

Zeitschrift: Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Band: 66 (1954-1957)
Heft: 293

Artikel: Stéréophotogéologie terrestre
Autor: Oulianoff, Nicolas
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-274730>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 15.10.2024

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Stéréophotogéologie terrestre

PAR

Nicolas OULIANOFF

(Séance du 21 mars 1956)

Ces dernières années, on parle de plus en plus fréquemment de la photogéologie, surtout dans les périodiques qui s'occupent des problèmes concernant le pétrole, et récemment M. KREBS, qui est un des promoteurs de cette nouvelle méthode, a fait une conférence sur ce sujet à notre Société. Cependant, je trouve utile de revenir à la question de l'emploi de la photographie en géologie, et ceci pour diverses causes que l'on trouvera mentionnées dans la suite.

Le terme de «photogéologie» n'exprime pas assez nettement ce que l'on cherche à présenter au public. En réalité, il s'agit de la stéréophotogéologie aérienne. Ce procédé est effectivement nouveau, n'ayant qu'un peu plus de vingt ans d'application. J'ai toutes raisons de croire que j'ai été l'un des premiers à publier à ce sujet des suggestions basées sur ma pratique de levés aériens dans le massif du Mont-Blanc (OULIANOFF 1931, CORBIN et OULIANOFF 1933, 1934). Il est dit, dans la dernière note, que

« quinze vols au-dessus du massif du Mont-Blanc nous ont fourni une documentation photographique de plus de mille clichés, et toutes ces photographies sont susceptibles d'être examinées au stéréoscope. Vu le grand écartement des vues constituant chaque paire, allant de quelques centaines de mètres jusqu'à 2000 m, le relief et, par conséquent, la netteté de la morphologie deviennent surprenants ».

Mais ces suggestions ne se répandent que lentement et les publications concernant le nouveau procédé sont encore rares. (GILL 1932, BERKALOFF 1937 a, 1937 b, BESSAIRE 1937, BLONDEL 1937, SOLIGNAC 1937, MARCHESINI 1938).

Les conditions ont complètement changé en quelques années, depuis que les toutes puissantes sociétés pétrolifères ont apprécié l'utilité de cette méthode (KREBS 1941 ; parmi les publications récentes, on consultera avec intérêt HAGEN 1950 et WOODTLI 1954). Dès lors, quand on parle de photogéologie on entend par là principalement ces levés rapides, préliminaires, de caractère d'exploration d'immenses surfaces (plusieurs centaines de milliers ou millions d'ha) et naturellement très coûteuses, car elles exigent le travail de grandes équipes.

Or la recherche géologique scientifique se développe encore essentiellement par le travail artisanal, et non pas par celui d'équipes sous direction rigoureuse. Si même le géologue qui poursuit son travail personnel utilise avec profit les photos aériennes, sa documentation principale provient des observations faites, marteau en main, *sur la surface de la terre*. S'il utilise l'appareil photographique pour appuyer et pour compléter ses recherches, nous dirons qu'il pratique la *photogéologie terrestre*. Cette *photogéologie terrestre* doit être, aussi souvent que possible, *stéréoscopique*. En effet, la géologie, proprement dite, est une science essentiellement géométrique. Les formes du terrain dépendant de la structure de la croûte terrestre, la morphologie, préoccupent le géologue, et il doit utiliser tous les moyens permettant de pratiquer avec aisance les études en *trois dimensions*. Or seule la vision avec deux yeux permet d'obtenir l'impression réelle de l'espace. Toutefois, elle ne procure la sensation *réelle* de relief que dans l'espace qui s'étend sur une distance moyenne de 400-450 m de l'observateur.

Deux rayons lumineux venant d'un point à chacun des yeux de l'observateur forment un angle. Les yeux enregistrent la variation de cet angle, ce qui se traduit par une perception de la variation de profondeur ou d'éloignement. La finesse de cette perception dépend de l'écartement des yeux (55 à 65 mm en moyenne) et de la sensibilité de la rétine. On considère que la valeur minima de l'angle que l'on saisit nettement varie entre 30" et 60". Au delà de cette limite, les deux rayons sont pratiquement parallèles et la perception *directe* de la profondeur s'évanouit. L'image de tout l'ensemble des objets qui forment le fond éloigné se présente comme une toile de fond privée de relief. Cet état limite ne s'installe pas brusquement mais graduellement, ce que le simple calcul ci-dessous permet de saisir.

