



HAL
open science

Sur la stéréoscopie pseudoscopique

E. Colardeau, J. Richard

► **To cite this version:**

E. Colardeau, J. Richard. Sur la stéréoscopie pseudoscopique. *J. Phys. Theor. Appl.*, 1916, 6 (1), pp.81-92. 10.1051/jphystap:01916006008100 . jpa-00241980

HAL Id: jpa-00241980

<https://hal.science/jpa-00241980>

Submitted on 4 Feb 2008

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

SUR LA STÉRÉOSCOPIE PSEUDOSCOPIQUE ;

Par MM. E. COLARDEAU et J. RICHARD (1).

Lorsqu'on examine une photographie stéréoscopique, ou stéréogramme, à l'aide d'un stéréoscope dont les oculaires ont une distance focale égale à celle des objectifs de l'appareil qui a servi à prendre l'épreuve, on sait qu'on éprouve l'impression de reconstitution optique, en vraie grandeur, dans l'espace, du sujet photographié. On a le relief exact de ce sujet.

Ce résultat n'est évidemment obtenu que si l'on place devant l'œil droit l'épreuve faite par l'objectif droit et devant l'œil gauche celle fournie par l'objectif gauche.

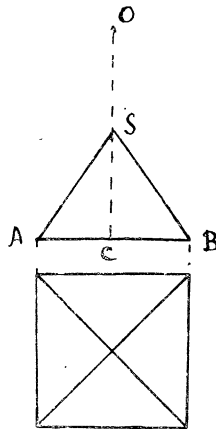


FIG. 1.

Quelle est la sensation obtenue si l'on inverse les deux épreuves, c'est-à-dire si l'on observe avec l'œil droit l'épreuve normalement destinée à l'œil gauche et réciproquement ?

Un raisonnement très simple, aidé des figures ci-jointes, fournit une réponse à la question.

Supposons qu'on observe une pyramide à base carrée SAB.

(1) Communication faite à la Société française de Physique, séance du 18 février 1916.

construite en fils métalliques, par exemple, avec un seul œil placé en O sur la normale à la base passant par le sommet de la pyramide (*fig. 1*). Ce sommet S se projettera au centre du carré de base et l'observateur aura la sensation d'un carré traversé par ses deux diagonales. Ces diagonales seront formées par les projections des quatre arêtes latérales qui se placeront deux à deux exactement dans le prolongement l'une de l'autre.

Si l'on observe, au contraire, la pyramide avec les deux yeux, en plaçant ceux-ci symétriquement par rapport à la normale OC (*fig. 2*), le résultat sera tout différent.

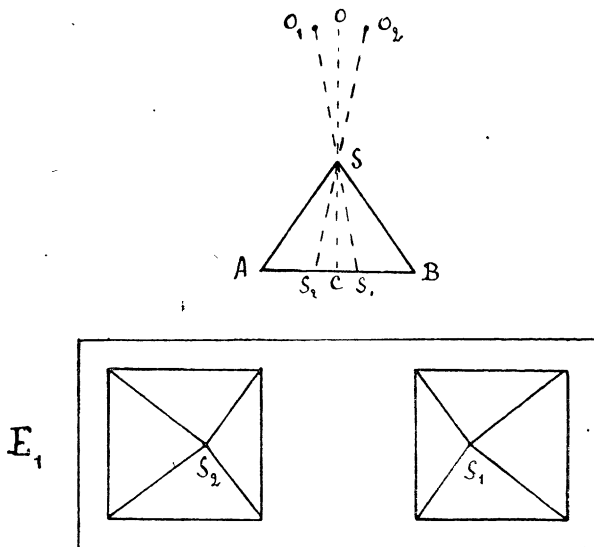


FIG. 2.

Si le sommet de la pyramide est tourné vers l'observateur, ce sommet S se projettera à droite du centre de la base, en S_1 pour l'œil gauche, et à gauche du centre, en S_2 , pour l'œil droit. En photographiant la pyramide avec un appareil stéréoscopique dont les deux objectifs occuperont en O_1 et O_2 la place des deux yeux, et en observant l'épreuve obtenue E_1 dans un stéréoscope, la dissymétrie des deux images droite et gauche amènera la production du relief. On aura la sensation de la pyramide vue *le sommet en avant*.

