



Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement

**LABORATOIRE DE GLACIOLOGIE  
ET DE GEOPHYSIQUE DE L'ENVIRONNEMENT  
C.N.R.S.**

**UNIVERSITE JOSEPH FOURIER - GRENOBLE I**

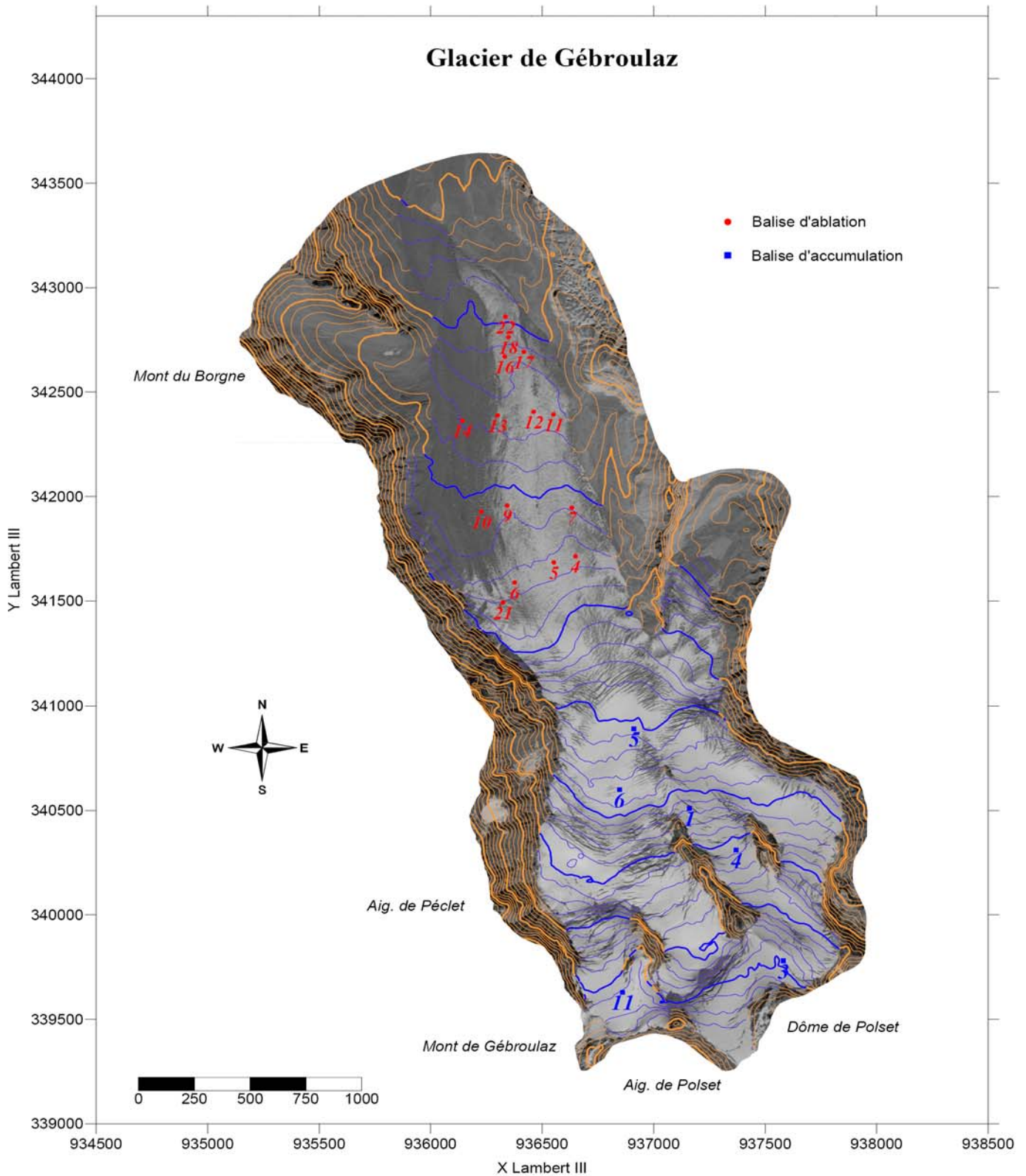
BP 96, 38402 ST MARTIN D'HÈRES CEDEX  
TEL. 04.76 82.42.00  
TÉLÉFAX : 04.76 82.42.01

**GLACIER DE GEBROULAZ  
2005  
Rapport au Parc National de la Vanoise  
Convention 127/2005  
C. Vincent, D. Six et E. Le Meur**



*Glacier de Gébroulaz en août 2005.*

# Glacier de Gébroulaz



Distances et coordonnées exprimées en mètres ; équidistance altimétrique de 20 m  
Modèle numérique de terrain obtenu par restitution photogrammétrique analytique (clichés du 20/09/2003)  
Levé suivant une maille de 25 m, lignes et points caractéristiques  
Planimétrie dans le système IGN Lambert III - Altimétrie dans le système NGF - IGN 1969  
Photographies aériennes (1/20000) argentiques numérisées et orthorectifiées

Figure n°1 : Plan de situation des profils transversaux, positions des balises d'ablation et des sites de carottage.

## **I. Travaux de terrain 2005 :**

Les campagnes de mesures de 2005 se sont déroulées:

- . le 28 avril 2005 pour les mesures de bilans hivernaux (carottages).
- . le 9 août 2005 pour les mesures topographiques (variations d'épaisseur, localisation des balises, front) et les mesures de bilans de masse.
- . le 20 septembre 2005 pour une mesure de bilans en fin de saison d'ablation.

Ont participé à ces relevés :

- . Emmanuel Le Meur, Delphine Six, Yves Arnaud, Bernard Le jeune et Renaud Blanc le 28 avril 2005.
- . Antoine Rabatel, Bruno Jourdain, Renaud Blanc et Christian Vincent le 9 août 2005.
- . Emmanuel Le Meur et Martina Schaefer le 20 septembre 2005, pour une mesure des émergences des balises à la fin de la saison hydrologique.

Le dépouillement des mesures a été fait par Christian Vincent et Delphine Six.

Nous remercions les gardes du secteur du Parc de la Vanoise qui ont bien voulu nous prêter le chalet du Saut.

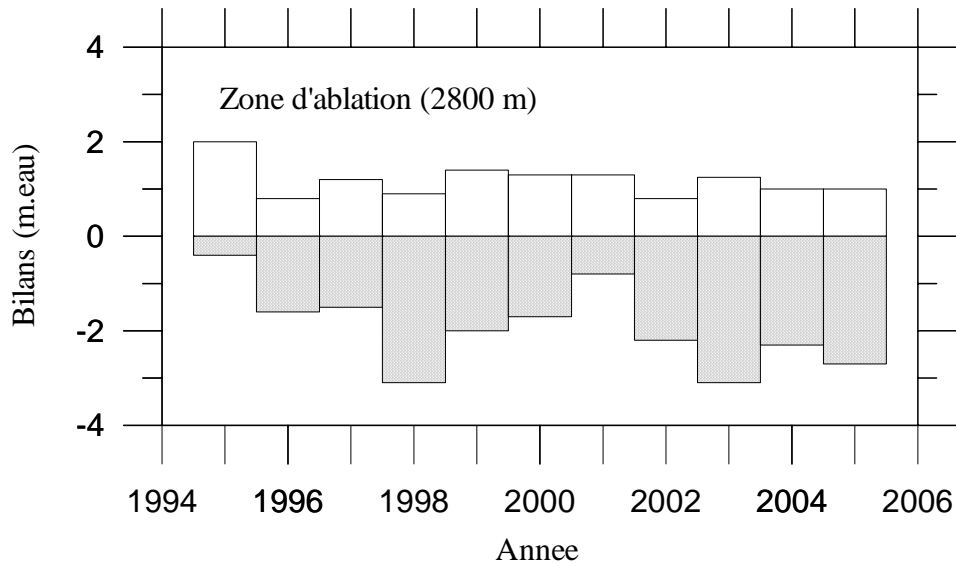
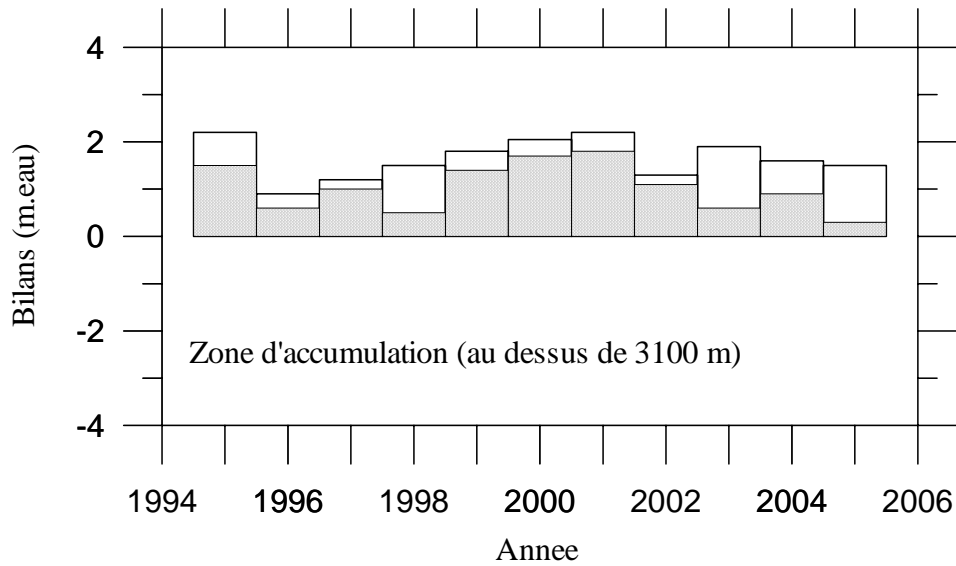


Figure n°2: Bilans hivernaux (en blanc) et annuels (en gris) observés sur le glacier de Gébroulaz depuis 1994/1995. En zone d'accumulation (graphe du haut), la référence de l'histogramme pour les bilans hivernaux est la même que celle des bilans annuels. La différence (partie blanche) représente ainsi la fusion estivale. Il en est de même pour la zone d'ablation (figure 2 en bas), mais cette fois, le bilan estival est la somme algébrique de la partie blanche (accumulation hivernale) et de la partie grisée (bilan annuel négatif). De cette façon, la partie grisée représente en zone d'accumulation la quantité de neige restante à la fin de la saison hydrologique et en zone d'ablation la quantité de glace disparue.

