

◇ Titre : SUR LE CHOIX DE LA BASE ET DE LA DISTANCE FOCALE
◇ Auteur : MALLARD J.
◇ Source : SCF 677-1/2
◇ Date : 01/02/84
◇ Page : 3
◇ Longueur : 18989

Le Bulletin du Stéréo-Club Français a ces derniers mois publié plusieurs articles relatifs au choix de la base et de la distance focale de prise de vue. Les opinions de leurs auteurs sont naturellement très variées. Je voudrais ici apporter à cette question une contribution basée sur une longue expérience et une réflexion assez approfondie. Toutefois le cadre nécessairement limité du bulletin m'obligera à beaucoup résumer mon intervention et à renoncer à la justification de mes affirmations.

Relief et présence.

Avant tout il convient pour chacun de se demander ce qu'il attend de la stéréoscopie. Du relief bien sûr. Mais est-ce seulement du relief, ou encore du relief avant toute chose ? Ou bien désirons nous retrouver devant une image stéréoscopique toutes les impressions que nous pouvions éprouver devant la scène réelle — le paysage dirons-nous pour simplifier le langage — donc la sensation de présence ou d'ambiance ? La distinction entre ces deux points de vue est importante : on sait par exemple qu'en augmentant la base on aura un relief accru, mais aussi le plus souvent une réduction des dimensions apparentes, de sorte qu'au lieu d'un panorama alpin aux larges horizons on en observe une réduction, qui peut être belle, mais d'où l'impression d'espace, d'immensité, d'infini pourrait-on dire, a en réalité disparu.

Il est certain que les spectateurs ne font pas tous le même choix, et c'est sans doute pour cela que les opinions diffèrent tant d'un stéréoscopiste à l'autre. Pourtant l'idéal ne serait-il pas d'obtenir un très bon relief, mais sans renoncer à cette présence qui, pour certains du moins, est essentielle et prioritaire ? Pour cela il faudra évidemment que les images rétinienne obtenues dans l'observation des images soient les mêmes que devant le paysage réel. C'est la condition de fidélité. Mais il faudra aussi que le champ couvert par ce paysage soit suffisamment vaste pour que l'on ait l'impression d'être dans ce champ. La lucarne d'un téléviseur, toujours en pratique vue de loin, nous laisse en dehors du paysage et ne peut dans l'état actuel des choses nous donner cette sensation de présence. Les conditions de la stéréoscopie en télévision ne peuvent donc être prises comme base pour la stéréoscopie normale. Même le cinéma présente des défauts et des limitations de même nature malgré les efforts faits pour en accroître le champ (cinémascope, cinérama, etc). La stéréoscopie proprement dite au contraire permet une meilleure approche, même si bien souvent on n'en profite pas pleinement ; partant des résultats qui la concernent, on pourra ensuite considérer les cas du cinéma ou de la télévision rendus particuliers par exemple par les conditions de montage ou d'observation.

Pour une fidélité parfaite des dimensions, des distances et des formes, la base de prise de vue doit être égale à l'écartement des deux yeux de l'observateur et la distance d'examen doit être égale au tirage à la prise de vue, multiplié en projection par le grandissement de projection. Au stéréoscope cela revient à dire que la distance focale des oculaires doit être égale à ce tirage, condition facile à réaliser en principe, mais en pratique la distance focale des oculaires est souvent 20 ou 25 % trop grande, ce qui a des effets très sensibles. En projection la nécessité de loger des spectateurs assez nombreux, combinée à la répugnance manifestée par eux à se placer près de l'écran (héritage peut-être du cinéma) fait que la distance d'examen est souvent 2, 3 et même 4 fois trop grande, d'où de très importantes déformations et la disparition complète de la sensation de présence.