Si le sommet de la pyramide était, au contraire, en arrière par

rapport à l'observateur (*fig. 3*), le décalage des deux projections S_1, S_2 du sommet par rapport au centre du carré de base se produirait en sens inverse. L'observation stéréoscopique de l'épreuve photographique E_2 obtenue avec cette disposition de la pyramide donnerait, cette fois, la sensation de la pyramide vue *le sommet en arrière*.

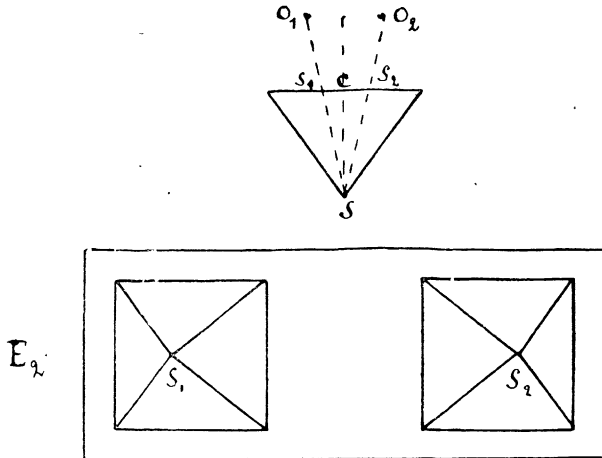


FIG. 3.

Or l'épreuve E_2 n'est autre que l'épreuve E_1 dont on aurait alterné les deux moitiés droite et gauche.

On voit donc que cette interversion des deux vues droite et gauche d'un stéréogramme amène le renversement de la sensation du relief. Les premiers plans de l'objet à trois dimensions reconstitué dans l'espace par la vision binoculaire tendent à passer au dernier plan, tandis que les derniers plans tendent, au contraire, à venir en avant. On a, au lieu de l'impression du relief normal, celle du relief dit *pseudoscopique*.

Cet effet est bien connu de tous ceux qui pratiquent la stéréoscopie. C'est, en effet, avec ce relief pseudoscopique que se présente directement le *cliché négatif* fourni par l'appareil stéréoscopique, lorsque les deux vues droite et gauche *sont portées par la même plaque*, ce qui est le cas le plus habituel. Ce résultat est dû, ainsi qu'on s'en rend compte facilement, à ce que les images réelles du sujet fournies par les deux objectifs sur la plaque sensible se

forment *en arrière* de ces objectifs et sont renversées sur cette plaque sensible, tandis qu'elles doivent évidemment être placées *en avant* des oculaires du stéréoscope à l'aide duquel on les observe. Il en résulte que, pour obtenir le relief normal d'une épreuve positive tirée d'un négatif fourni par un appareil stéréoscopique ordinaire, il faut alterner les deux moitiés du négatif dans le tirage du positif, ce qu'on obtient soit en coupant ce négatif en deux suivant sa ligne médiane, soit en se servant, pour ce tirage, de châssis spéciaux dits châssis-alterneurs.

L'obtention directe et immédiate du cliché sous la forme pseudoscopique entraînant ces complications dans le tirage du positif est habituellement considérée comme un inconvénient.

Or, dans certains cas, par exemple dans la photographie des couleurs par la méthode trichrome, c'est le cliché lui-même et non une copie analogue à un positif tiré d'un négatif qu'on doit observer. D'autre part, la suite de cet article montrera que, dans certains cas, il peut y avoir intérêt à observer une épreuve aussi bien avec le relief pseudoscopique qu'avec le relief normal. Il était donc naturel de chercher à compléter le stéréoscope ordinaire de manière à obtenir, par un dispositif optique, un résultat équivalent à celui de l'opération d'inversion des deux moitiés du stéréogramme, sans avoir à couper le négatif de ce stéréogramme ou à faire un tirage spécial réalisant cette inversion dans le tirage du positif.

Nous sommes arrivés à ce résultat en intercalant devant les oculaires d'un stéréoscope ordinaire un système optique constitué par un ensemble de deux prismes P_1 , P_2 disposés comme l'indique la *fig. 4*.

P_1 est un prisme rectangulaire ordinaire à réflexion totale dont l'arête RU est celle d'un dièdre droit et dont la face hypoténuse MNST est inclinée à 45° sur les deux faces MRUN et RSTU du dièdre droit.

P_2 est un prisme tétraédrique employé depuis longtemps par l'un de nous dans la construction d'un viseur clair redresseur pour les appareils photographiques. Les deux dièdres MN et OP de ce prisme sont droits et orientés orthogonalement l'un à l'autre dans l'espace. L'arête OP est inclinée à 45° sur chacune des faces MON, MPN. Ces deux prismes sont collés au baume de Canada par la face MPN du prisme P_2 et la face MRUN du prisme P_1 .

