

Photographie et méthodes de lever du relief

L'exemple des Vallot dans le massif du Mont-Blanc

par Monique PELLETIER (Bibliothèque Nationale, Paris)

Le développement, au XIX^e siècle, de la cartographie des hautes montagnes n'alla pas sans difficultés : détermination des altitudes, lever des terrains en forte déclivité, expression du relief, posaient les principaux problèmes.

Dans la seconde moitié du XIX^e siècle, les photographies aidèrent à mieux exprimer le relief. La remarquable carte de la chaîne du Mont-Blanc, levée en 1863 et 1864 par l'Irlandais Anthony Adams Reilly, concurrent et ami des officiers de l'Etat Major français, s'appuya sur 200 points calculés à partir de 36 stations, et le relief

y était rendu grâce aux croquis et aux photographies de son auteur. A partir de minutes au 1 : 40 000, elle fut publiée en 1865 au 1 : 80 000. La carte du massif du Mont-Blanc du célèbre architecte Eugène Viollet-le-Duc (Fig. 1) est le résultat d'un travail mené sur le terrain de 1868 à 1875 ; destinée aux géologues, elle devait les aider par "l'exactitude du rendu topographique des terrains". En plus des dessins qu'il effectua lui-même, Viollet-le-Duc utilisa les cartes existantes, notamment la fameuse carte de l'Etat-Major, et les photographies d'Auguste-Rosalie Bisson et d'Aimé Civiale.