On pourrait être tenté dès lors d'utiliser à la prise de vue une distance focale plus longue pour réduire ces déformations. Mais le champ angulaire apparent n'en serait pas augmenté ni par suite la présence. Aussi considérerons-nous que la distance focale normale pour les paysages courants est de 50 mm pour le format 24 x 36 (23 x 34 environ compte tenu des dimensions de la monture), soit 1 fois et demie la grande dimension de l'image, ce qui nous donne la distance d'examen souhaitable pour tout grandissement.

Mesure de l'étendue du relief

La sensation de présence pouvant ainsi être obtenue, il reste à préciser le relief désirable. Traditionnellement, on considère la parallaxe angulaire, qui est l'angle que font les deux rayons issus du point du paysage considéré et passant par les deux yeux (en vision naturelle) ou les deux objectifs. Si D

est la distance de ce point aux yeux ou aux objectifs et B la base ou intervalle entre ces deux derniers points, la parallaxe angulaire vaut pratiquement

en radians $\frac{B}{D}$

et en degrés $\frac{180}{\pi} \frac{B}{D}$

L'étendue du relief entre deux points à distances D1 et D2 est alors en vision naturelle la différence entre ces deux parallaxes soit

$$\frac{B}{D1} - \frac{B}{D2} = B \left(\frac{1}{D1} - \frac{1}{D2} \right) \text{ (en radians)}$$

$$\text{ou } \frac{180}{\pi} \frac{B}{D1} - \frac{180}{\pi} \frac{B}{D2} = \frac{180B}{\pi} \left(\frac{1}{D1} - \frac{1}{D2} \right) \text{ (en degrés)}$$

Elle est donc proportionnelle à $\frac{1}{D1} - \frac{1}{D2}$, le coefficient de proportionnalité (B ou $\frac{180B}{\pi}$) étant constant pour un observateur donné et peu variable d'un observateur à un autre et par suite sans intérêt pratique. Aussi je propose de ne retenir que l'expression plus simple $\frac{1}{D1} - \frac{1}{D2}$ qui ne dépend plus que du paysage.

Dans cette expression les distances interviennent par leurs inverses : je donne à ces inverses le nom de proximité, que je désignerai par Q dans les formules. Et les distances étant mesurées en mètres, l'unité de proximité sera l'ertem (mètre écrit à l'envers) (er en abrégé). En pratique on utilisera le plus souvent le milliertem (mer). Voici quelques exemples de correspondance distances — proximités :

D 1m 2m 5m 10m 20m 100m 1km 10km ∞ 0,50m 0,25m

Q 1er 500mer 200mer 100mer 50mer 10mer 1mer 0,1mer 0 2er 4er

Quant à l'étendue du relief entre deux points en vision naturelle, elle est la différence entre leurs proximités et sera donc mesurée en milliertems. Par exemple entre 2 mètres et 10 mètres le relief sera de 400 mer, comme d'ailleurs entre l'infini et 2,50 mètres.

Les individus les plus doués arrivent à déceler un relief de 1 mer, et la plupart des spectateurs reconnaissent 5 mer. L'unité de 3^e proposée par M. ROCHARD vaudrait environ 14 mer. Elle a à mon avis l'inconvénient d'être basée sur une évaluation très subjective, et un peu pessimiste si l'on dispose de bons objectifs de projection. Je préfère donc ma méthode, de mise en œuvre plus facile au demeurant.

En stéréoscopie si l'on se trouve dans les conditions de fidélité (base et focales égales à l'intervalle des yeux et à la distance d'examen) on retrouve les mêmes distances donc les mêmes proximités et les mêmes reliefs qu'en vision naturelle. Si l'on opère avec une base b fois plus grande que l'écartement des yeux, toutes les parallaxes inscrites sur le film sont multipliées par b. donc aussi l'étendue du relief de l'image en relief. De même si le tirage de prise de vue est t fois plus grand que la distance d'examen (divisée par le grandissement de projection s'il y a lieu) l'étendue du relief est aussi multipliée par t. Donc dans le cas général le relief observé R' sera finalement :

$$R' = bt R$$

où R est le relief en vision naturelle. Comme on l'a vu :

$$R = Q1 - Q2 = \frac{1}{D1} - \frac{1}{D2}$$

$$R = Q'1 - Q'2 = \frac{1}{D'1} - \frac{1}{D'2}$$

D'1 et D'2 étant les distances des objets reconstitués à l'examen.