## **II. Bilans de masse, travaux de photogrammétrie:**

### **II. a Bilans de masse de l'année 2005.**

Les bilans de masse hivernaux de 2005 mesurés à partir des carottages (fin avril) indiquent des valeurs faibles, représentatives de précipitations hivernales faibles. Bien que ces valeurs d'accumulation hivernale soit très variables d'un site à l'autre, on peut dire que le bilan de masse hivernal de la zone d'accumulation atteint une valeur proche de 1.50 m équivalent eau au dessus de 3100 m. En zone d'ablation, les valeurs d'accumulation mesurées à la surface du glacier sont beaucoup plus homogènes : on peut noter une valeur moyenne de 1.0 m d'eau vers 2800 m d'altitude (figure 2).

Les valeurs d'ablation estivale sont très fortes : elles figurent parmi les valeurs les plus élevées de la période 1994-2005. Comme on peut le voir sur la figure 2, elles sont très proches des valeurs de 1998 ou de 2003. Pourtant, les chaleurs estivales n'ont pas été particulièrement intenses en 2005. Ces valeurs élevées résultent en partie de l'albedo de surface (rapport de la quantité de rayonnement solaire réfléchi par la surface sur le rayonnement solaire incident) faible en moyenne au cours de la saison estivale. En effet, lorsque les précipitations hivernales sont faibles, la surface du glacier est rapidement découverte de la neige hivernale et la quantité d'énergie solaire absorbée augmente brusquement. A l'inverse, si les précipitations hivernales sont importantes, la surface d'ablation restera couverte plus longtemps dans la saison estivale et cette couverture neigeuse d'albedo élevé protégera le glacier de la fusion. Cette rétroaction explique, par exemple, la faible ablation estivale enregistrée en 2001 (figure 2).

Le bilan de masse total spécifique du glacier en 2004/2005 est de -1.51 m d'eau : c'est donc l'équivalent d'une lame d'eau de 1.51 m qu'il a perdu en 2004/2005. Ce bilan de masse est calculé à partir du réseau de balises implantées sur le glacier : d'une part, les observations de chacune de ces balises permettent de calculer la variation temporelle du bilan sur la période 1994/2005 ; d'autre part, nous déterminons la tendance générale (variation de volume du glacier) à l'aide des mesures photogrammétriques. La combinaison de ces deux informations permet alors de calculer le bilan de masse chaque année depuis 1994. Les restitutions photogrammétriques permettent de surcroît de remonter dans le temps : grâce à elles, nous connaissons les variations de volume du glacier de Gébroulaz depuis plus de 50 ans.

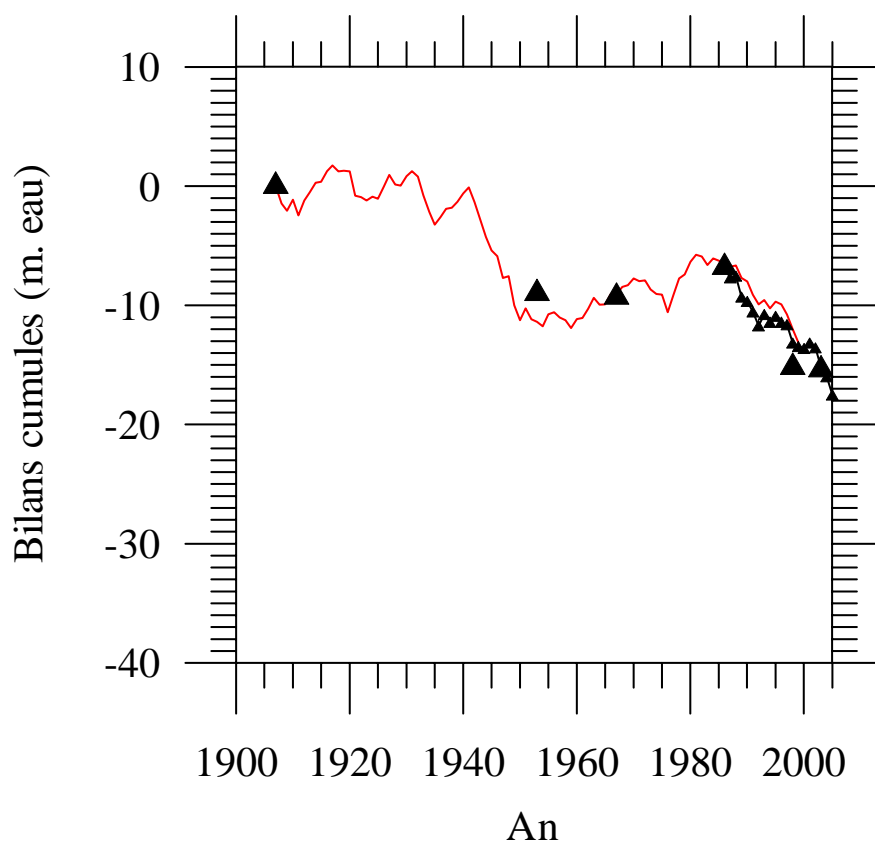


Figure n°3 : Bilans cumulés du glacier de Gébroulaz depuis le début du 20<sup>ème</sup> siècle. Ils représentent la variation d'épaisseur moyenne sur l'ensemble de la surface du glacier, exprimée en mètres d'eau. Ainsi, le glacier de Gébroulaz a perdu l'équivalent d'une lame d'eau de 17.5 m depuis 1905. Les petits triangles représentent les résultats des mesures directes de terrain des bilans de masse ; les triangles plus larges représentent les résultats obtenus d'une part à partir des restitutions photogrammétriques réalisées par le LGGE grâce aux clichés photogrammétriques aériens, d'autre part de la carte topographique du service géographique de l'Armée établie en 1905/1906. La courbe continue résulte d'un modèle de calcul réalisé à partir des données météorologiques des stations de plaine ou de vallée (Précipitations de Besse en Oisans entre le 1<sup>er</sup> octobre et le 31 mai, et températures de Lyon entre 1<sup>er</sup> mai et le 31 septembre).

(Adapté de Vincent C., *Journal of Geophysical Research*, 4 octobre 2002 et de Vincent et Blanc, Article à paraître dans la revue des Travaux Scientifiques du Parc de la Vanoise)

## II.b Bilans de masse obtenus par photogrammétrie:

Les résultats des restitutions photogrammétriques sont détaillés dans l'article de Vincent et Blanc, à paraître dans la revue des Travaux Scientifiques du Parc de la Vanoise. Nous reprenons ici les grandes lignes.

Les restitutions photogrammétriques permettent de déterminer les variations de volume du glacier à des époques pour lesquelles nous ne disposons d'aucune observation directe de terrain. Dans le massif de la Vanoise, les premiers clichés de l'IGN qui permettent une restitution photogrammétrique du glacier datent de 1953. Bien que la chambre de prise de vue de l'époque soit de qualité médiocre (distorsions de 20 microns sur les bords de l'objectif), nous avons pu réaliser une restitution avec une précision d'environ 2 mètres en planimétrie et de 1.5 m en altimétrie. Les points d'appui de cette restitution sont des points naturels (rochers caractéristiques) et sont identiques à l'ensemble des restitutions. Seules les restitutions photogrammétriques récentes (1986, 1998, 2003) bénéficient de points d'appui spécialement installés dans ce but (bâches du Cemagref ou croix de peinture du LGGE). Pour ces restitutions, la précision est meilleure que le mètre. Les restitutions photogrammétriques permettent ainsi d'obtenir la topographie de la surface du glacier le 30 août 1953, le 11 septembre 1986, le 31 août 1998 et le 20 septembre 2003. En outre, les clichés de 2003 ont été utilisés pour cartographier la zone à l'aval entre les moraines du Petit Age de Glace et le front glaciaire actuel.

Outre ces restitutions photogrammétriques des 50 dernières années, nous disposons d'une carte réalisée par le Service Géographique de l'Armée entre 1905 et 1906 à l'échelle du 1/20 000. Nous n'avons aucune information quand à la précision de cette carte. L'incertitude sur l'altimétrie est probablement de quelques mètres.

En comparant, les modèles numériques de terrain issus de ces différents documents, nous avons calculé les variations de volume depuis 1906. Pour la comparaison des restitutions photogrammétriques entre 1953 et 2003, plusieurs méthodes de calcul ont été testées. Une première méthode consiste à utiliser une méthode d'interpolation (krigeage ou triangulation linéaire) afin d'obtenir des altitudes sur les points d'une grille planimétrique identique et d'intégrer les variations d'altitude en surface pour déterminer des variations de volume. Cette méthode a l'inconvénient de prendre en compte des zones glaciaires dont la restitution est entachée de fortes incertitudes liées à une mauvaise vision stéréoscopique (surface blanche et unie) ou à une topographie très chaotique (séracs). Une autre méthode consiste à sélectionner des zones représentatives du glacier pour lesquelles la restitution est particulièrement favorable ; dans ces zones, sont choisis des profils transversaux à partir desquels sont calculées des variations d'altitude moyenne (méthode des aires). Chacune de ces zones est alors affectée d'une surface de façon à pondérer les variations d'altitude et à obtenir la variation de volume globale. Dans le cas du glacier de Gébroulaz, 15 profils ont été sélectionnés. Cette méthode a bien sûr l'inconvénient d'être partielle. Ces deux méthodes donnent des résultats très similaires : + 2.0 m d'eau pour la période 1953-1986, -8.2 m d'eau entre 1986 et 1998 et -0.1 m d'eau entre 1998 et 2003.