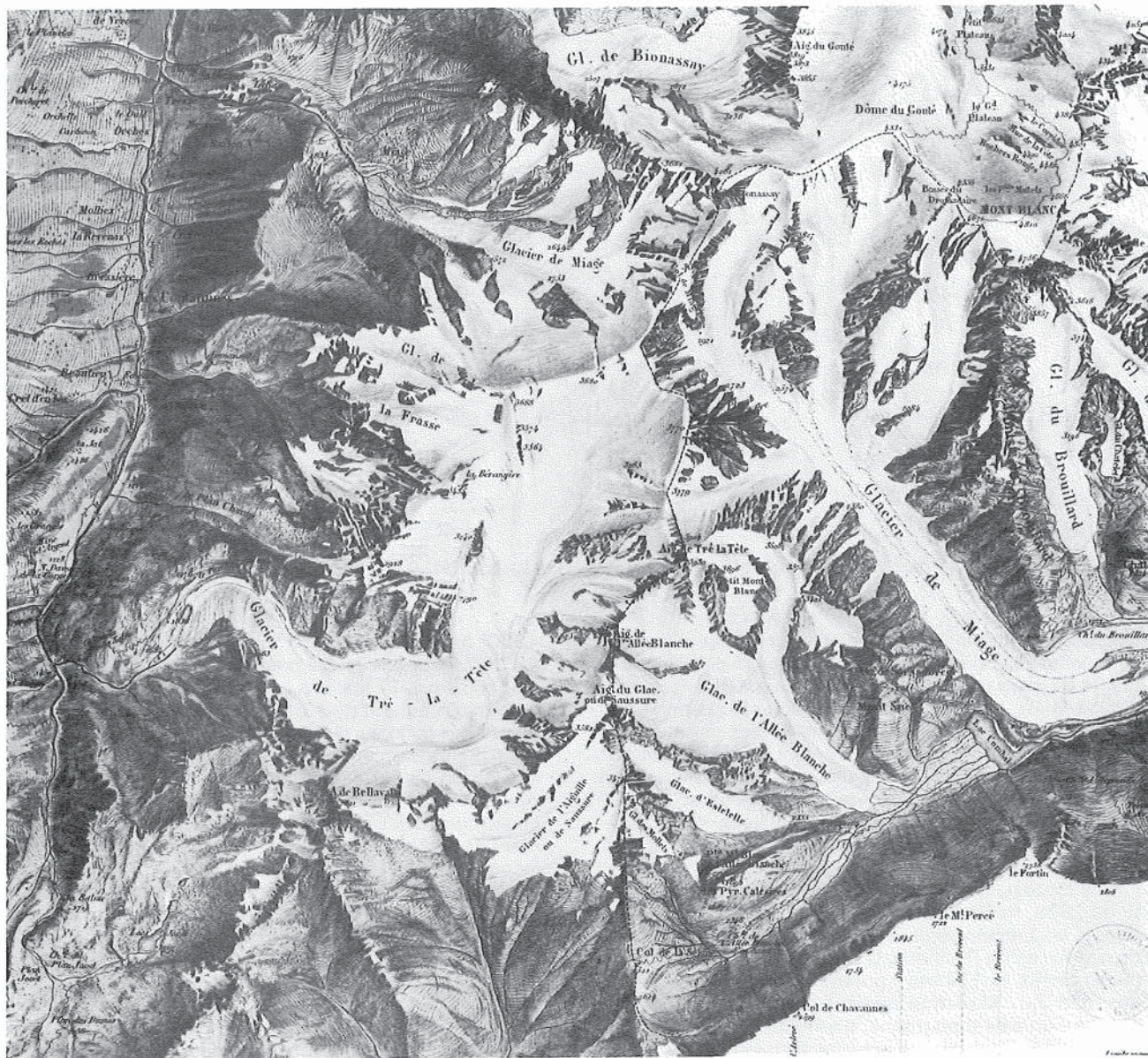


Fig. 1. Détail de la carte du Massif du Mont Blanc d'E. Viollet-le-Duc. 1 : 40 000. 1876.

Dès la fin du XIX^e siècle, les insuffisances de la carte de France au 1 : 80 000, dite carte de l'Etat-Major, pour les régions montagneuses frappent ses utilisateurs (savants, touristes ou alpinistes) devenus de plus en plus nombreux. On critique l'échelle, des hachures trop serrées qui rendent les feuilles bien noires, les insuffisances de la toponymie. Des améliorations sont apportées : édition corrigée en 1889, agrandissement au 1 : 50 000. En fait, ce sont des amateurs qui, dans les Pyrénées et dans les Alpes, en particulier dans le massif du Mont-Blanc, vont prendre le relais en attendant la réalisation

de la carte de France au 1 : 25 000. Pour le Mont-Blanc, cette dernière fut précédée par la publication, entre 1951 et 1959, d'une carte au 1 : 10 000. Toutefois, conscients des besoins des utilisateurs, les officiers de l'Etat-Major avaient admis la publication en 1865 d'une carte en couleurs du massif de Mont-Blanc au 1 : 40 000, réalisée à partir des minutes de la carte de l'Etat-Major complétées par la carte de Suisse au 1 : 100 000.

Les croquis panoramiques effectués par le colonel Aimé Laussedat au moyen de la chambre claire de Wollaston