Un rayon lumineux A_1 entrant en B_1 par la face RSTU du

prisme P_1 se réfléchit totalement en C_1 sur la face hypoténuse de ce prisme. Il traverse en D_1 la face de collage, puis se réfléchit totalement en F_1 sur l'une des faces latérales du prisme P_2 ; il se réfléchit à nouveau totalement en F_1 sur la seconde face latérale de P_2 et enfin il sort de ce prisme en G_1 par la face MNO : il a, à sa sortie du prisme P_2 , une direction G_1H_1 parallèle à sa direction d'entrée A_1B_1 dans le prisme P_1 .

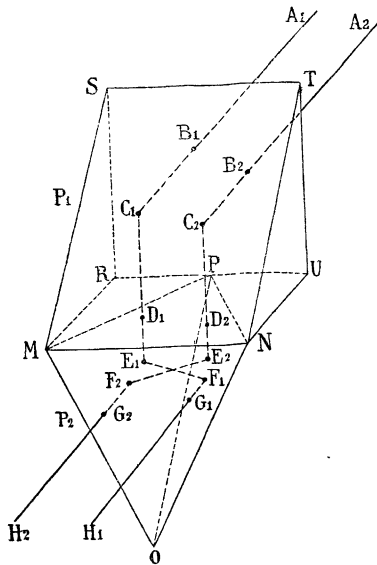


FIG. 4.

Un second rayon lumineux A_2B_2 suit, dans le système des deux prismes, un trajet analogue $A_2B_2C_2D_2E_2F_2G_2H_2$ et sort suivant G_2H_2 parallèle à A_2B_2 .

On voit que l'ordre dans lequel se présentent les deux rayons est changé à la sortie : A_1B_1 qui, à l'entrée, était à gauche de A_2B_2 se trouve à droite à la sortie et réciproquement. C'est cette inversion dans la position des deux rayons qui remplace le relief normal par le relief pseudoscopique.

Avec un stéréoscope ainsi construit, il suffira donc d'une seule épreuve pour avoir à volonté l'impression du relief normal ou celle du relief pseudoscopique par le simple jeu d'une tirette intercalant ou supprimant le système des prismes P_1, P_2 devant les oculaires

ordinaires du stéréoscope. Les *fig. 5* et 6 représentent l'appareil avec les deux dispositions des prismes obtenues en amenant la tirette successivement dans ses deux positions extrêmes.

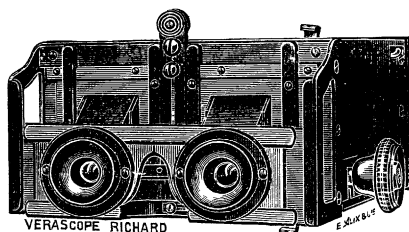


FIG. 5.

Si, pour observer l'effet pseudoscopique, on prend comme sujet d'expérience une vue un peu compliquée, comme un paysage par exemple, cet effet de relief inversé ne se manifeste ordinairement que d'une manière très incomplète, quelquefois même pas du tout. Le

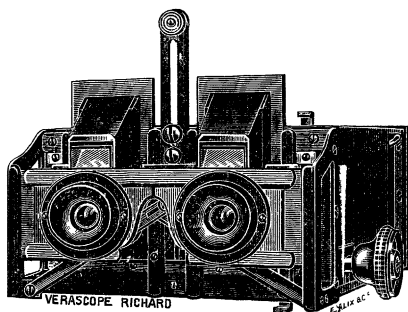


FIG. 6.

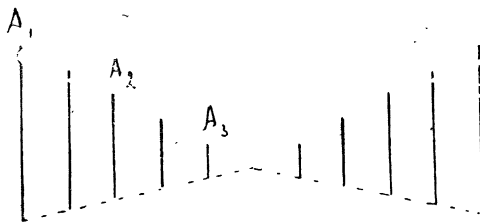
plus souvent il est seulement partiel et localisé sur certaines régions du sujet. Il en résulte un ensemble confus et embrouillé, sans signification nette. L'observateur ne distingue pas un sujet bien défini reconstitué avec ses trois dimensions : il dit « qu'il ne comprend pas ce qu'il voit ». Cela tient à ce que la forme de l'objet a trois dimensions reconstitué dans ces conditions par la vision binoculaire peut se trouver en contradiction avec les éléments d'appréciation du relief, autres que la vision binoculaire, qui nous permettent de nous rendre compte des dimensions en profondeur du sujet. Ces autres éléments d'appréciation, les seuls susceptibles d'être utilisés par les peintres

et les dessinateurs pour nous donner la sensation de la troisième dimension dans la représentation d'un objet à trois dimensions sur un plan, sont : les effets de perspective, la répartition des ombres et des lumières, le recouvrement mutuel plus ou moins complet des objets les uns par les autres, le diamètre apparent des objets de grandeur connue, mais plus ou moins éloignés, etc.