Les résultats des bilans de masse cumulés depuis 1906 sont reportés sur la figure 3. Ces bilans de masse sont exprimés en mètres d'eau et représentent ainsi la lame d'eau équivalente perdue par le glacier en moyenne sur l'ensemble de la surface. Les petits triangles représentent les résultats des mesures directes de terrain des bilans de masse. Les triangles plus larges représentent les résultats obtenus à partir des restitutions photogrammétriques en 1953, 1986, 1998 et 2003, et à partir de la carte du Service Géographique de l'Armée en 1906.

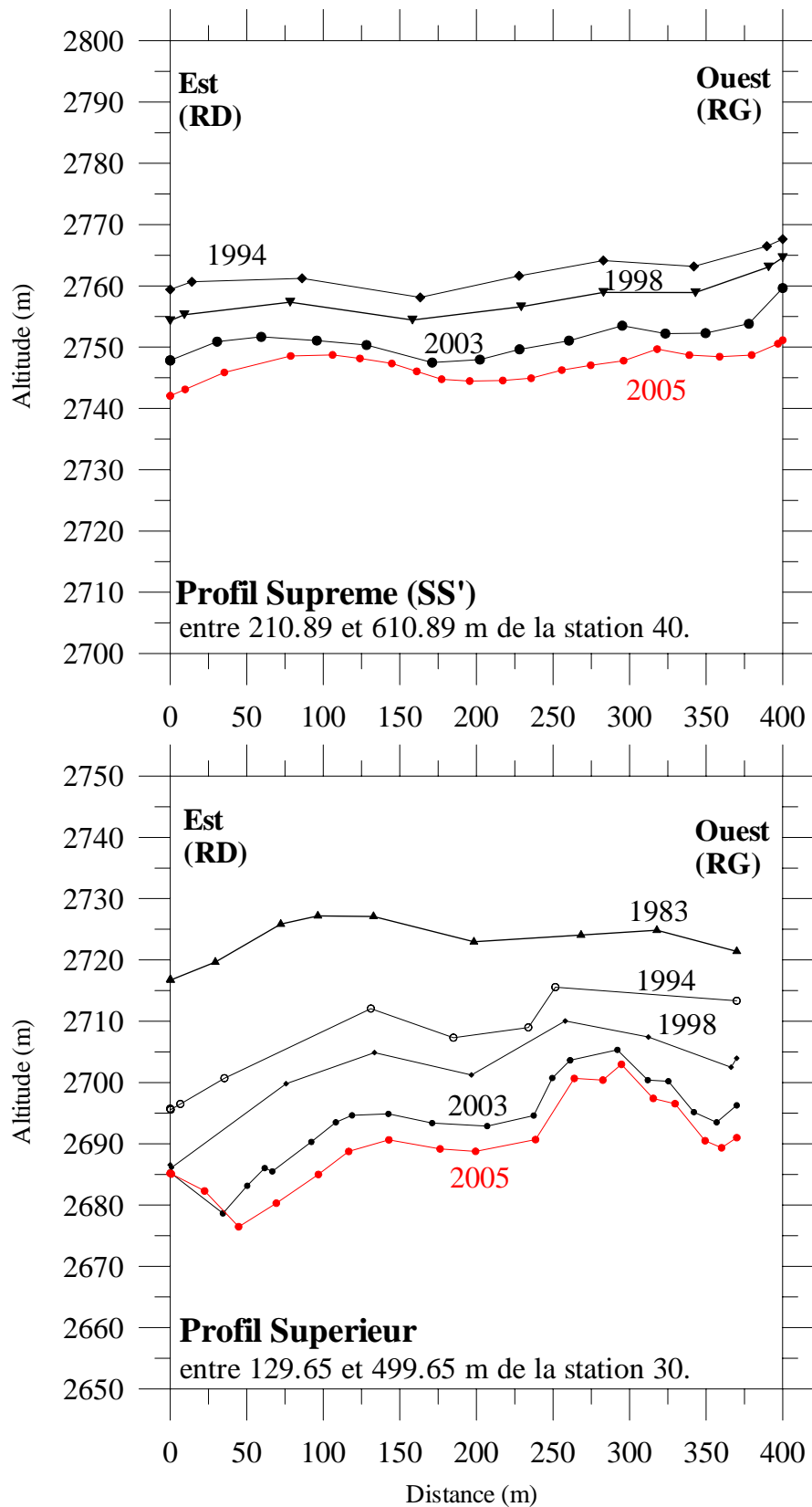


Figure n° 4 : Variations d'altitude aux profils supérieur et suprême (profils vus de l'aval).



Le glacier a perdu l'équivalent d'une lame d'eau de 17.5 m depuis 1906. Cette perte de masse est comparable à celle des glaciers d'Argentière et de la Mer de Glace dans le massif du Mont Blanc. La diminution de la masse glaciaire de Gébroulaz au cours du 20<sup>ème</sup> siècle est particulièrement importante au cours de deux périodes : d'une part au cours de la décennie de 1940, d'autre part durant les 22 dernières années. La diminution de volume des années 40 est liée à la fois aux chaleurs estivales mais aussi aux faibles précipitations hivernales. La baisse de l'accumulation hivernale qui en a résulté a eu un très fort impact sur l'albedo du glacier et a donc accru la fonte estivale. Ces deux dernières décennies sont marquées par des étés très chauds en moyenne qui sont responsables, eux seuls, de la forte récession des glaciers (Vincent et al., 2004).

L'augmentation de volume du glacier de Gébroulaz est très sensible entre 1954 et 1981, puisqu'il a regagné 5 m (+/- 1 m) d'eau au cours de cette période. Une étude globale sur les fluctuations glaciaires dans les Alpes en relation avec les changements climatiques (Vincent, 2004) a montré que ce gain de masse entre 1954 et 1981 est lié aux conditions estivales (plus froides), mais aussi, à partir de 1977, à une augmentation des précipitations hivernales.

Les observations directes de bilans de masse entre 1998 et 2003, intégrées sur l'ensemble du glacier, conduisent à une assez forte discordance avec l'évaluation photogrammétrique : les résultats photogrammétriques indiquent une perte de masse quasi nulle alors que les observations de terrain montrent une perte de masse de 2 m d'eau. Cette divergence montre que, probablement, le réseau d'observation de bilans n'est pas assez dense et n'est pas suffisamment représentatif de la variation de volume de l'ensemble du glacier. En effet, la densité du réseau d'observation est beaucoup plus importante dans la zone d'ablation (20 à 25 balises) que dans la zone d'accumulation (6 sites de carottages). Cela montre également que les variations de bilans dans la zone d'ablation ne sont pas représentatives de l'ensemble des variations du bilan total du glacier.

On peut remarquer que les fluctuations de longueur du glacier ne sont pas synchrones avec les fluctuations des bilans de masse : le front commence à reculer fortement en 1946 et ce recul se poursuit jusqu'en 1970 ; lors de la dernière récession, le front du glacier de Gébroulaz recule seulement à partir de 1986. Ceci illustre particulièrement la difficulté à tirer des informations climatiques de la seule courbe des fluctuations de longueur.

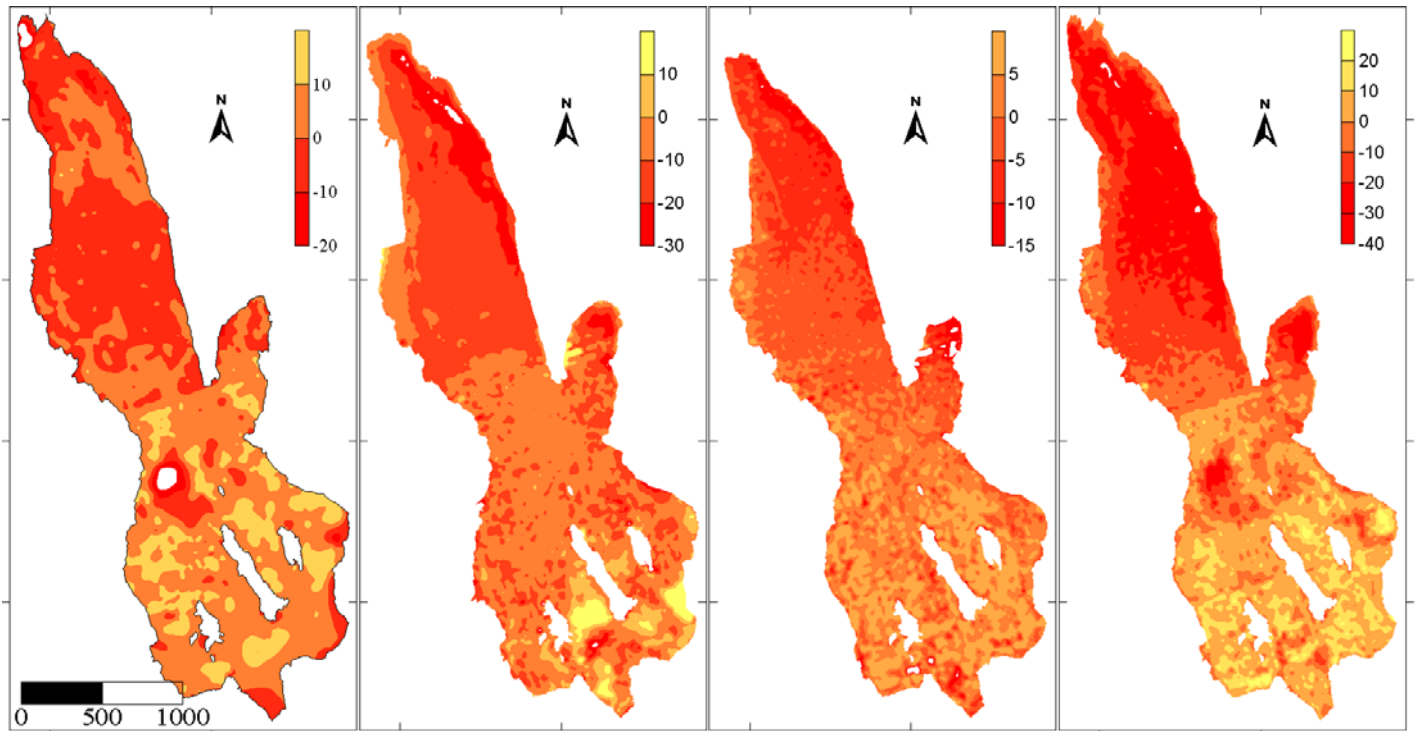
### **III. Variations des épaisseurs et vitesses d'écoulement aux profils transversaux (figure n°4) :**

Les variations d'épaisseurs du glacier sont mesurées sur la langue glaciaire sur des profils transversaux indiqués sur la figure 1.

