On sait que les terrains saturés d'azote ont la tendance très caractéristique d'activer le développement des parties végétatives des plantes et de favoriser les phénomènes de la métamorpose régressive (fleurs doubles). — Les engrais à base de phosphore, par contre, agissent dans le sens diamétralement opposé; ils influent surtout sur les parties fructifères et sur les phénomènes de la métamorphose progressive. On n'a qu'à se rappeler, à ce sujet, les champs de notre Oesling aux lourds épis portés par des tiges plutôt malingres. Quant aux effets de métamorphose progressive, M. le professeur est d'avis de procéder également par essais méthodiques et de cultiver les fleurs qui semblent s'y prêter le mieux, en terrains hyperphosphatés. Peut-être que la floriculture serait enrichie, par là, d'effets décoratifs nouveaux. Peut-être même que nos jardiniers fleuristes arriveraient un jour à réaliser des changements de sexe et de transformer les étamines en carpelles par exemple. — Avis aux intéressés!

Ed. PIERRET.

L'art optique moderne et son rôle dans la guerre mondiale

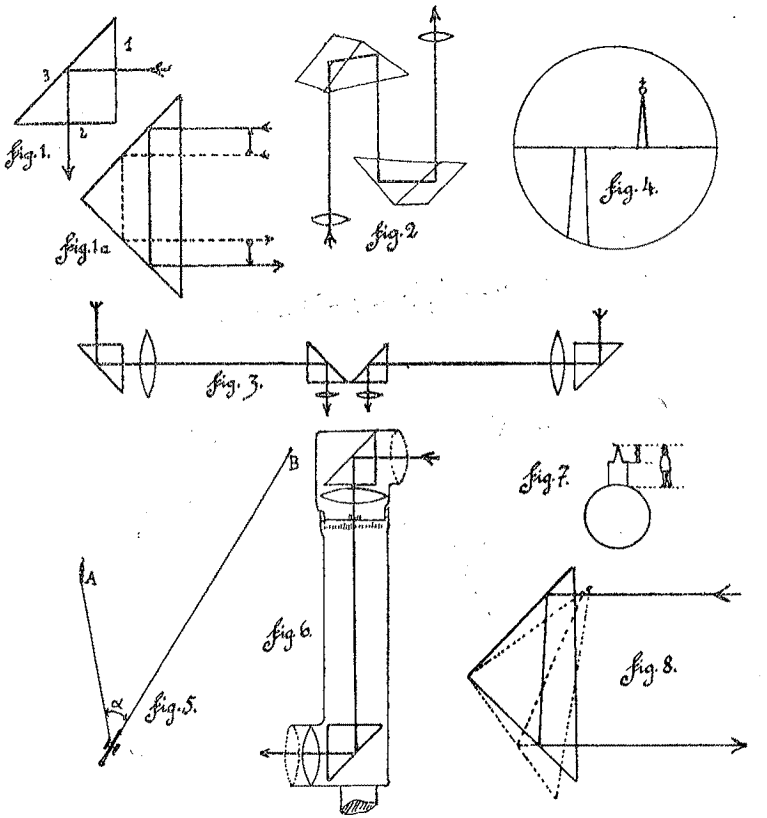
Par **P. Medinger,** ing.-chim. dipl.

L'importance des applications que les sciences techniques ont trouvées de tout temps dans l'art militaire, était bien connue et bien appréciée déjà avant la grande guerre. Mais jamais la corrélation entre l'art martial et les sciences appliquées n'a été plus évidente et plus féconde en nouveaux résultats que pendant les années de guerre que nous venons d'endurer. Pour montrer combien les événements et les nécessités de l'heure y ont suggéré les recherches et précipité les découvertes, nous allons passer en revue les applications multiples de l'art optique.