Dans ces conditions, l'illusion pseudoscopique due à la vision binoculaire peut se trouver en contradiction avec l'interprétation de la forme du sujet fournie par la vision monoculaire s'exerçant sur chaque épreuve séparément. L'illusion pseudoscopique peut alors ne pas se produire sur certaines parties du sujet pour lesquels ces éléments complémentaires d'appréciation du relief jouent un rôle important, tandis qu'elle se manifestera d'une manière satisfaisante sur d'autres parties pour lesquelles ils n'auront qu'une importance secondaire.

Examinons, par exemple, l'impression que devrait produire, avec le relief pseudoscopique, une allée d'arbres photographiée par un appareil stéréoscopique placé dans l'axe de cette allée.

Sur chacune des épreuves, les arbres se présenteront comme dans la *fig. 7*. L'image de l'arbre A_1 situé au premier plan sera beaucoup plus grande que celle de l'arbre A_3 situé au dernier plan.



.FIG. 7.

Malgré cette différence des diamètres apparents, l'observateur examinant cette épreuve au stéréoscope avec la disposition donnant le relief normal n'éprouvera aucune difficulté à l'interpréter, car elle lui donne la même impression que l'observation directe du sujet lui-même. Il verra bien A_3 sous un angle plus petit que celui sous lequel il voit A_1 , mais comme la vision stéréoscopique lui fait sentir, comme la vision directe du sujet lui-même, que A_3 est plus éloigné que A_1 , il n'éprouvera aucune surprise à le voir sous un diamètre

apparent plus faible. Par l'habitude qu'il a de contempler des objets réels ainsi disposés et lui donnant la même impression, il jugera aussi bien sur l'épreuve stéréoscopique que dans la nature elle-même, que les arbres du dernier plan sont aussi grands que ceux du premier plan.

Mais s'il observe l'épreuve avec la disposition pseudoscopique, l'arbre A_3 devra lui paraître beaucoup plus petit que A_1 , par la double raison que son image est très petite et que l'effet pseudoscopique doit lui montrer A_3 très rapproché de lui, alors que pour A_1 c'est l'inverse qui a lieu. A_3 devra donc lui donner la sensation d'un arbre microscopique alors que celle de A_1 devra être celle d'un arbre gigantesque. L'observateur devra avoir l'impression que, dans cette allée, les arbres ont des dimensions qui croissent très rapidement à mesure que leur distance augmente. Il est même facile de voir quelle sera la loi de cet accroissement apparent de la dimension des arbres.

Si A_3 est quatre fois plus éloigné de l'observateur que A_1 , son image sur l'épreuve sera quatre fois plus petite que celle de A_1 , et comme la disposition pseudoscopique aura, en outre, pour effet de faire voir A_3 quatre fois plus près que A_1 , l'observateur jugera que A_3 est en réalité seize fois plus petit que A_1 . La grandeur attribuée aux arbres variera *proportionnellement au carré de leur distance*. Comme un résultat analogue se produira sur tous les autres détails du paysage, l'illusion pseudoscopique placera, pour ainsi dire, l'observateur dans un monde bâti d'une manière tellement différente de celle du monde dans lequel il vit et avec la forme duquel il est familiarisé qu'il sera déconcerté par un changement aussi radical. Comme l'observateur continue d'ailleurs à voir monoculairement, avec chacun de ses yeux envisagé séparément, chaque moitié de l'épreuve et que cette vision monoculaire lui fait interpréter à la manière habituelle qui se trouve en pleine contradiction avec l'interprétation pseudoscopique, on comprend qu'il puisse arriver que celle-ci ne se produise pas ou n'amène qu'un résultat finalement impossible à interpréter d'une manière satisfaisante.

A ce premier genre de contradiction, dû à la perspective géométrique, pourra, d'ailleurs, s'en superposer une autre due au recouvrement mutuel des objets les uns par les autres.