Le profil inférieur est totalement déglacé suite au recul de la langue.

Les observations sont donc faites suivant 2 profils, le profil dit « suprême » et le profil dit « supérieur ». Ces observations sont réalisées à l'aide d'instruments de topographie GPS (récepteurs GPS différentiel bi-fréquence).

Depuis 1993, nous avons rétabli l'ancien profil Suprême SS' ( vers 2760 m d'altitude) des Eaux et Forêts à proximité du Col du Soufre. Ce profil avait été implanté en 1953 ( au moment où le profil inférieur disparaissait). Ce profil a été aussi rattaché au réseau NGF (Nivellement Général de la France). L'altitude de 1986 est issue de la restitution photogrammétrique des clichés du 11 septembre 1986.



Différences d'épaisseur 1986-1953      Différences d'épaisseur 1998-1986      Différences d'épaisseur 2003-1998      Différences d'épaisseur 2003-1953

*Figure 5 : Variations d'épaisseur obtenues à partir des modèles numériques de terrain (restitutions photogrammétriques pour les périodes 1953-1986, 1986-1988, 1998-2003 et 1953-2003)*

Le profil supérieur (2700 m environ) est mesuré depuis 1907 avec une large interruption entre 1966 et 1983. Les variations d'épaisseurs aux profils transversaux pour l'année 2004/2005 sont les suivantes: -2.7 m au profil SS' et - 2.5 m au profil supérieur.

Les vitesses d'écoulement en surface du glacier sont mesurées à partir du déplacement des balises, à l'aide des instruments de topographie GPS différentiel. Ces déplacements sont ramenés à l'année. Ils sont connus avec une précision de 5cm environ ; en fait, la précision dépend de la matérialisation du point mesuré (la balise implantée dans le glacier), plutôt que la précision (millimétrique) de la mesure géodésique elle-même. Toutes ces observations de vitesses sont reportées en annexes dans les tableaux des balises (avec les bilans). Les vitesses observées au centre du glacier suivant les profils suprême et supérieur sont de 6.5 m/an et 4.0 m/an respectivement (le glacier était 3 fois plus rapide en 1983/1984 dans cette région).

#### **IV Evolution de la dynamique du glacier.**

L'analyse ci-dessous est extraite de l'article Vincent et Blanc, à paraître dans les Travaux Scientifiques du Parc National de la Vanoise.

Grâce aux mesures photogrammétriques, les variations d'épaisseur sont bien documentées sur l'ensemble du glacier depuis 1953. La figure 5 représente les variations d'épaisseur du glacier au cours de différentes périodes (1953-1986, 1986-1998, 1998-2003 et 1953-2003). Cette figure montre une structure étonnante : la partie haute du glacier s'est épaissie depuis 1953, jusqu'à 20 mètres d'épaisseur de glace. Les variations d'épaisseur les plus importantes se situent au dessus de 3100 m d'altitude. La variation d'épaisseur diminue assez régulièrement avec l'altitude et devient négative au dessous de 3000 m d'altitude environ. Sur la langue terminale, la diminution d'altitude atteint 25 m. En outre, au cours des 50 dernières années, ces variations n'ont pas du tout été linéaires : entre 1953 et 1986, le glacier s'est épaissi sur presque l'ensemble de sa surface (entre 2850 m et 2750 m et sur l'extrémité basse du glacier, les variations sont faiblement négatives) ; entre 1986 et 1998, la diminution est générale sur l'ensemble du glacier, sauf pour quelques régions de la partie supérieure au dessus de 3200 m ; entre 1998 et 2003, le glacier a grossi dans l'ensemble de la zone d'accumulation (jusqu'à plus de 5 m d'épaisseur) et baissé de 5 à 10 m sur la langue terminale. Au cours des 5 dernières années (1998-2003), il est probable que la variation d'épaisseur en zone d'accumulation soit liée au comportement cinématique du glacier (compression longitudinale). En effet, cette variation est trop forte (supérieure à 5 mètres) pour être expliquée uniquement par une augmentation de l'accumulation.

Pour la première moitié du 20<sup>ème</sup> siècle, nous disposons uniquement des documents des Eaux et Forêts qui nous renseignent sur le comportement de la langue du glacier. En effet, depuis 1907, les Eaux et Forêts ont mesuré assez régulièrement les altitudes moyennes de deux profils transversaux nommés profils supérieur et inférieur ( à 2700 et à 2600 m d'altitude respectivement) de la langue terminale du glacier à l'aide d'instruments topographiques traditionnels (tachéomètre). Sur ces mêmes profils, étaient mises en place des pierres peintes, également topographiées, qui permettaient de déterminer les vitesses d'écoulement du glacier en surface, d'un bord à l'autre du glacier (Mougin, 1925, 1933). Ces pierres étaient renouvelées chaque année afin de s'affranchir du gradient longitudinal de vitesse, assez faible dans cette région puisque nous l'avons estimé à  $0.005 \text{ an}^{-1}$  entre 1984 et 1993. Ces mesures des Eaux et Forêts ont été interrompues dans les années 60 et ont été reprises en 1983 par le LGGE

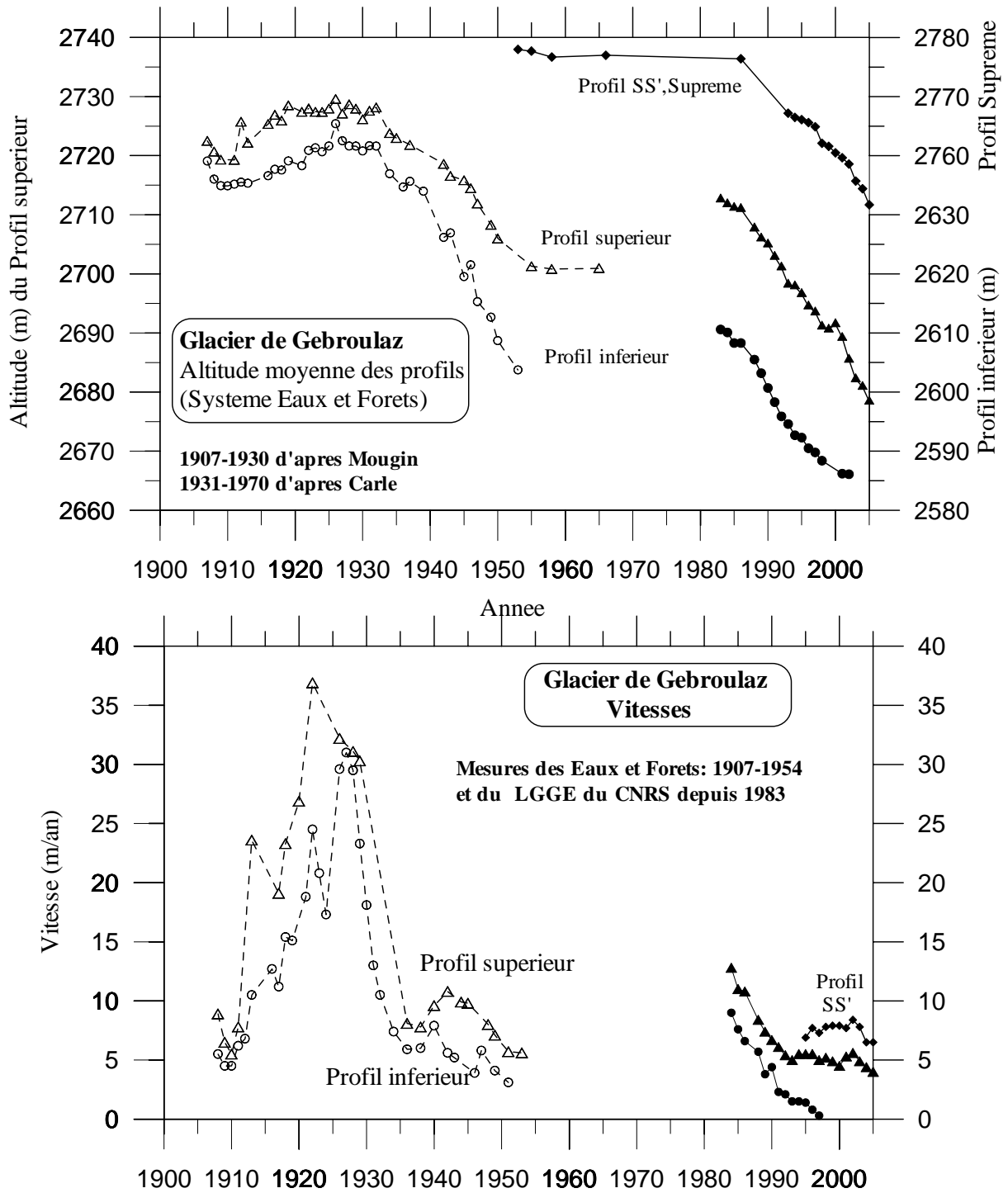


Figure 6 : Variations des épaisseurs aux trois profils transversaux (haut de la figure) ; Variations de vitesses sur ces trois profils (depuis 1983, les vitesses sont celles du centre du glacier).