Citons d'abord les instruments traditionnels de télévision, les *jumelles* et les *lunettes,* instruments qui ont été en usage dans les guerres antérieures également. Pour distinguer un objet avec tous ses détails, à des distances qui dépassent les limites de l'observation à l'œil nu, il faut des instruments télescopiques à fort grossissement. Dans les guerres d'antan on ne connaissait, sous ce rapport, que la jumelle de Galilée dont le grossissement était faible et dont le champ de vision était restreint; il y avait la longue-vue terrestre également qui était très longue — inde nomen — et peu claire. Les télescopes modernes ne présentent plus du tout ces inconvénients. Il y a surtout un détail qui leur a assuré une supériorité jusque-là inopinée, c'est l'emploi de petits *prismes rectangles isocèles à réflexion totale.* Ces petits prismes en verre ont su révo-

lutionner de fond en comble toute la technique optique moderne, et ils ont trouvé une infinité d'applications que nous serons maintes fois encore dans le cas de devoir mentionner dans ce petit exposé.

Le prisme à réflexion totale est représenté par les figures 1 et 1a qui montrent en même temps la marche des rayons lumineux. Un rayon lumineux quelconque entrant par la face 1 du prisme



est réfléchi à angle droit par la face hypoténuse. Les rayons qui entrent par la face hypoténuse, sont réfléchis totalement dans un sens parallèle au rayon d'incidence. La fig. 1a nous fait voir en même temps que l'image est renversée. — Les lunettes astronomiques des temps de jadis donnaient toujours des images renversées, détail qui importe peu du moment qu'il s'agit d'observations uniquement astronomiques, mais qui cause un tort immense dès qu'il s'agit d'observer des objets terrestres. Voilà pourquoi on a dû introduire dans les lunettes terrestres un système de lentilles

redresseuses qui, malheureusement, venaient augmenter encore les dimensions déjà encombrantes de ces instruments en même temps que la clarté s'en trouvait fortement diminuée. Aujourd'hui ces systèmes de lentilles supplémentaires sont remplacés très avantageusement par des redresseurs à prismes d'où le nom de *jumelles à prismes*. L'image n'étant renversée que dans une seule direction, celle de haut en bas (fig. 1a), il a fallu ajouter un second prisme agencé de manière que son arête rectangulaire soit perpendiculaire à celle du premier (fig. 2); le second prisme intervertit l'image des côtés gauche et droit. Grâce à cette simple combinaison, l'image renversée fournie par l'objectif est intégralement redressée dans toutes les conditions et sans perte de lumière, pratiquement parlant. Aussi le champ de vision en est-il très étendu. La longueur de l'instrument par contre est réduite au tiers et au delà encore de celle d'une lunette terrestre ordinaire ayant le même pouvoir grossissant. Ces jumelles à prismes s'employaient par milliers et par millions dans les armées de tous les pays belligérants. — Plus tard, en augmentant le diamètre des objectifs, on obtenait des instruments à forte luminosité qui rendaient des services éminents aux heures du crépuscule et pendant la nuit. Les effets visuels de ces instruments perfectionnés dits *jumelles de nuit* sont vraiment étonnants. — *Les jumelles de marine* sont les mêmes, en principe; mais elles ont été compliquées par un détail de perfectionnement qui a permis d'augmenter considérablement la visibilité des objets qui se trouvent sur mer et des objets submergés. Avec les jumelles de marine il y a moyen surtout de mieux distinguer les couleurs des objets lointains. La télévision sur mer, en effet, a été fortement entravée toujours par les reflets de l'eau, inconvénient qui avait été parfaitement élucidé au point de vue théorique sans qu'on ait trouvé pourtant le moyen d'y remédier. Cette lumière réfléchie représente une lumière plus ou moins complètement polarisée. Si donc on a soin d'intercaler, entre l'œil de l'observateur et l'oculaire de la lunette, un analyseur, une plaque de tourmaline p. ex. ou, mieux encore, un nicol en spath d'Islande, on arrive à annuler complètement l'effet de ces reflets gênants; on n'a qu'à tourner l'analyseur autour de son axe. Il y a moyen de se rendre compte de tous ces phénomènes en regardant à travers un nicol qu'on met tout simplement devant l'œil en observant une surface brillante telle qu'une rue mouillée par la pluie ou la surface d'un fleuve ou d'un lac. L'effet est aussi stupéfiant qu'inattendu et, n'était la rareté du spath d'Islande, on n'hésiterait sûrement pas à utiliser les analyseurs tournants dans les jumelles marines et même dans les jumelles ordinaires.