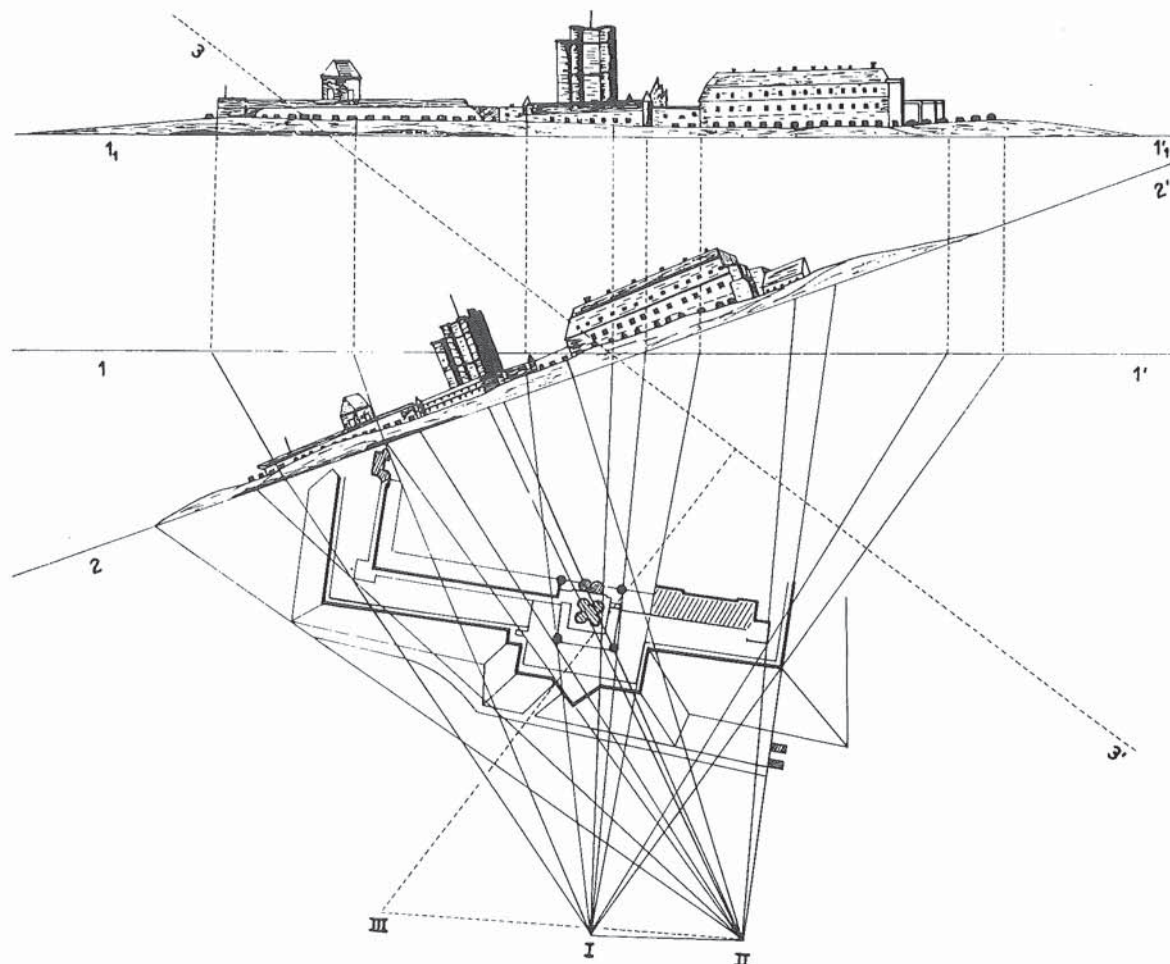


Fig. 2. Dessins à la chambre claire du fort de Vincennes, par Laussedat.

(Fig. 2) permettaient de déterminer, par intersection des côtés d'angles horizontaux et verticaux, la position des points du paysage et leur altitude. Vers 1852, Laussedat, assimilant le cliché photographique à une perspective, fit ses premiers essais en chambre obscure. Cette méthode, approuvée par l'Académie des sciences en 1859, fut d'abord utilisée par le comité des fortifications pour la reconnaissance des environs de Grenoble, puis jusqu'en 1870 pour des opérations dans les Alpes-Maritimes, dans les Alpes de Savoie et dans les Vosges. Vers cette date, le procédé pénétra en Allemagne, puis il fut adopté par le Service topographique italien. A partir de 1888, il servit pour des levés effectués au Canada dans la chaîne principale des montagnes rocheuses près du chemin de fer Pacifique. C'est ainsi que près de 2 000 milles carrés (5 177 km²) purent être couverts en cinq ans par J.J. McArthur assisté par une équipe très réduite : un aide topographe, un mulétier et un manoeuvre. Une fois l'expérience acquise, ils purent lever 8 milles carrés (20 km²) par journée de travail. La carte (*Topographical survey of the Rocky mountains*, 20 feuilles,

1900) fut construite au 1 : 20 000 et imprimée au 1 : 40 000. Pour une feuille correspondant à 63 milles carrés (163 km²), 17 stations furent utilisées et 1 075 points déterminés à partir de 35 vues photographiques, soit 17 points par mille carré (2,58 km²).

Au même moment, deux hommes allaient commencer le lever d'une surface moindre, mais d'un des lieux les plus convoités par les alpinistes, le massif du Mont-Blanc. Le territoire à couvrir s'étendait entre la ligne faîtière formant la frontière Est de la France, du col de Balme jusqu'au col de la Seigne, d'une part, et la crête jalonnée par le Buet, le col d'Anterne et la tête du Colonney d'autre part, soit environ 530 km². Cousins germains, Henri (Fig. 3) (1853-1922) et Joseph (1854-1925) Valot étaient issus d'une famille d'ingénieurs. Ils firent l'un et l'autre des études scientifiques. Henri entra à l'Ecole centrale, Joseph, passionné de botanique, très intéressé par la météorologie fut l'élève de la Sorbonne, du Muséum de l'Ecole normale supérieure. Leur première expérience topographique commune fut une triangulation et un lever dans le causse du Larzac. Ils accompli-



Fig. 3. Portrait d'Henri Vallot.

rent, en 1981, la première des 32 campagnes géodésiques qui servirent à l'établissement de la carte du Mont-Blanc, d'abord publiée, mais incomplètement au 1 : (Fig. 4) 20 000, de 1925 à 1940. L'œuvre entière des Vallot ne fut connue que grâce à la parution de la carte au 1 : 50 000 qui commença en 1935 avec la feuille Sud-Est.

Entreprise en 1892, la triangulation principale s'appuyait sur une base de 1 785 m ; elle comprenait 612 points et fut terminée en 1897. Les levés à la planchette et à la règle à éclimètre couvrirent 180 km² de terrain parcourable. Pour les zones à forte déclivité (350 km²), ils furent complétés par des restitutions photographiques d'après le procédé Laussedat. 3 500 clichés 13 × 18 furent pris à partir de 550 stations.