L'observateur fixe avec ses yeux (A et B) un point (C). L'angle 2α (parallaxe stéréoscopique) formé par l'intersection des rayons CA et CB s'exprime ainsi :

$$2\alpha = \frac{e}{y} \quad (1)$$

où e est la distance entre les yeux et y la distance entre le point C et le plan AB.

La dérivée première de l'expression (1) représente la variation de la distance (dy), en passant du point C au point D plus éloigné de l'observateur :

$$dy = \frac{2 d\alpha \cdot y^2}{e} \quad (2)$$

La formule (2) montre que la variation d'éloignement perceptible est proportionnelle au carré de l'éloignement même et inversement proportionnelle à l'écartement des yeux. Toutefois, n'oublions pas que dans la formule (2) nous avons considéré e comme constant et égal à 65 mm (distance entre les yeux d'un homme). Or, en fixant les deux images sur la pellicule photographique, nous sommes libres d'augmenter la valeur de e . On obtient ainsi la «vision» *hyperstéréoscopique*, autrement dit à *relief exagéré*.

Dans la pratique des levés photogrammétriques (BAESCHLIN, et ZELLER 1936), on pose le rapport de base $e/y = 1/20$. Mais les géologues ou les géographes n'ont pas besoin de respecter ce rapport en faisant leurs photographies hyperstéréoscopiques. Même en en réduisant considérablement la valeur (1/100, ou moins), on obtiendra encore des effets de profondeur excellents.

Pour *reconstituer* la vision en trois dimensions à partir de deux images plates, ces images doivent être transposées sur la rétine de chaque œil *séparément*, ce que l'on obtient au moyen de stéréoscopes. Quoique la construction de ces appareils soit relativement simple, la nécessité de les utiliser représente un *obstacle* évident à la propagation de l'emploi de la *stéréophotographie*.

Des regrets ont été exprimés à ce sujet dans les excellents articles de H. HUGUENIN (1936) et de P.-L. MERCANTON (1944). Mais le manque d'intérêt des géologues pour la stéréophotographie est plus difficilement explicable. Les cas tels que celui de M. LUGEON qui, inspiré de bonne heure par P.

CORBIN, a pratiqué avec ferveur, pendant sa carrière de géologue, la photographie hyperstéréoscopique, sont relativement rares.

L'indifférence pour cette merveilleuse méthode de documentation et d'affinement des recherches s'explique, partiellement, par la nécessité de recourir au stéréoscope, ce qui dans la pratique quotidienne, et surtout sur le terrain, devient encombrant. Peut-être est-ce pour cette raison-là que F.-M. LAHEE, par exemple, dans son excellent manuel (1941), se borne à mentionner que le géologue peut prendre des photos stéréoscopiques, sans même relever l'importance capitale de cette méthode.

Il est donc compréhensible que divers auteurs insistent sur l'utilité d'acquérir la faculté d'examiner les photos stéréoscopiques *sans* l'emploi de stéréoscope. On a proposé diverses méthodes pour y exercer les yeux. L'une d'elles a été décrite par P. DUFOUR (WHEATSTONE, 1919, Lausanne). Mais j'ai pu constater que la plupart des personnes qui essaient de suivre ces indications judicieuses ne réussissent pas, probablement faute de ténacité ou de patience. Il est vrai que les exercices à pratiquer, par exemple dans la méthode proposée par ABRAMS (1944), sont très absorbants. Et EARDLEY (1942) constate aussi que seulement « certaines personnes, par la pratique, arrivent à acquérir la vision stéréoscopique, sans l'emploi d'appareils optiques ».

Pour permettre l'utilisation stéréoscopique d'une paire de clichés sans éducation préalable des yeux, je propose *une nouvelle méthode*. Elle exige, elle aussi, de l'observateur, un peu de patience pour s'adapter à l'emploi d'un appareil pourtant très simple. Il ne s'agit en effet que d'un rectangle de carton, d'environ 15 à 20 cm de longueur et 5,5 à 6,5 cm de largeur. La longueur en est arbitraire; elle sera fixée par la pratique. La largeur doit correspondre à l'écartement des yeux; *elle ne doit pas être plus grande* que cet écartement, même plutôt de quelques millimètres plus petite. Le spectateur tiendra à plat contre son nez l'écran de carton, dont le rôle est de séparer l'activité visuelle des yeux. On mettra les deux photos l'une à côté de l'autre sur une feuille de carton, de telle façon que la distance entre les images d'un point caractéristique, situé approximativement au centre et facilement identifiable sur chacun des deux clichés (C_1 et C_2 , fig. 1), soit égale approximativement à 6 ou 6,5 cm.