Il y a un autre moyen encore, d'ordre plutôt physiologique celui-là, qui permet d'augmenter la puissance de vue de nos yeux. J'en ai parlé déjà il y a trois ans, dans une conférence sur la télé-

stéréophotographie. Depuis longtemps, en effet, on a remarqué que, plus est grande la sensation du relief d'un paysage qu'on examine, plus la vision est nette et distincte. Or, *la sensation du relief est une fonction directe de la distance qui sépare les yeux de l'observateur.* Quant à nos yeux, il n'y a pas moyen d'en changer la distance; mais il y a toujours moyen de changer la distance des «yeux» de l'instrument, des objectifs donc ce qui revient au même quant au résultat. Et c'est ainsi que, dans la plupart des jumelles à prismes, on a disposé les objectifs d'une façon telle que leur distance réciproque soit supérieure à celle qui sépare les oculaires qui, elle, est égale à la distance naturelle des yeux de l'observateur. L'effet stéréoscopique de l'instrument s'en trouve considérablement augmenté.

On a trouvé moyen d'aller plus loin encore. On a construit p. ex. des jumelles dites *jumelles-ciseaux*. Le principe optique des jumelles-ciseaux ressort de la fig. 3. La distance des «yeux» de ce genre de télescope a été d'un mètre environ, au maximum. Mais comme il importe parfois de pouvoir faire varier à volonté l'effet de relief, on a eu soin de monter chacune des deux branches sur une pièce articulée dont l'axe est parallèle à celui des oculaires. C'est par cet instrument-là justement qu'on a réussi à solutionner le problème le plus épineux de l'optique martiale, celui de voir sans être vu. A l'aide des jumelles-ciseaux on pouvait observer l'ennemi tout en restant à l'abri de quelque arbre séculaire, les objectifs seuls dépassant le diamètre du tronc ce qui importait peu. Ou bien encore on restait à l'abri d'un mur ou d'un talus tout en regardant par-dessus! —

Et nous voilà arrivés au chapitre non moins intéressant des *épiscopes* et des *périscopes,* engins optiques qui permettent de reporter à un niveau inférieur l'image formée par un système optique déterminé. Citons d'abord les périscopes de tranchée, instruments très rudimentaires composés souvent d'une simple boîte à deux glaces inclinées à 45°. Ces instruments à glaces présentaient le grave inconvénient de n'embrasser qu'un champ de vision très réduit. Les périscopes plus perfectionnés par contre et composés de lentilles et de prismes, présentaient le triple avantage d'être moins encombrants, de fournir des images plus claires et d'embrasser un champ de vision bien plus étendu. On en fabriquait même qu'il y avait moyen d'ajuster aux jumelles ordinaires. — «L'œil» des sous-marins, instrument encore plus perfectionné, représentait un genre de *périscope* dit *panoramique* et fournissant une image annulaire de tout le pourtour de l'horizon avec, au milieu, l'image fortement agrandie de la partie de l'horizon qu'on désirait fouiller plus soigneusement. —

En temps de guerre il ne suffit pas de voir, à l'aide d'une lunette ou d'une jumelle, une batterie ennemie ou un ouvrage

fortifié, il faut pouvoir en déterminer également la distance. C'est ce qui a été réalisé par les *télémètres* dont il existe tout une série de systèmes, systèmes qui, en somme, peuvent être ramenés tous au principe des lunettes-ciseaux à bras horizontaux. Il y avait les télémètres stéréoscopiques par exemple, dans les branches desquels on avait introduit une échelle gravée sur verre et dont l'image se superposait à celle du paysage. Cette échelle, composée de flèches marquant les distances, était disposée de manière que l'observateur restait sous l'impression de voir des jalons échelonnés l'un derrière l'autre tout le long du paysage.