Pour mener à bien leurs travaux photographiques, les Vallot créèrent le phototachéomètre (Fig. 5), robuste et trapu, mieux adapté à la montagne que l'appareil de prise de vues Laussedat, "monument offert au vent des cimes". Le phototachéomètre comprenait un cercle répéteur azimutal et son support métallique, une chambre noire à foyer fixe de forme trapézoïdale entièrement construite en aluminium et munie d'un télé-objectif permettant un grossissement de 2,5 ; un éclimètre pouvait se substituer à la chambre noire pour répondre à tous les besoins des opérations topographiques. L'ensemble était transporté dans une caisse à trois compartiments. Avec le trépied, la mire pliante, la caisse, les courroies et le crochet du porteur, la charge était de 18 kg. 36 plaques étaient prévues pour une journée de travail : pendant la campagne de 1894, 400 clichés ont été pris, en 1895,

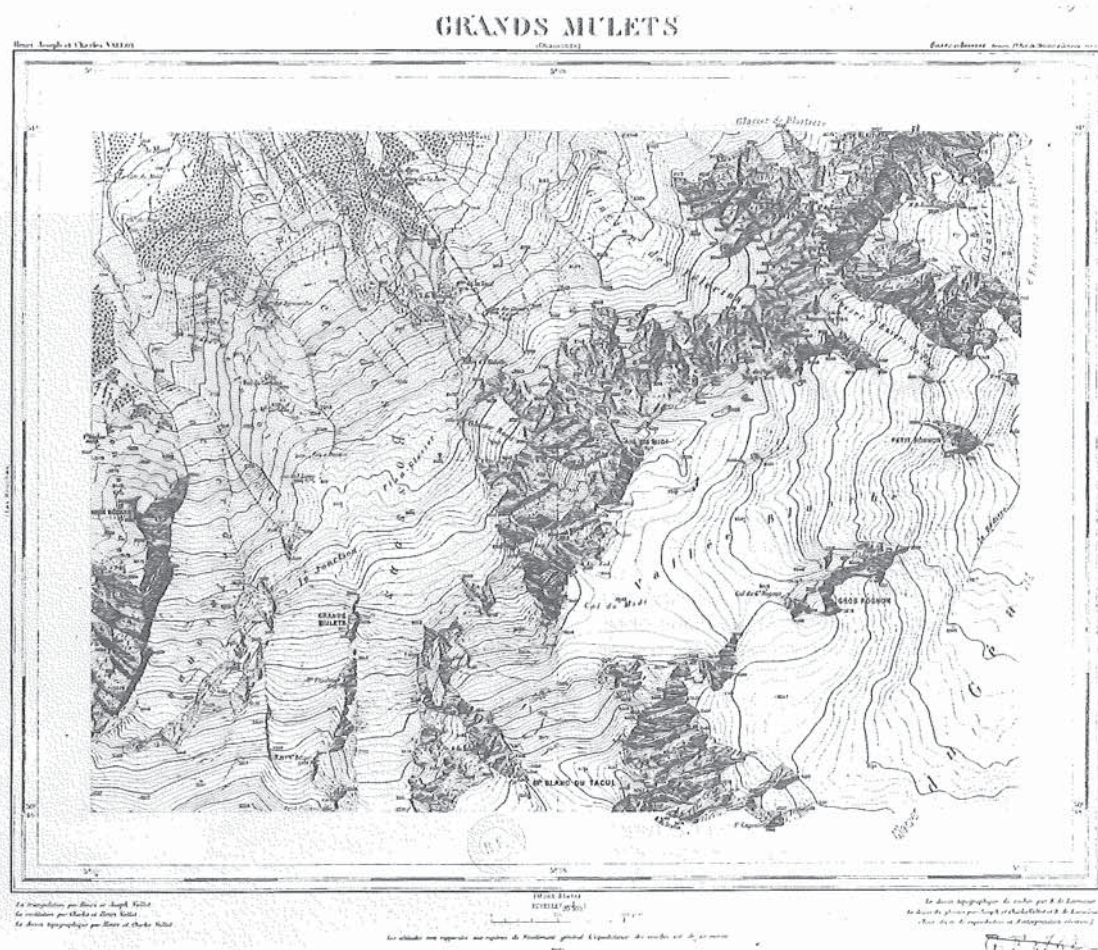


Fig. 4. Feuille des Grands Mulets de la Carte du massif du Mont-Blanc des Vallots. 1 : 20 000.



Fig. 5. Autour d'une carte réalisée pour l'étude du tracé du chemin de fer les Houches — Mont-Blanc, le phototachéomètre et les photographies utilisées pour la carte.

500, mais la saison de 1896 fut tellement pluvieuse qu'aucun travail topographique ne put être effectué sur les hauteurs.

