pas avoir d'aberration chromatique; de plus, l'aberration sphérique d'un miroir cylindrique est très inférieure à celle d'une lentille cylindrique (pour une focale et une courbure équivalentes).

Le principal système anamorphoseur à miroir cylindrique porte le nom de Delrama. Il est composé d'un miroir concave et d'un miroir convexe, dont les foyers doivent coïncider sur l'axe optique (voir fig. 9). Le taux d'anamorphose obtenu est égal au rapport des distances focales des deux miroirs cylindriques. Le déplacement de l'un des miroirs sur l'axe optique assure la mise au point.

Anamorphoseurs à prismes; systèmes prismatiques

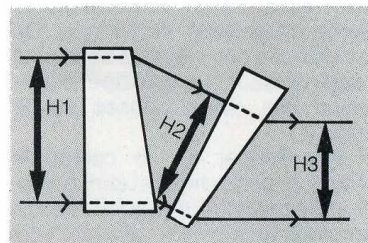
Le principe du système d'anamorphoseur à prismes est assez simple. Réalisons l'expérience suivante : plaçons devant notre œil un prisme en verre. Dans sa position de minimum de déviation, ce prisme donne une image non déformée, avec simplement des bords colorés. Mais, si maintenant, nous faisons tourner ce prisme autour de son arête, une distorsion apparaît — distorsion qui s'accroît encore davantage si la rotation du prisme devient plus importante — l'image se trouve donc compressée lorsque le prisme tourne dans un sens ou bien alors se dilate, s'allonge lorsque le prisme tourne dans le sens opposé. L'image subit un effet d'anamorphose.

Si l'on combine deux prismes, dont les arêtes sont parallèles et opposées, l'image obtenue subit une anamorphose égale sur toute la largeur. Le rapport d'anamorphose

désiré est obtenu en faisant tourner ces deux prismes d'un angle variable (mais égal pour les deux prismes) selon le taux d'anamorphose choisi.

Le système doit être là encore absolument afocal.

Examinons la figure 10 : un faisceau de rayons lumineux tombe sur un prisme P 1. Considérons seulement les deux rayons extrêmes (l'un tombant près de l'arête du prisme et l'autre près de la base du prisme) : ces deux rayons, avant d'être déviés par le prisme sont séparés d'une certaine hauteur H 1. Après avoir traversés le prisme P 1, ces deux rayons ont évidemment été déviés : la distance les séparant est alors égale à H 2, qui est inférieure à H 1. Ces deux rayons, ainsi déviés, rencontrent maintenant le



10. Effet d'anamorphose par utilisation de deux prismes à arêtes parallèles et opposées.

deuxième prisme P 2. Ils sont encore évidemment déviés et la distance les séparant à la sortie du second prisme est égale à H 3, qui est encore inférieure à H 2 et à plus forte raison à H 1. Notons au passage que ce système optique étant afocal, les deux rayons, parallèles au départ, sont également parallèles à la sortie. On observe donc une diminution — qui peut être plus ou moins forte, selon la rotation des deux prismes — de la distance séparant ces deux rayons extrêmes. Signalons cependant que tous les prismes ne conviennent pas et que ceux qui sont utilisés dans les systèmes anamorphoseurs sont achromatiques.

Yves Angélo

(1) cf NPC n° 52, pp. 74, 75.

(2) Pour l'hypergonar, le coefficient d'anamorphose est égal au rapport des distances focales des deux lentilles.