En faisant coïncider l'une ou l'autre de ces flèches avec le point de l'image à repérer, on n'avait qu'à lire la distance qui était marquée au-dessus. Ces télémètres étaient indispensables pour déterminer la distance d'un objet en mouvement rapide, d'un aéroplane p. ex. ou d'un objet à contours peu nets tels qu'un nuage d'explosion. Leur usage restait très restreint pourtant, vu qu'il y a beaucoup de personnes qui ne sont pas à même d'observer des images stéréoscopiques, leurs yeux restant réfractaires à la sensation du relief. — La plupart des télémètres étaient des instruments à vision monoculaire. Le champ visuel y paraît décomposé en deux champs superposés séparés par une ligne de contact très fine. C'est que les prismes centraux projettent sur le champ inférieur la moitié inférieure de l'image provenant de la gauche, et sur le champ supérieur la moitié supérieure de l'image venant de la droite. Tous les points des deux images se trouvant déplacés l'un par rapport à l'autre, on voit, dans l'oculaire, l'objet tel qu'il est représenté par la fig. 4. L'écart latéral des deux moitiés est d'autant plus faible que la distance de l'objet est plus grande. Une fine vis micrométrique portant l'échelle des distances et agissant sur un prisme déviateur intercalé dans l'un des bras du télémètre, permet d'amener les deux images à se superposer. Les images superposées, on n'a qu'à lire la distance indiquée par l'échelle micrométrique. Dans les corps d'infanterie, l'évaluation approximative des distances se faisait à l'aide de télémètres de poche. —

Voici une autre manière de procéder qui était plus simple encore et très expéditive. Dans l'armée française p. ex., les simples troupiers, pour se faire une idée de la distance de tir, ramenaient l'arme à l'épaule pour se préparer au tir. Visant ensuite l'ennemi qui se trouvait à leur portée, ils évaluaient la distance de la manière que voici: Si l'homme visé avait la grandeur du guidon entier y compris la base (fig. 7), c'était pour le tir à 400 m qu'il fallait régler la hausse. S'il avait la grandeur du grain d'orge seulement (hauteur de la pointe du guidon), on mit la hausse à 800 m, etc. Ces indications donneront une idée de la difficulté du

pointage à ceux parmi mes lecteurs qui ne sont pas tireurs. Toucher un homme à une distance de 400 à 800 m n'est pas jeu d'enfant, loin de là!

Dans le bon vieux temps un cran de mire et un guidon suffisaient au maniement du fusil et au pointage des canons. Mais de nos jours où les fusils tirent à plusieurs kilomètres de distance et où la portée des canons atteint des dizaines de kilomètres, il faut bien recourir à l'art optique pour créer des organes de visée restant en rapport avec ces distances peu ordinaires. C'est ainsi qu'on a muni de *lunettes viseuses à prismes* les fusils de haute précision qui étaient confiés à des tireurs spéciaux. A l'aide de ces lunettes qui assurent une précision de tir extrême, la visée s'effectue tout simplement en faisant coïncider l'image de l'objet visé avec le centre d'un réticule fixé au foyer de l'objectif. Il y a un détail surtout qui distingue ces lunettes viseuses des instruments semblables: elles sont arrangées de manière que l'œil du tireur puisse rester à une distance de 5 à 6 cm du bout de l'instument. C'est que le recul de l'arme qui est inévitable, mettrait l'œil du tireur en danger. — Parmi les lunettes viseuses des canons je ne citerai que celle dont l'usage était le plus répandu: la lunette dite panoramique. Les artilleurs qui desservaient les canons de gros calibre et de longue portée, étaient pour la plupart dans le cas de ne pas voir leur but de tir. Ils étaient obligés, par conséquent, de viser un but intermédiaire qui était à portée de leurs yeux; ils visaient un clocher par exemple, ou un arbre qui tranchait sur l'horizon et dont la direction formait avec la direction du but à viser un angle connu (fig. 5). Ces objets de repère étaient scrupuleusement marqués sur les cartes d'état-major; les artilleurs n'avaient qu'à maintenir l'arbre ou le clocher au centre de croisement du réticule de la lunette jusqu'à ce que l'axe du canon fît avec la direction de l'arbre ou du clocher un angle égal à l'angle indiqué par la carte. Aussi la tête de la lunette qui portait un objectif à prisme (fig. 6), pouvait-elle être orientée dans toutes les directions à l'aide d'une vis micrométrique d'où le nom de lunette panoramique justement. —