On peut admettre d'avance que les deux photos formant une paire stéréoscopique, mais prises séparément avec un appareil tenu en main, ne sont pas orientées tout à fait correc-

tement. On mettra donc l'une des photos (photo de gauche, fig. 1) en position normale, tenant compte de sa ligne d'horizon (H_1-T_1). (Voir aussi à ce sujet N. OULIANOFF, 1941.) On placera la photo de droite en respectant l'orientation de la ligne d'horizon (H_2-T_2) et la distance C_1-C_2 (environ 6 cm).

Ensuite, ayant placé l'écran contre le nez, on appuie le carton portant les photos directement contre l'écran, de façon que les photos se trouvent respectivement contre les yeux.

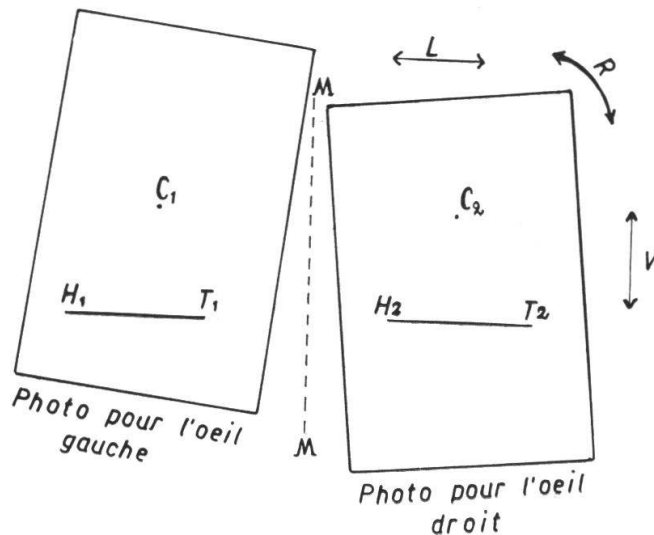


FIG. 1.

Puis, sans déplacer l'écran, l'observateur commence à éloigner *lentement* le carton portant les photos, ayant soin de ne l'écartier ni à gauche ni à droite et de le tenir perpendiculairement à son propre plan de symétrie. Quand la distance de la vision nette est atteinte, l'observateur voit une *seule* image, qui lui offre une parfaite impression de relief. Si la largeur de l'écran n'est pas suffisante (les yeux commençant à apercevoir *partiellement* les deux photos) on y remédie en avançant légèrement l'écran devant le nez, le carton qui porte les photos restant immobilisé.

La figure 2 peut être utilisée pour cet exercice. Elle représente l'Aiguille Verte (massif du Mont-Blanc), fortement escarpée, et un petit nuage qui plane devant elle. Le jeu du relief y est très complexe. J'ai pris ces deux photos séparément lors d'un vol en avion.

L'examen d'une paire stéréoscopique à l'aide d'un écran tenu contre le nez n'entraîne aucune fatigue des yeux. Par contre, les yeux sont vite fatigués chez les personnes qui pratiquent l'examen direct des photos stéréoscopiques. Dans ce dernier cas, l'observateur a toujours trois images devant les

yeux. Cela distrait son attention et exige un effort constant pour garder les axes des yeux suivant l'orientation voulue, et retenir l'image médiane virtuelle.

Afin d'éviter l'effet désagréable du relief inversé qui apparaît si l'on place la photo gauche devant l'œil droit et inversement, il faut distinguer nettement entre la photo gauche et la photo droite d'une paire stéréoscopique, et les marquer dès le premier examen, par les indications correspondantes. On choisit à cet effet, les images de deux objets *A* et *B*, bien discernables sur chacune des deux photos et assez rapprochés l'un de l'autre, mais situés dans deux plans différents : le point *A* par exemple étant plus rapproché de l'observateur que le point *B*. Admettons que ces deux points aient, sur les deux photos, le même ordre de succession en allant de gauche à droite (*A* — à gauche, *B* — à droite). Alors, il est clair que la photo montrant la distance *A-B* la plus petite correspond à la station gauche, l'autre à la station droite.

Pour examiner les photos au moyen d'un stéréoscope à miroirs, on les place à plat sur la table. L'examen par la méthode décrite ici permet de les tenir verticalement. Alors, directement devant l'image stéréoscopique terrestre en position normale, c'est-à-dire verticale, on aura, sur la table, une place suffisante pour disposer la carte ou la feuille de papier sur lesquelles on tracera, sans être obligé de bouger la tête, les éléments que fournira l'analyse de l'image en relief.