Supposons, par exemple, que dans le sujet observé se trouve un arbre placé devant une maison. Par l'effet pseudoscopique, il devra

paraître derrière et vu à travers cette maison. Celle-ci présentera donc dans toutes les parties cachées par l'arbre une solution de continuité. Elle devra apparaître creusée d'une sorte de tunnel ayant la forme du profil de l'arbre et au fond duquel celui-ci lui apparaîtra comme à travers une découpeure.

Ces effets étranges combinés encore avec d'autres, tels que l'inversion dans la répartition des ombres et des lumières, etc., permettent de comprendre que souvent l'observateur n'aura pas l'illusion pseudoscopique ou ne l'aura que d'une manière très incomplète et localisée dans les régions où les causes complémentaires d'appréciation du relief ne joueront qu'un rôle secondaire.

Doit-on conclure de là qu'on n'aura jamais la sensation pseudoscopique complète sur l'ensemble d'une épreuve? Évidemment non, car avec des sujets convenablement choisis, il pourra arriver que les causes complémentaires d'appréciation du relief dont nous venons d'étudier l'influence contradictoire n'existent pas ou ne jouent qu'un rôle tout à fait secondaire et insuffisant pour annuler l'illusion pseudoscopique.

Parmi les sujets qui répondent à ces conditions se trouvent les figures géométriques simples que l'on se représente aussi aisément avec le relief inversé qu'avec le relief normal. Par exemple une pyramide construite avec des fils métalliques et photographiée la pointe en avant apparaîtra immédiatement avec sa pointe en arrière par voie pseudoscopique.

De même une médaille donnera sans difficulté, par voie pseudoscopique, la sensation du coin en creux qui a servi à la frapper, à la condition qu'elle ait été photographiée avec un éclairage de face. Avec un éclairage latéral donnant des ombres portées, ces ombres révéleront par la vision monoculaire une saillie là où la pseudoscopie doit, au contraire, faire voir un creux. L'impression de ce creux sera incompatible avec l'existence de l'ombre portée. Alors, l'illusion pseudoscopique, gênée par ces effets contradictoires, pourra ne pas avoir lieu.

On trouve également des impressions pseudoscopiques très complètes avec les vues comprenant surtout des rochers dont la forme est quelconque et qu'on imaginerait aussi bien avec la disposition inverse au point de vue de la répartition des creux et des parties saillantes. Ainsi les gorges et défilés rocheux, les crevasses et séracs des glaciers donneront avec le relief pseudoscopique des résultats

souvent très curieux et très intéressants. Il y a, dans les sujets de ce genre observés pseudoscopiquement, un tel bouleversement que, bien qu'avec les règles énoncées plus haut, l'observateur puisse, en principe, reconstituer par imagination la forme véritable du sujet réel, il éprouve ordinairement une vive surprise quand il fait succéder l'observation du relief normal à celle du relief pseudoscopique.

Il existe, d'ailleurs, des artifices permettant de favoriser l'illusion pseudoscopique sur des sujets complexes tels que des paysages ordinaires, groupes de personnages, etc., dans lesquels elle ne se produit pas immédiatement ou ne se manifeste qu'avec quelque difficulté. Par ces artifices on élimine, ou, du moins, on atténue l'influence des causes complémentaires contradictoires de production du relief.

Ainsi, l'observation du cliché négatif (au lieu de l'épreuve positive) suffit quelquefois, par le renversement de la répartition des ombres et des lumières, à donner l'illusion pseudoscopique qu'on n'obtient que difficilement sur l'épreuve positive.

De même l'observation de l'épreuve « à l'envers », c'est-à-dire le haut en bas et réciproquement, faisant voir le sujet dans des conditions où l'on n'a pas l'habitude de l'observer en nature, fait disparaître en grande partie l'effet de la perspective et facilite l'illusion pseudoscopique. Cet artifice est très efficace avec la plupart des sujets, en particulier avec les groupes de personnages dont ceux du dernier plan apparaissent alors au premier plan avec des dimensions microscopiques, tandis que ceux du premier plan passent au dernier sous forme de géants. Lorsque, par cet artifice, on s'est bien rendu compte du résultat que doit donner le relief pseudoscopique, on peut réussir, en remplaçant l'épreuve « à l'endroit » et en l'observant attentivement, à avoir l'illusion cherchée. Mais le résultat n'est ordinairement obtenu qu'avec beaucoup plus de difficulté qu'avec l'épreuve renversée.