(Reynaud et al. 1983) suivant les mêmes principes, avec des instruments plus modernes, bien sûr. Le profil inférieur a disparu totalement en 1965 suite au retrait important du glacier (le glacier retrouvera cette position vers 1975, lors de sa ré-avancée). Par précaution, en 1953, les Eaux et Forêts avaient établi un profil supplémentaire baptisé SS' (à 2760 m d'altitude), face au col du Soufre. Ce profil a été mesuré une dernière fois par les Eaux et Forêts en 1966. C'est ce profil que nous avons reconstitué en 1993 (en retrouvant les repères des Eaux et Forêts sur le terrain, marques gravées sur le rocher). En 2002, le profil inférieur était à nouveau déglacé.

Les résultats des variations d'épaisseurs et de vitesses d'écoulement mesurées sur ces profils depuis 1907 sont reportés sur la figure 6. Les variations d'épaisseur de la langue terminale sont assez conformes à la courbe des bilans de masse cumulés alors que les vitesses d'écoulement indiquent une évolution très différente. Au cours des 20 dernières années, les bilans de masse sont très déficitaires (-0.60 m d'eau/an en moyenne) et les baisses d'altitude de la surface sont de 1.3 à 1.5 m/an sur la langue glaciaire. La vitesse au profil inférieur a décru assez régulièrement entre 1984 et 1997 jusqu'à la disparition complète de ce profil, suite au recul du glacier. La vitesse d'écoulement au profil supérieur (2700 m), après avoir diminué fortement entre 1984 et 1993 (13 à 5 m/an) est restée quasiment constante depuis 1994, malgré la forte diminution d'épaisseur dans cette région. Au profil Suprême, la courbe de vitesse indique même une légère accélération du glacier entre 1994 et 2003.

Les variations de vitesse du début du 20<sup>ème</sup> siècle montrent une évolution très singulière : entre 1910 et 1925, la langue du glacier s'accélère de 5 à 35 m/an (et 30 m/an au profil inférieur). Dans le même temps, l'épaisseur de cette langue a peu évolué (5 à 10 m). Ce type de comportement a été quelquefois observé dans les Alpes d'une manière qualitative (par exemple le glacier de Findelen en Suisse en 1980 ou le glacier de Belvédère en Italie en 2001) mais très rarement mesuré ; seules quelques très longues séries d'observations comme celles du glacier de Hintereisferner en Autriche (1894-2004) montrent des événements similaires à celui de Gébroulaz : sur la langue de Hintereisferner, la vitesse est passée de 30 à 125 m/an entre 1919 et 1924 ! (Span et al., 1997).

Il est probable que la forte accélération du glacier de Gébroulaz au début du 20<sup>ème</sup> siècle soit liée à la structure (meuble) du lit du glacier et à la déformation des sédiments sous-glaciaires. Ces variations de vitesse restent énigmatiques et constituent des défis importants pour la recherche sur les mécanismes d'écoulement des glaciers.

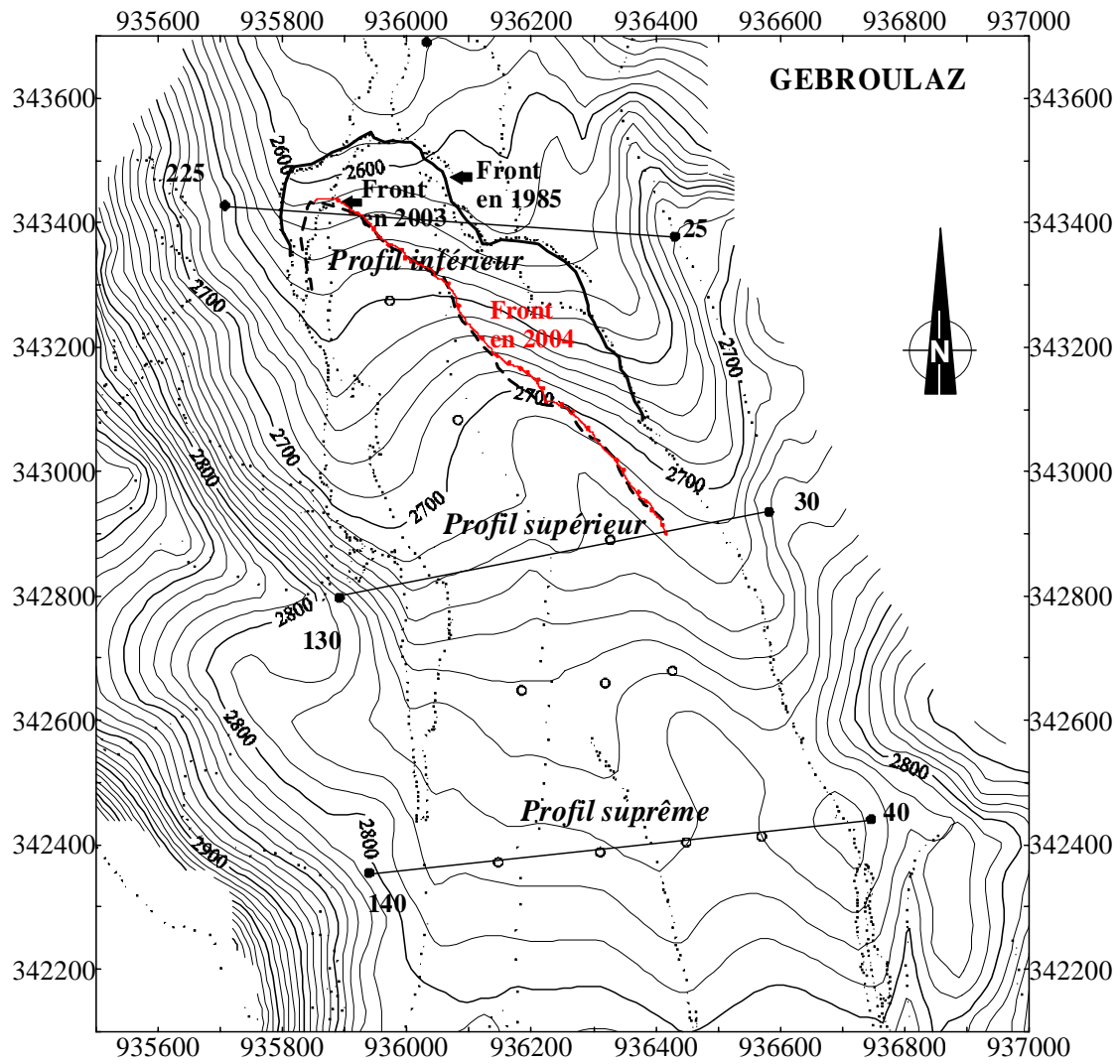


Figure n° 7 : Evolution du front du glacier depuis 1985.

## **V. Variations du front.**

Le front du glacier a été mesuré le 9 août 2005. Sa position a peu changé depuis 2004. Il est partiellement recouvert de débris morainiques et difficile à localiser en rive gauche. Comme on peut le voir sur la figure n° 7, la langue glaciaire en rive droite (découvert de débris morainiques) a beaucoup rétréci.

## **VI. Conclusions:**

Le bilan de masse du glacier de Gébroulaz en 2004/2005 est de  $-1.51$  m d'eau (perte d'épaisseur moyenne sur l'ensemble de sa surface). C'est l'une des valeurs les plus négatives des 20 dernières années. Son bilan de masse est donc très déficitaire, comme les glaciers des autres massifs alpins.

Ces dernières années, un énorme effort a été réalisé pour reconstruire les variations de volume du glacier de Gébroulaz au cours des 50 dernières années, avec une précision métrique, grâce à des mesures photogrammétriques intenses faites à partir des clichés de 1953, 1986, 1998 et de 2003. La restitution des clichés de 2003 a fait l'objet d'une carte détaillée du glacier (à l'échelle du 1/5000). Cette carte a été livrée au Parc National de la Vanoise en 2004.

Le glacier de Gébroulaz est l'un des glaciers les mieux suivis des Alpes. Il fait partie du service d'observation des glaciers alpins, reconnu par l'Institut National des Sciences de l'Univers, et géré par le LGGE. Les observations glaciologiques du glacier de Gébroulaz ont fait l'objet d'une publication dans les Travaux Scientifiques du Parc National de la Vanoise, qui devrait paraître en 2006.

Le LGGE souhaite, bien sûr, poursuivre les travaux glaciologiques sur ce glacier et continuer la collaboration avec le Parc National de la Vanoise. Pour de futurs travaux de modélisation de l'écoulement du glacier, nous aurons besoin de déterminer les épaisseurs de ce glacier sur l'ensemble de la surface. Ces mesures seront faites avec un instrument radar. Pour ces opérations, à réaliser au printemps, nous aurons besoin d'un hélicoptage pour transporter le matériel. Une autorisation d'hélicoptage sera donc demandée au Parc National de la Vanoise.