Une application tout à fait nouvelle du prisme à réflexion totale a été celle de la *télégraphie optique* telle qu'elle se pratiquait couramment dans les tranchées. Imaginons-nous des circonstances où l'installation de lignes téléphoniques devient impossible; elles seront avantageusement remplacées alors par la transmission de signaux optiques. La télésémie est une science très ancienne déjà et disposait de tout temps d'appareils plus ou moins appropriés. Dans les appareils modernes tels que projecteurs portatifs, lunettes projectrices, héliographes etc., le prisme à réflexion totale a trouvé encore une fois une application des plus ingénieuses et tout à fait nouvelle. Cette application est basée sur le fait que,

dans ces prismes, un faisceau lumineux qui entre et qui sort par la face hypoténuse, est toujours renvoyé dans une direction rigoureusement parallèle à sa direction d'incidence (fig. 8). Supposons maintenant une colline ou un clocher ou un arbre et, sur cette colline, sur le clocher, sur cet arbre un observateur hardi muni d'un appareil optique composé de trois prismes à réflexion totale (prismes disposés en trièdre trirectangle). Son partenaire installé en lieu sûr, derrière les tranchées, lui enverra un faisceau lumineux à l'aide d'un petit projecteur. L'observateur, dès lors, n'aura qu'à tenir son prisme en main de manière qu'il reste exposé au faisceau lumineux, la face hypoténuse tournée vers le réflecteur. Puis, à l'aide d'un volet, il masquera ou démasquera son petit trièdre, et son coopérateur, installé derrière son projecteur, aura l'impression d'une espèce d'étoile lointaine qui s'allume et qui s'éteint dans le cône lumineux de son appareil. Les éclairements pouvant être longs et brefs, le signaleur sera à même d'utiliser l'alphabet Morse ou un autre alphabet appartenant à un code conventionnel quelconque. Cette manière de procéder présente l'avantage immense que voici: Besoin n'est pas, pour le signaleur, d'emporter un projecteur qui serait encombrant parce qu'il lui faudrait une source lumineuse et des batteries; besoin n'est pas non plus, pour lui, de perdre son temps à régler la direction du faisceau de sa lampe. Il n'aura qu'à maintenir son petit appareil de poche dans la direction du faisceau lumineux qui lui est envoyé pour être sûr que son message arrivera au bon endroit. Il sera sûr, en même temps, que seul son coopérateur recevra le message secret, puisque ses signaux ne quittent pas l'intérieur du faisceau lumineux et que même un observateur indiscret qui serait placé tout près, resterait absolument sans voir. Le secret de la missive sera donc entièrement sauvegardé, détail qui représente naturellement un progrès immense. — Mais on n'en restait pas là, au contraire! Allant toujours à mieux, on a su mettre au service de la télégraphie optique la lumière dite «obscure» qui est tout à fait invisible à l'œil nu: je veux dire les radiations infrarouges et ultraviolettes. Ces radiations qui restent parfaitement invisibles sur tout leur trajet, sont «détectées» à leur arrivée, soit à l'aide d'une pile thermoélectrique, soit à l'aide d'une bande phosphorescente fixée au foyer du miroir parabolique récepteur.

Disons un mot encore de l'art de la *photographie* qui a trouvé également, pendant la grande guerre, une application aussi étendue que variée. Les clichés photographiques qui ont été tirés pour les besoins de la guerre, se chiffrent par millions. La plaque photographique était devenue la «rétine» des états-majors. Grâce à l'art de Daguerre, les positions de l'ennemi, ses forces, ses retranchements, ses travaux d'approche, ses préparatifs d'attaque ou de