Dans une radiographie stéréoscopique faite d'après la méthode bien connue du déplacement de l'ampoule, l'illusion pseudoscopique se produit ordinairement aussi avec une grande netteté, parce que les causes complémentaires d'appréciation du relief énoncées plus haut n'y jouent qu'un rôle tout à fait secondaire ou même nul.

Il peut sembler, au premier abord, qu'après avoir examiné une radiographie de ce genre avec le relief normal, il n'y ait aucun intérêt à l'observer pseudoscopiquement pour avoir des renseignements

nouveaux sur la répartition en profondeur dans l'espace des divers éléments qui la constituent. En effet, les résultats fournis par la radiographie étant ceux que fourniraient avec la lumière ordinaire, et sans troubles produits par la réfraction, une série d'objets transparents placés les uns derrière les autres et dont chacun permettrait de voir tous les détails de ceux qui sont placés derrière lui, il semble qu'avec l'observation pseudoscopique on obtiendra simplement la répartition inverse de tous ces objets, ceux qui apparaissent derrière dans le premier cas apparaissant en avant dans le second et inversement.

L'expérience montre qu'en réalité l'observation pseudoscopique, succédant à celle qui donne le relief normal, peut présenter un grand intérêt.

Si, par exemple, la partie intéressante du sujet radiographié se trouve au dernier plan dans l'examen avec le relief normal, on se trouvera gêné par les objets placés en avant, malgré leur transparence apparente, et l'attention de l'observateur sera troublée par leur présence dans les premiers plans. Au contraire, par l'observation pseudoscopique, cette partie intéressante sera ramenée en avant : les autres parties du sujet, quoique visibles, cesseront, par le seul fait qu'elles sont rejetées en arrière, de détourner l'attention de l'observateur qui appréciera alors d'une manière beaucoup plus nette la répartition des objets dans la région à laquelle il s'intéresse.

Supposons, par exemple, qu'il s'agisse de la radiographie du thorax d'un blessé ayant reçu un éclat d'obus logé derrière la colonne vertébrale, entre celle-ci et la peau du dos. Admettons que le blessé ait été couché sur le dos pendant l'opération radiographique. Dans l'examen de l'épreuve avec le relief normal, l'éclat d'obus sera vu au dernier plan à travers la colonne vertébrale et le système antérieur des côtes. Au contraire, dans l'examen pseudoscopique, l'effet produit sera le même que si le blessé avait été couché sur le ventre pendant l'opération radiographique. L'éclat d'obus apparaîtra au premier plan. On appréciera beaucoup mieux que dans le premier cas la distance qui le sépare de la colonne vertébrale et l'opération d'extraction s'en trouvera notablement facilitée. L'observateur éprouvera la même sensation que si le blessé avait été retourné au-dessus de la plaque radiographique lors de l'examen pseudoscopique.

Le stéréoscope à double jeu d'oculaires instantanément interchangeables dont il a été question au début de cet article est particuliè-

rement commode pour les observations de ce genre en permettant de passer immédiatement de l'examen du relief normal à celui du relief pseudoscopique et réciproquement.

Le modèle représenté par les *fig.* 5 et 6 est destiné à l'observation des radiographies réduites au format « vérascope ». Il suffit de remplacer les lentilles convergentes qui forment ses oculaires par des prismes à petit angle et de supprimer le verre dépoli pour pouvoir observer, en se plaçant à une distance convenable, des clichés ou des épreuves sur papier de format quelconque, telles que les épreuves de dimensions 30×40 centimètres fournies par l'emploi du châssis stéréoscopique imaginé par le Dr Dimier.

Ce châssis est, comme on le sait, basé sur le même principe que les châssis alterneurs servant aux tirages des diapositifs stéréoscopiques ordinaires. Il a pour effet de donner sur la même plaque les deux épreuves du couple stéréoradiographique en protégeant successivement chaque moitié de la surface sensible par deux plaques de plomb incorporées dans ce châssis et sous lesquelles on fait glisser successivement les deux moitiés de la plaque sensible en passant d'une pose à l'autre.

Ce double mode d'observation des radiographies stéréoscopiques complète d'une manière très efficace les renseignements fournis par les procédés de localisation des projectiles en usage aujourd'hui et rend à la fois plus sûre et plus facile la tâche des chirurgiens dans les opérations d'extraction de ces projectiles.