*A Saint Martin d'Hères, le 25 novembre 2005*

*C. Vincent, D. Six et E. Le Meur.*

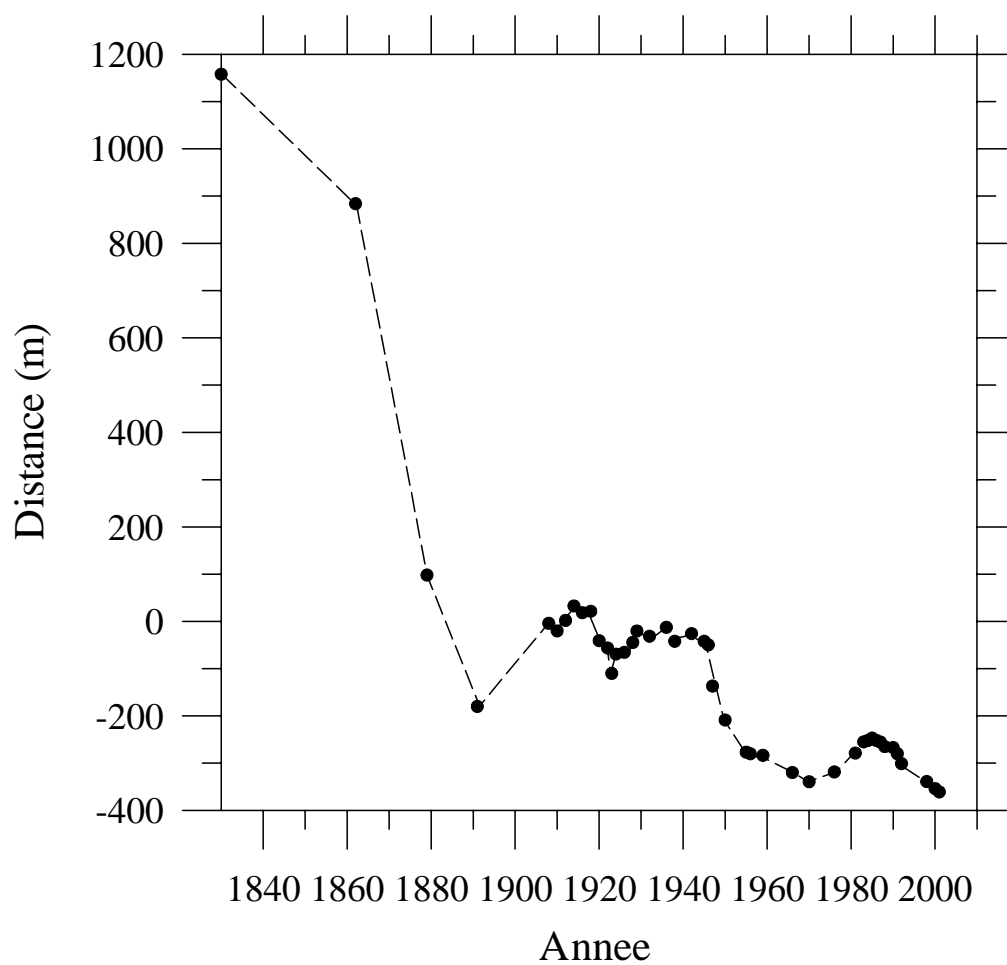


Figure n°8 : Fluctuations de longueur du glacier de Gébroulaz depuis 1870.



## ANNEXE I

### Vitesses mesurées sur les profils transversaux

Les vitesses sont calculées à partir des relevés topographiques de pierres placées chaque année sur les mêmes profils transversaux (la méthode de mesure est similaire à celle adoptée par les Eaux et Forêts). Dans le tableau ci-dessous, depuis 1983, nous avons reporté non pas les valeurs moyennes des vitesses en surface mais celles des vitesses au centre du glacier (donc les vitesses maximales mesurées).

Date	Vitesses au centre du glacier		
	Profil SS'	Profil sup.	Profil inf.
12.08.1983			
21.08.1984		12.8 m/an	9.0 m/an
25.10.1985		11.0 m/an	7.6 m/an
20.08.1986		10.8 m/an	6.6 m/an
24.08.1988		8.4 m/an (sur 2 ans)	5.7 m/an (sur 2 ans)
01.09.1989		7.4 m/an	3.8 m/an
01.09.1990		6.7 m/an	4.4 m/an
30.08.1991		6.1 m/an	2.3 m/an
20.08.1992		5.4 m/an	2.1 m/an
17.08.1993		5.0 m/an	1.5 m/an
11.08.1994		5.5 m/an	1.5 m/an
17.08.1995	6.9 m/an	5.5 m/an	1.4 m/an
05.09.1996	7.7 m/an	5.5 m/an	0.8 m/an
02.09.1997	7.3 m/an	5.0 m/an	0.3 m/an

Date	Vitesses au centre du glacier		
	Profil SS'	Profil sup.	Profil inf.
1.09.1998	7.8 m/an	5.2 m/an	1.1 m/an
31.08.1999	7.9 m/an	4.9 m /an	
24.08.2000	7.9 m/an	4.5 m/an	
28.08.2001	7.7 m/an	5.3 m/an	
21.08.2002	8.4 m/an	5.6 m /an	
27.08.2003	7.8 m/an	4.9 m/an	lit rocheux
17.08.2004	6.5 m/an	4.4 m/an	lit rocheux
9.08.2005	6.5 m/an	4.0 m/an	rocher

## ANNEXE II

### Variations du front depuis 1983

Date	Surface du front /ligne 25-25b m2	Base	Distance du front à la ligne	Avance ou recul (m)
12.08.1983	19602	230	85	
21.08.1984	20189	230	88	+3
25.10.1985	21305	230	93	+5
20.08.1986	20272	230	88	-5
1987				
25.08.1988	17225	230	75	-13
10.09.1989				
10.09.1990	14446	230	62.8	-12.2
30.08.1991	11606	230	50.5	-12.3
20.08.1992	6825	230	29.7	-20.8
01.09.1998	-1860	230	-8	-37.7
24.08.2000				-15
28.08.2001	-6862	230	-30	-7

Date	Surface du front /ligne 130-30 ( m2)	Base	Distance du front à la ligne	Avance ou recul (m)
25.10.1985	298000	480	621	
25.09.2003	187000	480	390	231

### ANNEXE III: Variations des épaisseurs aux profils transversaux

Profil SS':

Date	Altitude Eaux et Forêts (m)	Altitude NGF (m)
1953	2778.0	2773.3
1955	2777.7	2773.0
1959	2776.7	2772.0
1966	2777.0	2772.3
1986 (photogrammétrie)	2776.4	2771.7
17.08.1993	2767.2	2762.4
11.08.1994	2766.5	2761.8
17.08.1995	2766.1	2761.4
05.09.1996	2765.6	2760.9
02.09.1997	2764.9	2760.2
01.09.1998	2762.1	2757.4
31.08.1999	2761.6	2756.9
24.08.2000	2760.5	2755.8
28.08.2001	2759.65	2754.95
21.08.2002	2758.6	2753.9
27.08.2003	2755.7	2751.0
16.08.2004	2754.4	2749.7
9.08.2005	2751.7	2747.0

## Profil supérieur

Le profil supérieur (2700 m environ) est mesuré depuis 1907 avec une large interruption entre 1966 et 1983.

Date	Altitude Eaux et Forêts	Altitude NGF
12.08.1983	2712.6	2723.9
21.08.1984	2711.8	2723.1
25.10.1985	2711.2	2722.5
20.08.1986	2711.0	2722.3
1987		
25.08.1988	2707.7	2719.0
01.09.1989	2706.0	2717.3
01.09.1990	2705.1	2716.4
30.08.1991	2702.9	2714.2
20.08.1992	2701.1	2712.4
17.08.1993	2698.2	2709.5
11.08.1994	2697.9	2709.2
17.08.1995	2696.6	2707.9
05.09.1996	2694.5	2705.8
02.09.1997	2693.5	2704.8
01.09.1998	2691.1	2702.4
31.08.1999	2690.6	2701.9
24.08.2000	2691.5	2702.8
28.08.2001	2689.2	2700.5
21.08.2002	2685.5	2696.8
27.08.2003	2682.2	2693.5
16.08.2004	2680.9	2692.2
9.08.2005	2678.4	2689.7

**Profil inférieur:**

Date	Altitude Eaux et Forêts	Altitude NGF
12.08.1983	2610.6	2622.2
21.08.1984	2610.1	2621.8
25.10.1985	2609.3	2620.9
20.08.1986	2608.3	2619.9
1987		
25.08.1988	2605.5	2617.2
01.09.1989	2603.2	2614.9
01.09.1990	2600.7	2612.3
30.08.1991	2598.3	2609.9
20.08.1992	2595.9	2607.5
17.08.1993	2594.6	2606.2
11.08.1994	2592.7	2604.3
17.08.1995	2592.3	2604.0
05.09.1996	2590.5	2601.6
02.09.1997	2589.8	2601.0
01.09.1998	2588.4	2600.1
28.08.2001	2586.2	2597.9
21.08.2002	2586.0	2597.7 déglacé

## ANNEXE IV:

### Coordonnées des stations topographiques (Lambert III)

Correction Lambert: +90 mm/km

Réduction au niveau de la mer et correction Lambert: -0.30 m/km (à 2500m)

Coordonnées recalculées en 2003

Point	Coordonnées	Gisements	Observations
IGN 20 Sommet Pecllet	936275.54 340030.87 3561.9		
106	936979.55 341405.76 2941.33		
140 (S') Profil SS' RG	935938.78 342354.55 2808.46 (sol) 2809.52 (embase)	Profil: 93.295 gr 50: 77.779 gr	Pilier LGGE dist. d'application du profil: entre 200 et 600 m de 140. A 210.89 m de 40.
40 (S) (août 1993)			marque peinture spit. bloc <b>instable</b> <b>(1.2 m /an !)</b>
240 (S) (septembre 2000)			marque peinture et spit. Même repère que 40.
130 (30 b) Profil supérieur RG (Distance d'application du profil: 204 à 574 m de 30b)	935890.86 342796.49 2785.66 (sol) 2786.66 (embase)	profil: 87.394 gr	Pilier LGGE dist. d'application du profil: entre 204 et 574 m de la station 130. A 129.65 m de 30.
230	935889.43 342795.68 2787.04		Plaquette LGGE
30 Profil supérieur			station disparue vers 1993 (bloc)
225(25b) Profil inférieur RG	935701.20 343433.44 2667.29 (embase)	Profil: 104.906 gr	station 125 disparue en 1999 dist d'application: entre 191.85 et 331.85 m de la station 225
25 Profil inférieur RD	936429.95 343377.16 2688.53		
2	936031.07 343689.61 2581.21		Bâche Cemagref
Station front n°85 (moraine de 1985)	935932.67 343518.90 2588.70		
Station crête 2003 N°82	935748.35 342126.59 3007.62		Plaquette
Station 50	936777.26 342659.72 2839.35		Repère métallique LGGE

## **ANNEXE V: Coordonnées des extrémités des profils**

Profil sup RD	45°18'25.761	6°37'41.536
Profil sup RG	45°18'24.012	6°37'24.723
Profil Suprême RD	45°18'09.709	6°37'44.118
Profil Suprême RG	45°18'09.021	6°37'25.776