La méthode décrite est applicable au format 6×9 ou aux formats plus petits. Par contre, le travail avec des paires stéréoscopiques de format plus grand oblige à recourir au stéréoscope à miroirs. Notons encore que l'examen des paires stéréoscopiques au moyen d'un écran tenu contre le nez peut se faire utilement en employant des lunettes (simple besicles) avec des verres (loupes) grossissants.

En conclusion, je crois que les géologues, ou en général les naturalistes, quand ils ont à faire avec la « nature morte » — la nature qui ne bouge pas pendant la prise des photos — seront avantagés dans leurs recherches sur le terrain s'ils prennent *en double*, avec les écartements appropriés, *la plupart* de leurs photos (paysages, carrières, filons, plis, failles, végétation, etc.). Il est fort probable que l'examen stéréoscopique de toutes ces paires de photos, au moyen d'un rectangle de carton, leur permettra de faire sans difficulté de nouvelles et précieuses constatations qui récompenseront largement du petit effort supplémentaire qu'aura exigé la prise des photos en double, mais avec un appareil photographique ordinaire.

BIBLIOGRAPHIE

- ABRAMS, T. — 1944. *Essentials of Aerial Surveying and Photo Interpretation*. Mc Grow-Hill. New-York.
- BERKALOFF, E. — 1937a. Utilisation des aéronefs pour la cartographie géologique en Tunisie. 2^e Cong. Mond. du Pétrole. Vol. I.
- 1937b. Essai de cartographie géologique aérienne en Tunisie. *La Chronique des Mines Colon.*
- BESSAIRE, H. — 1937. L'emploi de l'avion pour les levés géologiques à Madagascar. *La Chronique des Mines Colon.*
- BLONDEL, F. — 1937. L'emploi de l'avion pour les recherches géologiques et minières dans les pays neufs. *La Chronique des Mines Colon.*
- CORBIN, P. et OULIANOFF, N. — 1933. Lever stéréotopogr. de la partie française du massif du Mont-Blanc. *C. R. de la 57^e Session de l'Assoc. Franç. pour l'Avanc. des Sc.*
- CORBIN, P. et OULIANOFF, N. — 1934. La photographie aérienne au service de la géologie. *C. R. Acad. Sc. t. 199.*
- DUFOUR, PIERRE-TH. — Voir *Wheatstone*.
- EARDLEY, A.-J. — 1942. *Aerial Photographs*. Harper. New-York.
- GILL, DONALD. — 1932. *Aerial Survey in Relation to Econ. Geol.* *Bull. Inst. Min. Metallurgy.*
- HAGEN, TONI. — 1950. *Wissenschaftliche Luftbild-Interpr.* *Geographica Helv.*, t. V.
- HELBLING, R. — 1938. Die Anwend. der Photogram. bei geolog. Kartierungen. *Beitr. zur geol. Karte Schweiz.*



2 →

FIG. 2.

← 1

- HUGUENIN, H. — 1936. Téléphotogr. et hyperstéréosc. *Les Alpes* (Club alpin suisse).
- KREBS, J. — 1941. The applic. of aerial geology and aero-photogrammetry in Petroleum exploration. *Photogrammetria*. Vol. 4.
- LAHEE, FRED. — 1941. Field geology. 4th edit.
- MARCHESINI, E. — 1938. Analisi geolog. di aerofotogr. *L'Universo*, Firenze, an. 19.
- MERCANTON, P.-L. — 1944. Stéréophotographie de l'alpiniste. *Les Alpes* (Club alpin suisse).
- OULIANOFF, N. — 1931. La cartographie dans le massif du Mont-Blanc à l'aide de l'aéroplane. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.* Vol. 57, p. 279. Lausanne.
- 1941. Contribution aux méthodes de la topographie d'exploration. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.* Vol. 61, et *Bull. des Lab. de géol., minér., géoph. et du Musée géol.* Lausanne. N° 74.
- SOLIGNAC, M. — 1937. Explor. aérienne et géol. des struct. présumées pétrolifères de la Tunisie. 2^e Cong. Mond. du Pétrole. Vol. I.
- WHEATSTONE, CHARLES. — 1919. Contrib. à la physiologie de la vision. Traduit de l'anglais, complété par des conseils pratiques et des planches d'exercices pour faciliter la vue à l'œil nu du relief des clichés stéréoscopiques, par PIERRE-TH. DUFOUR. Lausanne. Impr. La Concorde.
- WOODTLI, R. — 1954. Introduction à la Photogéologie. *Bull. Agricole du Congo Belge*. Vol. XLV.