Bien entendu si base ou tirage sont inférieurs aux valeurs normales, l'étendue du relief de l'image en relief est divisée en proportion.

Limite pratique de l'étendue du relief

La question est donc de savoir quelle est l'étendue de relief acceptable pour une observation agréable sans fatigue. En traduisant dans le langage que je viens de présenter, l'étendue de relief acceptable est :

	dans l'espace objet	dans l'espace image
selon Cazes		303 mer
selon Colardeau		333 mer
selon les règles du Stéréo Réalist	469 mer	
selon Hurault		818 mer
selon les règles de Nimslo	164 mer	

cette dernière valeur très limitée étant imposée par la technique du tirage du procédé et non par le confort de l'observateur.

Les grandes différences entre ces évaluations montrent qu'il est assez illusoire de prétendre retenir une valeur précise et universelle. En fait, cette valeur, qui n'est jamais très bien définie, varie d'un individu à l'autre, en particulier selon son entraînement, et aussi d'une image à l'autre. BOILLLOT, ancien président de notre club, en accord avec le professeur LEGRAND, retient 818 mer comme valeur acceptable pour tout le monde, mais ajoute pour la projection une autre condition qui explique pourquoi certaines images très correctes au stéréoscope sont parfois rejetées en projection : il faut qu'entre la proximité de l'écran et la proximité des divers points de l'image en relief, le relief ne dépasse jamais 818 mer ; il en résulte qu'une stéréoscopie de sujets rapprochés peut être acceptée en projection familiale où la proximité de l'écran est assez grande et refusée dans une grande salle où l'écran est moins proche. Certes dans un tel cas on pourrait penser à rapprocher l'image en relief du plan de l'écran, ce qui rendrait la vision facile, mais ce serait au prix d'un étirement en profondeur qui ne serait pas compatible avec notre recherche de la fidélité.

Il semble donc que, sous la réserve ci-dessus relative à la proximité de l'écran, une étendue de relief de 800 mer devrait être acceptée. Mais l'expérience montre que la réalité est plus complexe. Si l'image présente une continuité dans l'échelonnement des distances, cette étendue peut aller parfois jusqu'à 1000 ou 1200 mer (avec de l'entraînement on peut quelquefois atteindre 4 ertems !). Mais si l'image comporte des hiatus dans la suite des distances, des difficultés peuvent apparaître. Un hiatus de 100 mer ne fait pas de problème, mais 500 mer sont pénibles. Il semble bien que l'hiatus maximal admissible soit de 300 mer ; la valeur classique de Colardeau correspondrait ainsi à l'étendue de relief à ne pas dépasser localement, et la valeur de 800 mer à une valeur possible pour l'ensemble de l'image.

Un cas particulier à ne pas négliger est le relief entre la fenêtre et l'image : si la fenêtre se profile sur des lointains, un relief de 800 mer entre cette fenêtre et les lointains sera pénible ; mais si la fenêtre se profile non pas sur l'infini mais sur un plan intermédiaire, l'examen sera facilité. De même si les tout premiers plans sont en jaillissement, le relief total acceptable sera plus important.

C'est sans doute en raison de ces cas particuliers que bien des stéréoscopistes se limitent pratiquement à environ 500 mer ; cependant il faut savoir que cette valeur peut être un peu excessive dans certains cas très spéciaux, mais peut aussi être largement dépassée sous les conditions indiquées.

Rappelons que ces considérations s'appliquent à l'étendue de relief R' de l'image en relief et non à l'étendue de relief R du paysage réel. Elles montrent la vanité des efforts que l'on pourrait être tenté de faire pour uniformiser l'étendue du relief des paysages courants, sans oublier les conséquences fâcheuses que cela aurait sur la sensation de présence.