repli, tout a été démasqué malgré les efforts de camouflage les plus raffinés. Le rôle souverain a été dévolu naturellement à la *photographie aérienne (téléphotographie, stéréophotographie* et *stéréotéléphotographie).* La lunette-ciseaux p. ex. se prêtait admirablement à servir d'objectif dans une chambre photographique. Le temps de pose était naturellement très long, la clarté étant très faible. Il n'y avait pas d'inconvénient là-dedans, au contraire: on n'hésitait pas à diminuer encore le degré de clarté, en employant des filtres colorés servant à renforcer les contrastes de ton et à rendre les clichés plus «durs». Les phototypes ainsi obtenus, on les examinait minutieusement à la loupe, et s'il y avait des endroits voilés qui manquaient de netteté, on était immédiatement renseigné sur les points où l'ennemi avait travaillé pendant l'intervalle de temps où la plaque avait été exposée. Le phototype ainsi analysé était envoyé sans répit à l'état-major de l'artillerie. Ou bien encore on tirait une vue le soir et, le lendemain matin, on en tirait une autre prise à un point distant de 5 à 10 mètres. Examinées au stéréoscope, les deux photos fournissaient une image à relief renforcé. Tous les changements provenant de l'activité nocturne de l'ennemi étaient nettement accusés de nouveau par des endroits embrouillés, sans contours nets. — Nous avons relevé déjà le fait que les arbres ou groupes d'arbres caractéristiques étaient marqués sur les cartes d'état-major, vu qu'ils devaient servir de points de repère à l'artillerie lourde. Or, dès le début de la guerre déjà, les Français se faisaient souvent un plaisir malin de déplacer ces arbres et d'aller les «planter» ailleurs, pendant la nuit, pour égarer les artilleurs de l'ennemi. Le lendemain l'ennemi s'obstinait naturellement à labourer de sa mitraille quelque lambeau de terre en friche tandis que les poilus défilaient à une distance sûre, avec un air rieur et goguenard. — — C'était aux avions surtout et aux ballons captifs qu'incombait la tâche de tirer des positions de l'ennemi des photos prises à vol d'oiseau. Les objectifs dont on se servait étaient très clairs, et leur distance focale allait jusqu'à 1.20 m. Les appareils étaient des machines à magasin contenant une cinquantaine de plaques de rechange qui étaient exposées successivement et automatiquement. Dans les seules archives françaises on a déposé plus de 500 000 photogrammes qui ont été obtenus par ce procédé-là et qu'on a l'intention de conserver. — Ayant constaté que les photographies ordinaires, dès qu'elles étaient tirées à une altitude un peu considérable, manquaient de plasticité, on eut recours, plus tard, à des clichés stéréophotographiques dont le relief, plus fortement accusé, les rendait bien plus aptes à être interprétés utilement. La plasticité de ces photos stéréoscopiques a été même rehaussée à l'aide d'une méthode appelée *hyperstéréoscopie;* ce procédé-là a permis maintes fois de déjouer les essais de camouflage les plus ingénieux.

L'armistice a été loin de rendre inutile l'outillage étendu et compliqué de la photographie aérienne. A l'heure qu'il est, elle sera appelée à contribuer efficacement aux travaux de reconstitution des régions dévastées; elle aidera la France à se guérir peu à peu des blessures de son corps douloureusement ravagé par la mitraille de l'ennemi. Elle servira, plus tard, à la réfection des cadastres, le prix des relevés cadastraux ainsi conçus restant toujours bien inférieur aux frais des méthodes d'arpentage traditionnelles. Le procédé stéréophotographique fournira, en même temps, une plus grande garantie d'exactitude. La photographie aérienne rendra service également dans les cas où il s'agira d'agrandir des villes ou de faire le relevé de terrains servant à y établir des entreprises industrielles. Dans les régions inexplorées des colonies françaises p. ex. il y aura moyen de tracer des cartes exactes des régions les plus inaccessibles, et ces cartes ne seront pas muettes et sans expression, au contraire, le relief des terrains y sera fidèlement reproduit. Les vues prises à des intervalles déterminés fourniront des séries continues de couples stéréoscopiques permettant d'établir des courbes de niveau sans autre forme de procès; la photographie aérienne contribuera ainsi à arracher à la topographie du monde entier ses derniers secrets.

La botanique et ses applications pratiques.

Par **Maurice Renaud,** Nancy.

Des trois branches de l'histoire naturelle, la botanique a toujours été indiquée comme la science aimable par excellence.

Laissons de côté, pour quelques instants, le point de vue pratique et utilitaire pour n'envisager que le côté agréable et moral.

* * *

Pour les jeunes gens dont la mémoire est vive et l'esprit d'observation facile à développer, les résultats obtenus sont des plus intéressants. Les promenades à la campagne procurent la santé, et une bonne santé entretient un bon moral..

Pour les personnes âgées déjà, retirées des affaires, quel passe-temps hygiénique et agréable!

Combien de fois, dans nos herborisations, n'avons-nous pas rencontré des personnes regrettant amèrement de n'avoir pas fait quelques études de botanique dans leur jeunesse. La mémoire mentale et visuelle devient souvent rebelle à un certain âge, surtout quand on n'a pas eu un entraînement continu.

* * *