La restitution, c'est-à-dire la reconstitution du plan et du nivellement du terrain à partir d'épreuves positives sur papier, se faisait d'après les procédés déjà mis au point en France par l'Armée. Les Vallot entendaient rester fidèles à l'esprit de la méthode graphique de Laussedat : "Sauf pour l'étude des constantes de l'appareil, nous avons banni l'emploi des calculs numériques et l'usage des instruments coûteux et compliqués qui sont plus ou moins en faveur à l'étranger, pour nous en tenir à celui de la règle à dessin, de la règle à calculs et de quelques bouts de carton". Ils rejoignaient ainsi les principes formulés dans l'ouvrage de Edouard-Gaston Deville, *Photographic surveying, including the elements of descriptive geometry and perspective* (Ottawa, 1895). Cet ancien officier de la marine française était devenu chef du Service Topographique Canadien. Malgré la rusticité des moyens mis en œuvre par les Vallot, la précision obtenue est remarquable grâce à une organisation du travail minutieuse. En principe, chaque opérateur était chargé de la représentation de la région que ses études et ses explorations sur le terrain lui avaient rendu familière. Par km², la densité des points restitués était de 75 à 100 pour le tracé des courbes et de 125 à 150 pour le dessin du rocher qui fut confié à Etienne de Larminat. 15 feuilles au 1 : 20 000 étaient prévues, 8 seulement furent publiées, couvrant 240 km² dans la région la plus difficile ; elles représentent le versant français du haut relief, depuis le col de Balme jusqu'au Mont-Blanc inclus.

Chaque point était identifié sur 3 images au moins (Fig. 6), en général sur 4 ou 5 ; l'abscisse et l'ordonnée étaient mesurées, à la loupe, par rapport aux deux axes de l'image avec une échelle en invar. La détermination des

points était faite graphiquement à l'échelle du 1 : 20 000. Ces opérations, auxquelles s'ajoutaient la recherche des lignes caractéristiques du terrain sur les photographies

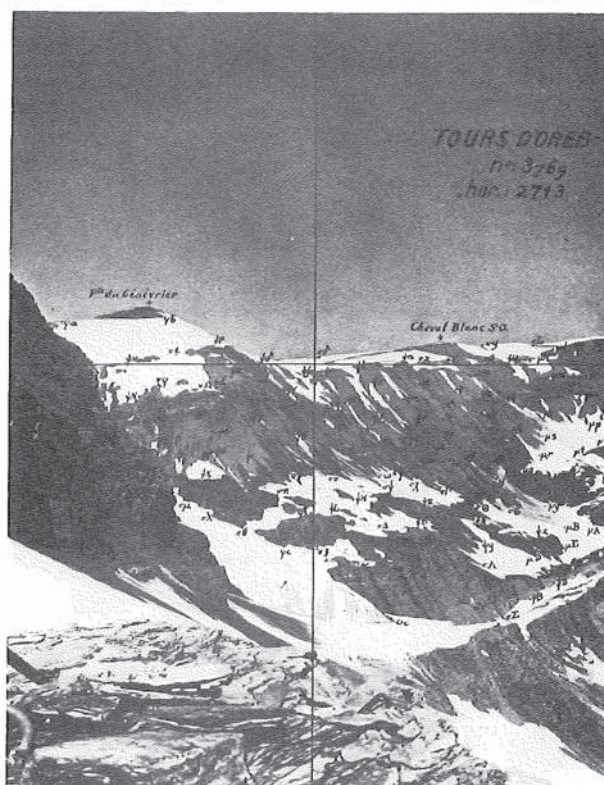


Fig. 6. Photographie utilisée pour la carte du Mont-Blanc.

et le calcul de l'altitude, exigeaient une observation ininterrompue à travers la loupe, une main toujours légère et précise, une attention soutenue. La définition de la position et de l'altitude d'un seul point résultait au minimum de 3 directions graphiques et de 18 lectures.