## **ANNEXE VI: Coordonnées des Balises d'ablation**

Balise 1	45°17'35.8	6°37'42.0
Balise 2	45°17'38.6	6°37'44.7
Balise 3	45°17'41.4	6°37'48.5
Balise 4	45°17'45.4	6°37'48.1
Balise 5	45°17'44.5	6°37'43.9
Balise 6	45°17'41.5	6°37'35.8
Balise 7	45°17'53.5	6°37'47.5
Balise 8	45°17'53.4	6°37'42.1
Balise 9	45°17'54.1	6°37'34.3
Balise 10	45°17'53.7	6°37'28.9
Balise 11	45°18'08.4	6°37'44.6
Balise 12	45°18'08.9	6°37'40.6
Balise 13	45°18'08.6	6°37'33.2
Balise 14	45°18'08.4	6°37'25.9
Balise 15	45°18'16.6	6°37'28.6
Balise 16	45°18'17.7	6°37'35.4
Balise 17	45°18'18.3	6°37'39.4
Balise 18	45°18'20.8	6°37'36.4
Balise 19	45°18'23.7	6°37'36.0
Balise 20	45°18'27.7	6°37'33.1
Balise 21	45°17'39.6	6°37'32.5



## ANNEXE VII: Coordonnées des sites de mesures en zone d'accumulation

Site	11 vers col de Gébroulaz 3425 m	3 Sous le Dôme de Polset 3410 m	4 Combe de Polset  3220 m
Position Coord. Lambert	936860 339630	937580 339780	937370 340310
WGS 84	45°16'36.5" 6°37'51.0"	45°16'42.6" 6°38'25.6"	45°16'59.1" 6°38'19.2"

Site	5 Plateau  3020 m	1 Pied du Rognon 3100 m	6 Combe de Peclet 3070 m
Position Lambert	936900 340870		936846 340600
WGS 84	45°17'19.0" 6°37'57.1"	45°17'07.3" 6°38'11.7"	45°17'10.4 6°37'54.0

## Annexe VIII : Points d'appui photogrammétriques

106	936979.6796	341405.7709	2941.2890 station
2	936031.0663	343689.6126	2581.2137 bache
225	935701.1221	343433.3981	2679.3117 plaquette
3	937106.7542	342417.5449	2847.1212 bache
5	935900.2621	342727.2263	2795.8325 bache
10	935792.2238	341665.7769	3071.9600 bache
2	936031.0663	343689.6126	2581.2137 bache (vers le front)
6	936983.9099	341390.0021	2941.3592 bache
68	935771.9501	341849.5118	3026.9468 croix peinture sur la crête
69	935963.6311	342445.1215	2797.8185 croix peinture vers station 140
85	935932.6765	343518.9011	2588.6967 croix peinture au front (moraine 1985)
7903	936222.7983	341739.2960	2819.6906 croix peinture sur un rocher, sur glacier
(attention au déplacement). (mesuré en aout 2003).			
80	936450.2032	343427.8829	2667.2070 croix peinture proche de la station 25
81	935841.8493	341605.2317	3058.5356 gazex (sommets, centre)
225	935701.2002	343433.4410	2667.2881 plaquette
130	935890.8613	342796.4897	2785.66 pilier, altitude/sol
140	935938.7759	342354.5503	2808.4643 pilier, altitude /sol
230	935889.4313	342795.6731	2787.0446 plaquette
25	936429.9527	343377.1631	2688.5311 station, marque peinture
82	935748.3295	342126.5050	3007.6174 station (plaquette) sur la crête
120	936275.54	340030.87	3561.90 Point géodésique IGN, sommet de Pécelet.
73	937326.836	341120.137	2906.10 station
30	936580.758	342934.912	2750.67 ancienne station (disparue)
51	936246.997	340008.000	3554.281 rocher proche de Pecelet
52	936236.401	339996.700	3550.694 rocher proche de Pecelet
53	936306.128	339964.583	3513.467 croix
54	936330.841	339960.418	3507.000 rocher proche de Pecelet
57	936406.913	339885.634	3499.825
58	936406.703	339881.207	3499.857
59	936349.555	339877.668	3454.281 croix
60	936430.468	339260.162	3376.072
62	936748.200	339343.902	3506.899 gendarme
63	936987.254	339455.153	3488.426
64	937018.671	339455.262	3499.108 gendarme
65	937096.106	339475.643	3531.039 Polset, sommet
8	937523.517	339568.998	3491.832 bache
7	937478.291	340302.934	3264.027 bache
74	937804.465	341713.753	2522.401 extrémité bloc
75	937893.628	341694.296	2481.619 extrémité bloc
76	937909.559	341629.292	2486.252 croix peinture
77	938380.166	341463.118	2438.119 croix peinture (lac)
78	938396.189	341471.310	2437.170 sommet bloc
70	936801.506	342204.877	2803.565 croix peinture
71	936803.516	342173.408	2808.284
72	936931.849	341958.429	2823.835
14	936236.829	343405.742	2617.139 cairn
13	936137.606	343637.970	2592.434 sommet bloc
12	935745.796	343465.613	2627.400 sommet bloc
11	935707.716	343426.915	2665.114 sommet bloc
20	935947.186	342398.753	2804.343 sommet rocher
21	935937.767	342354.956	2807.148 sommet rocher
41	935930.420	342340.408	2816.082 sommet rocher
86	935861.8815	341000.3309	3089.2627 coin SO embase pylone
87	935864.7875	340999.7402	3089.5120 coin NE embase pylone
88	935871.1369	340987.2525	3097.2470 plateforme bois, gare arrivée télésiège
89	935876.9785	340993.3687	3097.1206 idem
90	936868.5691	342339.1410	2767.0261 point altimétrique (rocher plat)
91	936724.6453	342752.8631	2787.5992 idem
92	936450.3192	343427.8410	2667.1647 croix peinture (2003)
93	935836.7875	343913.2331	2557.9170 croix peinture, aval du front, (2003)

## **ANNEXE IX. Considérations sur le réseau géodésique:**

Les profils transversaux relevés par les Eaux et Forêts depuis 1907 et repris depuis 1983 par le LGGE sont indiqués sur la figure n°1:

- le profil SS' ou profil 40-40b
- le profil supérieur ou profil 30-30b
- le profil inférieur ou profil 25-25b

De 1983 à 1993, ces profils étaient relevés à partir de stations topographiques en rive droite. Depuis 1994, des piliers ont été installés en rive gauche du glacier pour des raisons de commodité et de stabilité (piliers 40b, 30b, et 25 b, sur la figure n°1).

En 2003, le réseau de triangulation a été totalement revu à l'aide de récepteurs géodésiques GPS, par la méthode différentielle. En premier lieu, les stations 106 (sommet de la moraine) et 225 (extrémité du profil inférieur) ont été rattachées au réseau REGAL (réseau permanent de stations GPS dans les Alpes, géré par l'Observatoire des Sciences de l'Univers). La station permanente la plus proche est localisée à Modane. Ainsi, nous avons déterminé avec une précision centimétrique les coordonnées de ces stations dans le système IGN national Lambert III. Ces coordonnées indiquent des écarts de 20 à 80 cm en planimétrie avec les coordonnées antérieures. Ces différences ont deux causes : d'abord la méthode de triangulation entreprise en 1989 par des moyens topographiques classiques ne permettaient pas d'espérer un positionnement absolu meilleur que 30 cm dans le système Lambert. En effet, la triangulation avait été effectuée du sommet de Pecllet (repère géodésique IGN) en visant d'autres repères géodésiques (Dent Parrachée, Chanrossa) non matérialisé préalablement. Les angles de référence (gisements) ont donc été déterminés avec une incertitude de quelques milligrades. La deuxième cause de l'imprécision de l'ancienne triangulation dans le système Lambert provient de l'instabilité des stations topographiques en rive droite. Nous avons notamment relevé des déplacements de plusieurs cm par an des stations 30 et 40. Etant donné que les opérations de triangulation se sont déroulées sur plusieurs années, ces déplacements ont directement altéré la précision du réseau de triangulation, et en particulier lors du transfert des stations topographiques en rive gauche.

Néanmoins, ces imprécisions sur les coordonnées antérieures n'ont pas entaché la précision des mesures relatives par rapport aux stations de référence. Le problème de stabilité des stations sur les moraines de la rive droite ont été résolus lorsque nous avons déplacé, en 1994, toutes les stations en rive gauche (piliers 40b, 30b, et 25b). Seules les coordonnées absolues (par rapport au système national) sont entachées d'incertitude. Le nouveau réseau géodésique de 2003 autour du glacier de Gébroulaz répond à deux critères :

- il est désormais rattaché avec une précision centimétrique au réseau IGN Lambert III. Cela présente l'avantage de travailler directement dans le système WGS84 (système international utilisé pour les récepteurs GPS) en appliquant seulement une transformation standard entre le système WGS84 et la projection Lambert.

- nous avons voulu conserver un système altimétrique le plus proche possible du réseau antérieur afin d'assurer la comparaison des travaux topographiques futurs avec les travaux antérieurs, et notamment les travaux photogrammétriques de 1986. Nous avons donc choisi un système qui minimise les écarts altimétriques obtenus.

Finalement, le réseau planimétrique est celui de la projection Lambert III, et le réseau altimétrique est local (avec un écart d'environ 50 cm au réseau de nivellement NGF). Toutes les coordonnées des balises implantées en 2001 ont été recalculées (2001 à 2003) dans le nouveau système. Les coordonnées des pierres mises en place en 2002 sur les profils transversaux (SS' et supérieur) ont également été recalculées. Les valeurs de vitesses ne sont donc pas affectées par ce changement de système de coordonnées. Seules les altitudes des profils transversaux sont affectées (<30 cm). Les incidences sur la comparaison avec les travaux photogrammétriques de 1986 sont quasiment négligeables étant donnée la précision de la restitution photogrammétrique (écart type de 50 cm). Enfin, pour la comparaison des altitudes obtenues sur les profils avec celles des Eaux et Forêts mesurées entre 1906 et 1965, nous rappelons qu'il est nécessaire de faire les translations altimétriques suivantes :

- nous devons retrancher 11.65 m pour obtenir l'altitude des Eaux et Forêts au profil inférieur.
- nous devons retrancher 11.30 m pour obtenir l'altitude des Eaux et Forêts au profil supérieur.
- nous devons ajouter 4.73 m pour obtenir l'altitude des Eaux et Forêts au profil SS'.

