Utilisation de la photogrammétrie aérienne pour les relevés traditionnels de fluctuations des langues glaciaires

The use of aerial photogrammetry for traditional surveys of fluctuations in glacial spits

R. Burnet

Division Glaciologie du CEMAGREF
Saint-Martin-d'Hères

Sous ce même titre, les 17 et 18 mars 1976, Messieurs Mura et Memier vous présentaient les motivations et l'intérêt d'une surveillance photogrammétrique de Glaciers Français menée par la Division Nivologie du CEMAGREF (ex-CTGREF). A cette date, nous étions dans la phase de mise en place du dispositif : huit ans plus tard, nous sommes dans la phase d'exploitation normale : un bref compte rendu des travaux réalisés et des documents disponibles est souhaitable; c'est l'objet de cette communication.

Rappel du principe de surveillance photogrammétrique

Le dispositif de surveillance est constitué :

- par une stéréopréparation constituée d'un réseau de repères visibles sur les photos aériennes dont les coordonnées doivent être connues dans le système Lambert et les altitudes rattachées au N.G.F.;
- par une prise de vue aérienne à une altitude moyenne de 1 500 m au-dessus du sol, à l'exclusion de toute restitution photogrammétrique.

Ce dispositif est en place pour trois massifs de glaciers :

1. Massif du Mont Blanc :

- . Glacier du Tour
- . Glacier d'Argentière
- . Mer de Glace
- . Bossons
- . Taconnaz
- . Bionnassay
- . Tré-la-Tête.

2. Massif de la Savoie :

- . Glacier des Sources de l'Isère
- . Glacier des Sources de l'Arc
- . Glacier du Mulinet
- . Glacier du Grand Méan
- . Glacier des Evettes
- . Glacier d'Arnes
- . Glacier de Gébroulaz

3. Massif de l'Oisans - Grandes Rousses

- . Glacier de Sarennes
- . Glacier de la Selle
- . Glacier Blanc
- . Glacier Noir
- . Glacier du Chardon
- . Glacier de la Pilatte

Chaque année un massif est observé; un massif est donc observé tous les trois ans.

Travaux nécessaires pour une mission annuelle

Avant chaque prise de vue, les repères de stéréopréparation doivent être visités et restaurés si besoin est. Il est à noter que la forme primitive de ces repères : carré blanc sur carré noir, a été remplacée au profit d'une croix blanche sur un fond noir, ceci dans un but de fiabilité d'identification de l'image de ces repères sur les clichés.

Ce travail nécessite une semaine de travail pour trois équipes de deux.

On peut estimer que 60 % des repères sont en état et ne sont pas remplacés.

Le passage de l'avion qui effectue les prises de vues a lieu dès que ce travail de vérification est terminé et que les conditions météo sont favorables.

Etat des documents disponibles et de leurs exploitations connues

Caractéristiques communes à toutes les missions					
Massif	Glaciers	Caractéristiques prises de vues		Observations	Triangulation
		bande de vol	altitude		
Mont Blanc	Tour	1 bande transversale	4 000 m	même axe de vol : deux altitudes	commencée en 1976 complétée en 1979 à partir des nouveaux points géodésiques, triangulés la même année par l'I.G.N.
	Argentière	2 bandes longitudinales	3 500-4 200 m		
	Mer de Glace	" "	3 400-4 000 m		
	Bossons	1 bande transversale	3 300 m		
	Taconnaz	commune			
Savoie	Bionnassay	1 bande transversale	3 300 m		réalisée en 1974 à partir de la triangulation I.G.N. de 1971
	Tré-la-Tête	1 bande longitudinale	3 800 m		
	Source de l'Isère	1 bande longitudinale	4 500 m		
	Source de l'Arc	2 bandes de vol			
	Mulinet	parallèles	4 300 m		
Oisans Grandes- Rousses	Grand Méan	communes	4 700 m		
	Evettes	aux 4 glaciers			
	Arnes	1 bande longitudinale	4 300 m		
	Gébroulaz	1 bande longitudinale	4 200 m		
	Sarennes	1 bande longitudinale	4 500 m		
Oisans Grandes- Rousses	La Selle	1 bande transversale	4 200 m		réalisée en 1978 à partir de la triangulation IGN de 1972 triangulation locale réalisée en 1975 rattachement au système Lambert réalisé par l'I.G.N. lors de la triangulation de l'Oisans en 1983
	Blanc	2 bandes de vol parallèles	4 500 m		
	Noir	communes aux 2 glaciers	4 700 m		
	Chardon	1 bande de vol			
	Pilatte	commune	4 300 m		