Au début, le partage des tâches était net : Henri Vallot était chargé des levés à la planchette et Joseph des levés photographiques. Ce dernier fut en outre le bailleur de fonds de toutes les opérations engagées. Dès 1907, Henri se fit aider par son fils, Charles (1884-1953). En fait, les deux techniques pouvaient être utilisées en même temps. Ainsi, en 1909, sur le glacier du Géant, Joseph Vallot alterna travail photographique et levé à la planchette ; les opérations de complètement sur le terrain, conséquences de l'insuffisance du procédé photographique dans certaines parties, devaient permettre d'achever la restitution photographique, à laquelle travaillait Henri Vallot, de tout le bassin du glacier du Géant, et du haut de la mer de Glace, soit une surface d'environ 40 km². Joseph continua d'opérer dans la même région en 1910 et en 1911. Les travaux photographiques prenant de plus en plus de retard, les Vallot durent faire appel à d'autres photographes. H. Vallot regretta le décalage qui s'était instauré entre les deux procédés, car, remarquait-il, "le départ entre le levé direct et le levé par intersection est assez facile lorsqu'on a entre les mains les épreuves photographiques". En fait, les deux procédés, s'ils avaient été mis en œuvre simultanément, auraient dû se prêter un mutuel appui. La surface des levés directs fut substantiellement augmentée : estimée au départ à 100 km², elle s'étendit sur 180. Joseph le déplorait en 1920 lorsqu'il écrivait à Henri : "J'estime que nos efforts si différents ont la même valeur totale. Oui l'œuvre a traîné, mais là tu as une grosse part de responsabilité. Je te l'ai déjà dit : tu as changé les idées primitives, tu as voulu faire trop bien. J'avais envisagé une carte par la photo, c'est-à-dire sans exactitude rigoureuse. Tu as voulu plus tard une exactitude aussi grande que celle des meilleurs topographes et cela dans les régions difficiles que constituent les glaciers. Cela se peut, mais c'est long et l'on vieillit ! et les forces disparaissent. Si j'avais su dès le commencement où tu voulais me mener je ne m'y serais pas engagé car je suis de ceux qui ne cherchent pas à péter plus haut que leur cul. A présent, il faut s'en tirer et faire le nécessaire pour terminer". En 1912, Charles Vallot abandonna le phototachéomètre pour un appareil photographique Gaumont qui travaillait au même format et avec le même objectif. Ce n'est que 10 ans plus tard, en 1922, que les opérations furent terminées sur le terrain. La lenteur de leur progression obligea les Vallot à effectuer des révisions pour mettre à jour les levés : chemins de fer, routes, chemins, sentiers, hôtels, constructions de toute nature, devaient être ajoutés. La révision permettait aussi de préciser certaines formes de détail, insuffisamment comprises ou trop généralisées.

Au départ, Henri Vallot avait eu beaucoup d'ambition, il aurait voulu que travaillassent simultanément dans les Alpes des topographes alpinistes qui auraient eu une mentalité scientifique commune ; d'où des notes, des articles, puis des manuels et des traités dans lesquels il donnait des conseils appropriés au terrain sur lequel il fallait évoluer. Henri voulait que de ces travaux sortît une œuvre entièrement nouvelle. Au sein de la Commission de topographie du Club alpin français dont il était secrétaire, il y eut quelque opposition ; certains pensaient qu'il suffirait de corriger la carte de France au 1 : 80 000. L'essai peu concluant, qui avait été fait pour la feuille de Briançon, donna raison à Henri Vallot. La Commission fixa donc l'objectif suivant : "dresser des cartes à grande échelle des hautes cimes à partir de la zone où la petitesse des échelles ordinaires rend les cartes des services publics inutiles à l'alpiniste". L'Armée, dont des représentants participèrent aux travaux de la commission

du Club alpin, demanda que les résultats des campagnes d'Helbronner dans les Alpes lui fussent communiqués ; la commission donna son approbation sur un plan plus général, matérialisant ainsi la complémentarité des travaux privés et publics.

Pour vulgariser les méthodes qu'il avait mises au point avec la plus grande rigueur, Henri Vallot publia une série de petits manuels (*Manuel de topographie alpine*, et *Instructions pratiques pour l'exécution des triangulations complémentaires en haute montagne*, 1904 ; *Levés à la planchette en haute montagne*, 1909) parmi lesquels s'inséra, en 1907, *Les applications de la photographie aux levés topographiques en haute montagne*, traité auquel collabora Joseph Vallot. Ce solide manuel s'adresse aux phototopographes, c'est-à-dire aux topographes qui font usage de la photographie pour enregistrer les mesures du terrain. Le but, c'est la topographie, le moyen, la photographie ; d'où le terme de phototopographie déjà utilisé en France par Laussedat et aux Etats-Unis par Flemer. Les Vallot reconnaissent, toutefois, que l'audience serait réduite s'ils ne s'adressaient qu'aux topographes munis d'instruments de précision semblables aux leurs. Aussi, le manuel, tout en décrivant le phototachéomètre et ses utilisations, admet-il l'usage "d'appareils photographiques ordinaires convenablement appropriés". Les Vallot firent école. Citons deux exemples menés à bien dans les Alpes. D'abord celui du capitaine du Verger de Saint-Thomas qui, dans le massif des Sept Laux, leva la carte des aiguilles de l'Argentière, couvrant une surface d'environ 12 km². Son travail fut publié au 1 : 20 000 dans *la Montagne*, revue du Club alpin français, en 1911. La carte y est précédée par une présentation des aiguilles et des voies d'accès ; le premier paragraphe s'adresse aux véritables amateurs : "Si, pour vos vacances prochaines, vous cherchez une villégiature alpine qui soit en même temps une station à la mode, ne suivez pas le chemin que nous nous proposons de vous tracer ici. Mais, si vous aimez la montagne pour elle-même, et si vous lui demandez ce qu'elle peut donner de plus beau, et qu'elle refuse aux foules : des sensations d'une délicatesse exquise dans une vie simple et libre, si vous aimez contempler au soleil couchant les jeux de lumière dans les rochers fissurés, et voir finir le jour sur les grands pâturages, alors que meurent les sonnaillles des troupeaux ; si vous ne recherchez pas la cohue des touristes, mais simplement l'impérissable beauté de la nature alpestre, allez passer quelque temps dans le massif de l'Argentière, vous ne le regretterez pas assurément". Pour réaliser son œuvre cartographique, le capitaine du Verger utilisa principalement les perspectives photographiques : à partir de 20 stations, il prit 110 clichés dont une cinquantaine furent agrandis en 13 x 18, ce qui lui permit de restituer 350 points de détail déterminés par l'intersection de 3 directions ou plus.