Applications

Revenons maintenant à notre recherche de la fidélité et de la présence. Il convient pour préciser la question de distinguer trois catégories de sujets : a) les paysages courants, comportant des premiers plans à des distances d'environ 2 à 5 mètres, b) les paysages sans premiers plans, et présentant par suite peu ou pas de relief, c) les vues rapprochées (macrostéréoscopie).

a) Vues courantes

Dans le premier de ces cas, l'emploi d'une base d'environ 63 mm et d'une distance focale normale s'imposent. Distances, dimensions et relief sont ainsi respectés. Il faut surtout se garder de changer de base à chaque vue sous le prétexte fallacieux d'uniformiser ou d'augmenter l'étendue du relief. Les variations d'échelle que cela entraînerait à chaque vue donneraient au spectacle une allure artificielle sans avantage réel par ailleurs. L'effet serait particulièrement regrettable si le paysage comportait des personnages dont les dimensions bien connues seraient altérées.

b) Vues lointaines

Dans le deuxième cas il faut bien reconnaître qu'il n'y a en général pas de solution pleinement satisfaisante : le mieux est sans doute de trouver le moyen d'inclure dans le paysage un premier plan à distance raisonnable et en harmonie avec le sujet ; on retombera ainsi sur le premier cas.

On peut aussi parfois utiliser une base sérieusement majorée. La détermination de cette base se fera pratiquement en évaluant la distance réelle en mètres des plans les plus proches (attention à ne pas en oublier !); en divisant par 3, on aura le coefficient multiplicateur b à appliquer à l'intervalle normal des yeux ; on obtient ainsi une maquette à l'échelle $1/b$ dont les premiers plans paraîtront à 3 mètres et dont l'étendue du relief vaudra 333 fois, valeur assez modeste mais suffisante dans un tel cas. L'évaluation de la distance des premiers plans est souvent délicate ; une méthode efficace repose sur l'utilisation d'une carte à grande échelle où l'on peut repérer sa position et l'emplacement des plans les plus proches.

Il est bon de s'assurer que le relief perceptible s'étendra jusqu'aux lointains, ce qui sera réalisé si leur distance n'est pas supérieure à b fois 100 mètres. Sinon on risquerait d'observer une maquette des premiers plans sur un fond de lointains sans relief et en vraie grandeur.

On devra veiller à ce que les deux stations soient très sensiblement dans un même plan horizontal. Les nuages sont une cause de difficultés par leur ombre variable et leur déplacement dans le ciel ; pour réduire les effets de ce dernier point, commencer par l'image placée du côté d'où viennent les nuages.

On peut si la largeur du champ intéressant l'exige changer de distance focale ; le coefficient de majoration b de la base devra alors être divisé par le coefficient de majoration t du tirage.

Les images ainsi obtenues par hyperstéréoscopie sont assez artificielles mais spectaculaires. Il ne faut pas en abuser.

Un cas particulier est celui d'un paysage sans profondeur (donc sans grand relief), par exemple un mur sculpté, dont on ne peut s'approcher suffisamment. Il est alors possible d'obtenir une stéréoscopie très honorable en multipliant base et tirage par un même facteur. A condition de prendre au montage toutes dispositions pour que la parallaxe du plan le plus important lui corresponde, la distance apparente du paysage sera égale à sa distance réelle divisée par le même facteur qui a multiplié la base et le tirage. Toutes les dimensions frontales et en profondeur seront conservées ainsi que les formes et les angles aussi longtemps que le paysage aura peu d'épaisseur. Mais si les coefficients b et t deviennent trop grands, la tranche rendue correctement devient très mince et il apparaît progressivement écrasement en avant et étirement en arrière.