Caractéristiques propres à chaque mission					
Massif du Mont Blanc					
Année de prise de vue		Caractéristiques de prises de vues			Observations
prévue	réalisée	focale	chambre	nature cliché	
1976	10.10.1976	100,65	WILD RC 7	plaque de verre 14 × 14	les bandes hautes de Mer de Glace et Argentière n'ont pas été réalisées stéréopréparation vérifiée stéréopréparation vérifiée
1979	05.09.1979	152,89	ZEISS RMK	film 23 × 23	
1982	22.08.1982	151,69	WILD RC10	film 23 × 23	
Massif de la Savoie					
1974	25.09.1975	100,65	WILD RC7	plaque de verre 14 × 14 cette année, Rousses	n'a pu être réalisée en 1974 en raison de la venue précoce de la neige réalisée avec le Massif Oisans-Grandes n'a pu être réalisée en 1977 en raison de l'accumulation exception- nelle de neige qui a empêché les travaux de stéréopréparation, stéréopréparation non vérifiée en 1978 idem stéréopréparation vérifiée stéréopréparation vérifiée
1977	15.09.1978	100,65	WILD RC7	plaque de verre 14 × 14	
1980	27.08.1981	151,69	WILD RC10	film 23 × 23	
1983	13.09.1983	151,69	WILD RC 10	film 23 × 23	
Massif de l'Oisans-Grandes Rousses					
1975	25.09.1975	100,65	WILD RC7	plaque de verre	stéréopréparation vérifiée stéréopréparation non vérifiée ?
1978	15.09.1977	100,65	WILD RC7	plaque de verre 14 × 14	
1981	27.08.1981	151,69	WILD RC10	film 23 × 23	
1984	?	?	?	?	

Exploitation connue des documents

Massif du Mont Blanc

- 1976 : Restitution partielle des fronts au stéréotope par le laboratoire de Glaciologie du C.N.R.S. (L.G.G.E.) pour les glaciers suivants : Argentière, Mer de Glace, Bossons, Tré-la-Tête.
- 1979 : Restitution par le L.G.G.E. au stéréotope de la Mer de Glace entière pour les bandes de Forbes;
Articles : — Lliboutry, Reynaud, Journal de Glaciologie 1981
— Reynaud, Z.G.G. 1979.
- 1981 : Restitution des fronts.
- 1976 Mémoire diplôme d'Ingénieur de l'ENISAS Strasbourg de Jean Verrier : Mer de Glace; restitution des profils et
1979 comparaison avec les levés de terrain réalisés par M. Chaumeton.

Massif de la Savoie

- 1975 Mémoire diplôme d'Ingénieur de l'E.S.G.T. Evry de Ch. Vincent « Photogrammétrie appliquée à l'étude des
1978 fluctuations glaciaires ».
- 1980 Restitution des fronts au L.G.G.E.
Gebroulaz : restitution des fronts; Article Reynaud, Vallon, Carle T.S.P.V. 1983.

Massif de l'Oisans - Grandes Rousses

- 1975 : Restitution à titre d'essai de la langue du Glacier Blanc par Sintegra Meylan au 1/2000.
- 1981 : Restitution complète du glacier de Sarennes et des rochers couverts en 1904 au 1/5000, par Sintegra Meylan.
- 1975
- 1978 Restitution des langues du Glacier Blanc et du Glacier Noir par le LGGE.
- 1981

Discussion

Président : M. A. GOUBET

M. DE CRÉCY demande qui sont les utilisateurs actuels de ces observations et quel est le gain de précision obtenu par rapport aux anciens types de données. Selon M. BURNET, on doit atteindre une précision de 30 à 40 cm; il ajoute que les chercheurs du Laboratoire de Glaciologie du C.N.R.S. sont les utilisateurs habituels de ces documents. Il signale ensuite que l'I.G.N. compte faire une prise de vues aériennes au 1/60 000 de la Haute Savoie en 1984. A ce sujet, M. LECORDIX signale les efforts de l'I.G.N. dans le domaine des mesures de volume du manteau neigeux, par le biais de l'utilisation d'émulsions appropriées. Cette prise de vue ayant lieu au printemps dans le but de restituer des volumes d'eau.

M. VALLA regrette qu'une telle entreprise ne puisse donner beaucoup d'informations sur l'état des glaciers.

M. REYNAUD, utilisateur assidu des photographies du CEMAGREF, est satisfait de la précision obtenue, il souhaiterait cependant que l'on puisse établir un meilleur lien entre les nouveaux repères et les anciens des Eaux et Forêts. C'est quelquefois difficile, sinon impossible, de retrouver les anciens repères, répond M. BURNET, il précise aussi, sur une intervention de M. LÉVY, que les repères actuels sont situés en dehors des glaciers.

M. ROBERT évoque la possibilité d'observations par satellite. M. LECORDIX signale que la précision actuelle de l'imagerie par

satellite est limitée à quelques dizaines de mètres, insuffisante donc pour l'objectif recherché ici; l'I.G.N. est cependant en possession d'un certain nombre d'images des Alpes, du Canigou et de l'Himalaya, prises par Spacelab, susceptibles d'être utiles à des chercheurs.

M. REYNAUD voit surtout un développement de ces méthodes vers l'obtention de bilans glaciaires.

M. BURCHET demande s'il est envisagé une extension des mesures du CEMAGREF, sur les Pyrénées. Faute de moyen, c'est impossible répond M. BURNET; M. de CRÉCY s'interroge alors sur l'importance de l'effort financier nécessaire, et sur la possibilité de le poursuivre. M. Le Président, citant l'exemple des mesures hydrologiques, est conscient des difficultés rencontrées pour assurer la continuité de ces mesures, d'autant plus que le bénéfice à en tirer n'est pas toujours immédiat, c'est un effort pour l'avenir.

M. ROBERT suggère que soit examinée la possibilité que par une intervention la S.H.F. joue un rôle moteur en ce domaine.

M. Le Président remercie M. ROBERT de cette suggestion et propose son aide à M. de CRÉCY pour essayer de la mettre en œuvre.