Plus importante, l'œuvre de Robert Perret est mieux connue. Publiée en 1922, la *Carte de la vallée de Sales et du cirque des Fonts* est le résultat de 5 campagnes interrompues par la première guerre mondiale. Pour faire le portrait des escarpements, l'auteur a fait largement usage de l'intersection dans un plan vertical, qu'il a complétée par des photographies inclinées assimilables aux photographies d'avion, avec cette différence que la position de chaque station était connue avec précision, puisqu'elle coïncidait avec un sommet.

On ne peut parler de la photographie dans les Alpes sans évoquer l'étrange et puissante personnalité de Paul Helbronner, auteur de la *Description géométrique détaillée des Alpes françaises* en 12 volumes de calculs, publiés de 1910 à 1938, pour la triangulation de la région qui s'étend du Léman à la Méditerranée. De 1902 à 1928, 66 mois de travail permirent à Helbronner de couvrir 18 500 km² par des observations au théodolite effectuées à partir de 1818 stations, dont 72 au-dessus de 2 000 m, et de prendre près de 15 500 clichés photo-

graphiques : panoramas qu'il fit graver et insérer à la fin des volumes de la **Description**, ou documentation qui lui servait, par exemple, à évaluer l'évolution de l'enneigement.

La topographie officielle avait donc laissé aux Vallot le soin de renouveler la méthode photogrammétrique créée par Laussedat et tombée bientôt dans l'oubli. La première guerre mondiale donna l'occasion aux militaires de prêter leurs moyens à une méthode nouvelle de lever topographique. C'est ainsi qu'Etienne de Larminat, chef des services topographiques de l'armée d'Orient, put expérimenter les levés aériens. En tant que directeur de la Société générale d'études et de travaux topographiques qui opéra principalement hors de France, il poursuivit ces essais pour mettre au point la nouvelle méthode. Si les Vallot ne l'utilisèrent pas, les militaires n'en virent pas non plus l'intérêt pour les opérations en haute montagne, lui préférant les photographies terrestres. En 1929, Larminat rendait compte dans **la Montagne** des travaux d'Alphonse Meillon dans la région pyrénéenne du Vignemale. Grâce aux photos aériennes, surtout verticales, on avait pu assurer la liaison entre les photos émanant des différents observatoires terrestres et combler ainsi les lacunes de cette documentation. En outre, la photographie aérienne avait puissamment aidé à rendre compte des formes du relief.

Tandis que les Vallot publient les résultats de leurs travaux, l'utilisation de la photographie aérienne en haute montagne fait donc de lents progrès ; elle en est encore au stade expérimental. Dans le **Journal des géomètres-experts et topographes français** de 1935, on peut lire : "La prise de vues terrestres est évidemment une opération complexe et seuls des techniciens entraînés, spécialistes à la fois de la géodésie, de la photographie et l'auto-restitution, sont susceptibles d'obtenir de bons résultats. D'autre part... son champ d'application est forcément limité. Enfin, les missions sont longues, pénibles et onéreuses. Il est quand même un argument primordial qui compte en sa faveur : je veux parler du facteur précision dont l'indice est bien supérieur à celui correspondant aux levés par avion. Dans un autre ordre d'idées, il faut bien se dire que l'aviation n'est pas encore à la portée de tout le monde, que les missions aéro-photographiques ne se justifient qu'à partir d'un minimum de surface. Enfin, dans l'état actuel des choses, la restitution d'un couple de photographies aériennes est bien plus onéreuse que celle d'un couple de photographies terrestres. Pour ces raisons, il semble regrettable que la tendance de la construction française en matière de photogrammétrie s'écarte du photothéodolite dont les applications dans la petite entreprise et, plus tard, chez le géomètre privé pourraient devenir très nombreuses".