Une solution analogue peut être appliquée au cas de la façade d'un monument où l'on manque de recul ; l'emploi d'un grand angulaire avec base réduite donnera l'impression d'une vue prise de plus loin.

c) Vues très rapprochées

Le dernier cas est celui des vues très rapprochées. Il ne peut plus être question de conserver des dimensions qui seraient trop petites pour être bien observées, ni la distance réelle en raison de la deuxième partie de la règle de Boillot. Mais, s'il est nécessaire, permis et même recommandable d'agrandir les objets, il est également nécessaire de respecter leur forme : il faut éviter d'ovaliser les cercles, ou de transformer les angles droits en angles aigus ou obtus. Cela est possible tout au moins au

voisinage d'un plan du paysage que nous appellerons plan essentiel. Ce plan sera en général choisi un peu en avant du milieu du paysage. Le problème est de décider à quelle distance nous voulons qu'apparaisse son image en relief (c'est encore la deuxième loi de Boillot). Pratiquement on peut hésiter entre 1,60 m (25 fois l'écartement entre les yeux) et 1,92 m (30 fois cet écartement). Sous réserve de monter nos vues de façon que l'image de ce plan essentiel ait la parallaxe correspondant à cette distance de l'image en relief, il n'y aura pas de déformation si la base adoptée vaut la distance du plan objet essentiel divisée par 25 ou 30 selon le choix ci-dessus. Le coefficient 25 donne un peu plus de relief et convient très bien surtout au stéréoscope ou en projection familiale ; le coefficient 30 donne une image un peu plus facile à fusionner avec un grand écran. Les normes du Stéréo-Réalist correspondent à un facteur légèrement supérieur à 30.

Bien entendu l'image en relief sera plus grande que nature, mais elle ne sera pas déformée du moins au voisinage du plan essentiel. Une fois choisie la distance focale de l'objectif pour obtenir la grandeur d'image cherchée et la distance objectif sujet désirée, il n'y a plus lieu d'en tenir compte pour déterminer la base, et de toute façon il n'y aura pas de déformation si l'on procède comme il a été indiqué. On peut donc adopter la distance focale la plus commode pour l'installation, l'éclairage, etc.

Relief et profondeur de champ

En pratique l'étendue du relief de l'image ne dépend pas non plus du choix de cette distance focale, pas plus que la profondeur de champ. Si le diamètre du cercle de confusion accepté est vu par le spectateur sous un angle de α minutes, si la prise de vue est faite avec la base B mm et un diaphragme de diamètre Δ mm, le relief R' de l'image observée sera en millièmes

$$R' = 9,1 \frac{B}{\Delta} \alpha$$

quelle que soit la distance focale utilisée (cette formule s'applique dans tous les cas de sujets).

Si on appelle g le grandissement de l'image sur le film, n l'ouverture numérique du diaphragme lue sur l'objectif et K le rapport de la distance objectif plan essentiel à la base, soit 25 ou 30, le relief R' en millièmes vaudra toujours en macrostéréoscopie

$$R' = \frac{9,1}{K} \frac{g+1}{d} \alpha n$$

Dès que g n'est plus très petit, ce relief R' devient très faible, ce qui amène à diaphragmer beaucoup et à accepter un flou angulaire important. Pour $K = 30$ et $n = 16$, R' se réduit à 5 α pour les forts grandissements. On pourrait alors envisager d'augmenter la base au prix d'une certaine déformation par étirement.

Convergence

La convergence des axes optiques à la prise de vue est déconseillée. Bien sûr, tant qu'elle n'est pas trop prononcée, elle n'empêche pas le fusionnement des images et il est difficile de préciser quelle fatigue cela peut entraîner. Mais lorsque les deux images sont fusionnées, du fait de la déformation trapézoïdale, leurs bords supérieurs et inférieurs qui sont parallèles ne se profilent pas sur des points homologues des deux images et par conséquent ne peuvent pas fusionner eux-mêmes ; ils apparaissent donc comme flous, dédoublés, et ainsi l'image en relief ne peut avoir toute la propreté souhaitable — à moins de faire des caches trapézoïdaux sur mesure, — mais c'est un travail tellement long et délicat qu'on ne saurait l'envisager de façon habituelle.