Depuis 1911, dans les massifs les plus élevés, le Service géographique de l'Armée utilisait la stéréophotogrammétrie terrestre, mise au point en Allemagne, procédé que le Club alpin français jugeait moins coûteux, mais d'une précision moins grande que le procédé photographique par intersection Laussedat-Javary-Vallot. C'est en 1920 que Georges Poivilliers proposa au même service des méthodes et projets d'instruments capables d'effectuer une restitution complète, de tracer la carte en partant de couples de photographies aériennes. Le stéréotopographe Poivilliers fut construit à Paris par la Société d'optique et de mécanique de haute précision ; il put servir en 1933 à la restitution au 1 : 40 000 d'un lever aérien effectué dans la région d'Apt. Excellents, mais rares et coûteux, les stéréotopographes n'étaient utilisés que par les services officiels où on ne leur confiait qu'une toute petite partie des levés photographiques. Les progrès ultérieurs de la photogrammétrie furent liés à l'amélioration de la qualité des objectifs et des émulsions photographiques, à la précision des vols en direction et en altitude, au perfectionnement des appareils de restitution.

Bibliographie

CLUB ALPIN FRANÇAIS. L'œuvre scientifique du Club alpin français (1874-1922). Paris, 1936.

E. DEVILLE. Lever topographique des montagnes Rocheuses exécuté par la photographie. In : Transactions of the Royal Society of Canada, Section III, 1893, p. 13-15.

E. GAILLARD et R. DU VERGER. Les aiguilles de l'Argentières. In : La montagne, 20 juillet 1911.

Henri Vallot (1853-1922). Versailles, s.d.

E. DE LARMINAT. Emploi des photographies aériennes dans la carte du Vignemale. Cf. L'œuvre scientifique du Club alpin français, p. 451-463.

A. LAUSSEDT. Note sur la construction des plans, d'après les vues du terrain obtenues de stations aériennes. Paris, 1890.

A. LAUSSEDT. Sur les progrès de l'art de lever les plans à l'aide de la photographie, en Europe et en Amérique. Paris, 1893.

R. MARTIN. Coup d'œil d'ensemble sur la photogrammétrie aérienne et terrestre. In : Journal des géomètres-experts et topographes français, n° 180, octobre 1935.

Note sur le "stéréotopographe" Poivilliers. In : Association française pour l'avancement des sciences, congrès du Havre, 25-30 juillet 1929.

R. PERRET. Historique de l'ancienne "Commission de topographie" du "Club alpin français", sa réorganisation en 1923. Cf. L'œuvre scientifique du Club alpin français, p. 132-150.

R. PERRET. La topographie privée en France. In : Le correspondant, 10 novembre 1922.

Le Service géographique de l'Armée, son histoire, son organisation, ses travaux. Paris, 1938.

CH. VALLOT. Un portrait du Mont-Blanc. In : La montagne, avril 1939, p. 97-104.

Ch. VALLOT. Sur la carte du massif du Mont-Blanc établie à l'échelle du 20 000^e par Henri, Joseph et Charles Vallot. In : Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, 25 novembre 1935, p. 1 017-1 018.

H. VALLOT. Etat d'avancement des opérations de la carte du massif du Mont-Blanc à l'échelle du 20 000^e. In : Annales de l'observatoire du Mont-Blanc, t. II, 1986, p. 251-255.

H. VALLOT. Levés à la planchette en haute montagne. Paris, 1909.

H. VALLOT. Manuel de topographie alpine. Paris, 1904.

H. et J. VALLOT. Applications de la photographie aux levés photographiques en haute montagne. Paris, 1907.

H. et J. VALLOT. Réseau trigonométrique du massif du Mont-Blanc. Paris, 1924.

J. et H. VALLOT. Application de la photographie aux levés de détail de la carte du massif du Mont-Blanc à l'échelle du 20 000^e. In : Annales de l'observatoire du Mont-Blanc, t. II, 1896, p. 213-249.

R. VIVIAN. L'épopée Vallot au Mont-Blanc. Paris, 1986.

Sur l'évolution de la cartographie du massif du Mont-Blanc, voir : images de la montagne, de l'artiste cartographe à l'ordinateur, exposition organisée par la Bibliothèque nationale avec le concours de l'Institut géographique national, catalogue et essais. Paris, 1984.