## ANNEXE X: Bilans et vitesses mesurées à partir des balises

Balises d'accumulation de 2005

point	date	x	y	z	haut. enf.	neige	dens. neig	bilan equiv.	vites hor.	vites pente
		m	m	m	m	m		!eau	m/an	m/an
104	9.10.4	937160.00	340510.00	3130.00	0.01	0.00	0.00			
								1.15	0.0	0.0
105	28.4.5	0.00	0.00	0.00	2.75	2.75	0.42			
								-1.15	0.0	0.0
105	9.8.5	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.50			
								-0.48	0.0	0.0
105	20.9.5	0.00	0.00	0.00	-0.80	-0.80	0.60			
304	9.10.4	937580.00	339780.00	3390.00	0.01	0.00	0.00			
								1.82	0.0	0.0
305	28.4.5	0.00	0.00	0.00	4.35	4.35	0.42			
								-0.73	0.0	0.0
305	9.8.5	0.00	0.00	0.00	2.20	2.20	0.50			
								-0.07	0.0	0.0
305	20.9.5	0.00	0.00	0.00	1.87	1.87	0.55			
404	9.10.4	937370.00	340310.00	3200.00	0.01	0.00	0.00			
								1.61	0.0	0.0
405	28.4.5	0.00	0.00	0.00	3.86	3.86	0.42			
504	9.10.4	936910.00	340890.00	3005.00	0.01	0.00	0.00			
								0.86	0.0	0.0
505	28.4.5	0.00	0.00	0.00	2.06	2.06	0.42			
604	9.10.4	936846.00	340600.00	3070.00	0.01	0.00	0.00			
								1.40	0.0	0.0
605	28.4.5	0.00	0.00	0.00	3.35	3.35	0.42			
								-1.23	0.0	0.0
605	9.8.5	0.00	0.00	0.00	0.36	0.36	0.50			
								-0.66	0.0	0.0
605	20.9.5	0.00	0.00	0.00	-0.53	0.00	0.00			
1104	9.10.4	936860.00	339630.00	3425.00	0.01	0.00	0.00			
								2.43	0.0	0.0
1105	28.4.5	0.00	0.00	0.00	5.80	5.80	0.42			
								-0.51	0.0	0.0
1105	9.8.5	0.00	0.00	0.00	3.85	3.85	0.50			

Nota: la hauteur enfouie est totale: glace+neige

## Balises de 2004

point	date	x	y	z	haut.	neige	dens	bilan	vites	vites
		m	m	m	m	m	neig	equiv.	hor.	pente
							!eau	!m/an	!m/an	!
104	17. 8. 4	936544.26	341370.30	2887.56	9.80	0.00	0.00			
								-0.81	0.0	0.0
104	9.10. 4	0.00	0.00	0.00	8.90	0.00	0.00			
								1.09	0.0	0.0
105	28. 4. 5	0.00	0.00	0.00	11.50	2.60	0.42			
								-2.13	24.8	25.2
105	9. 8. 5	936530.22	341390.17	2882.18	7.75	0.00	0.00			
								-0.94	0.0	0.0
105	20. 9. 5	0.00	0.00	0.00	6.70	0.00	0.00			
204	17. 8. 4	936598.45	341459.71	2889.05	9.95	0.00	0.00			
								-0.67	0.0	0.0
204	9.10. 4	0.00	0.00	0.00	9.20	0.00	0.00			
								0.73	0.0	0.0
205	28. 4. 5	0.00	0.00	0.00	10.93	1.73	0.42			
								-2.75	27.1	27.6
205	9. 8. 5	936584.49	341482.31	2881.65	6.95	0.00	0.00			
304	17. 8. 4	936676.75	341551.55	2880.77	9.90	0.00	0.00			
								-0.72	0.0	0.0
304	9.10. 4	0.00	0.00	0.00	9.10	0.00	0.00			
								0.76	0.0	0.0
305	28. 4. 5	0.00	0.00	0.00	10.90	1.80	0.42			
								-2.29	24.2	25.0
305	9. 8. 5	936666.98	341573.21	2873.20	7.40	0.00	0.00			
								-0.72	0.0	0.0
305	20. 9. 5	0.00	0.00	0.00	6.60	0.00	0.00			
404	17. 8. 4	936664.66	341673.21	2855.87	9.95	0.00	0.00			
								-0.72	0.0	0.0
404	9.10. 4	0.00	0.00	0.00	9.15	0.00	0.00			
								0.98	0.0	0.0
405	28. 4. 5	0.00	0.00	0.00	11.49	2.34	0.42			
								-2.51	18.8	19.0
405	9. 8. 5	936659.02	341690.75	2851.27	7.45	0.00	0.00			
								-0.85	0.0	0.0
405	20. 9. 5	0.00	0.00	0.00	6.50	0.00	0.00			
504	17. 8. 4	936561.69	341640.35	2853.57	9.95	0.00	0.00			
								-0.90	0.0	0.0
504	9.10. 4	0.00	0.00	0.00	8.95	0.00	0.00			
								1.01	0.0	0.0
505	28. 4. 5	0.00	0.00	0.00	11.35	2.40	0.42			
								-2.18	21.3	21.7
505	9. 8. 5	936553.40	341659.58	2848.34	7.65	0.00	0.00			

!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	-0.90!	0.0!	0.0!
!	505!	20. 9. 5!	0.00!	0.00!	0.00!	6.65!	0.00!	0.00!	!	!	!	!	!
!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!
-----													
!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!
!	604!	17. 8. 4!	936385.61!	341529.67!	2857.81!	9.45!	0.00!	0.00!	!	!	!	!	!
!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	-1.08!	0.0!	0.0!
!	604!	9.10. 4!	0.00!	0.00!	0.00!	8.25!	0.00!	0.00!	!	!	!	!	!
!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	0.82!	0.0!	0.0!
!	605!	28. 4. 5!	0.00!	0.00!	0.00!	10.20!	1.95!	0.42!	!	!	!	!	!
!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	-3.07!	15.4!	15.4!
!	605!	9. 8. 5!	936378.66!	341543.05!	2854.03!	5.75!	0.00!	0.00!	!	!	!	!	!
!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	-1.08!	0.0!	0.0!
!	605!	20. 9. 5!	0.00!	0.00!	0.00!	4.55!	0.00!	0.00!	!	!	!	!	!
!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!
-----													
!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!
!	704!	17. 8. 4!	936647.24!	341907.34!	2820.98!	10.00!	0.00!	0.00!	!	!	!	!	!
!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	-0.99!	0.0!	0.0!
!	704!	9.10. 4!	0.00!	0.00!	0.00!	8.90!	0.00!	0.00!	!	!	!	!	!
!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	1.07!	0.0!	0.0!
!	705!	28. 4. 5!	0.00!	0.00!	0.00!	11.45!	2.55!	0.42!	!	!	!	!	!
!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	-2.78!	10.8!	11.0!
!	705!	9. 8. 5!	936646.38!	341917.93!	2817.02!	7.00!	0.00!	0.00!	!	!	!	!	!
!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	-1.03!	0.0!	0.0!
!	705!	20. 9. 5!	0.00!	0.00!	0.00!	5.85!	0.00!	0.00!	!	!	!	!	!
!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!
-----													
!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!
!	804!	17. 8. 4!	936526.80!	341900.23!	2815.92!	10.00!	0.00!	0.00!	!	!	!	!	!
!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	-0.85!	0.0!	0.0!
!	804!	9.10. 4!	0.00!	0.00!	0.00!	9.05!	0.00!	0.00!	!	!	!	!	!
!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	1.07!	0.0!	0.0!
!	805!	28. 4. 5!	0.00!	0.00!	0.00!	11.60!	2.55!	0.42!	!	!	!	!	!
!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	-2.24!	13.3!	13.5!
!	805!	9. 8. 5!	936524.59!	341913.08!	2812.19!	7.75!	0.00!	0.00!	!	!	!	!	!
!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	-0.90!	0.0!	0.0!
!	805!	20. 9. 5!	0.00!	0.00!	0.00!	6.75!	0.00!	0.00!	!	!	!	!	!
!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!
-----													
!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!
!	904!	17. 8. 4!	936346.62!	341915.70!	2817.14!	10.00!	0.00!	0.00!	!	!	!	!	!
!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	-1.26!	0.0!	0.0!
!	904!	9.10. 4!	0.00!	0.00!	0.00!	8.60!	0.00!	0.00!	!	!	!	!	!
!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	1.03!	0.0!	0.0!
!	905!	28. 4. 5!	0.00!	0.00!	0.00!	11.05!	2.45!	0.42!	!	!	!	!	!
!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	-2.29!	13.6!	13.7!
!	905!	9. 8. 5!	936344.69!	341928.91!	2814.34!	7.20!	0.00!	0.00!	!	!	!	!	!
!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	-1.08!	0.0!	0.0!
!	905!	20. 9. 5!	0.00!	0.00!	0.00!	6.00!	0.00!	0.00!	!	!	!	!	!
!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!
-----													
!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!
!	1004!	17. 8. 4!	936231.54!	341894.65!	2811.78!	8.00!	0.00!	0.00!	!	!	!	!	!
!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	-1.21!	0.0!	0.0!
!	1004!	9.10. 4!	0.00!	0.00!	0.00!	6.65!	0.00!	0.00!	!	!	!	!	!
!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	1.13!	0.0!	0.0!
!	1005!	28. 4. 5!	0.00!	0.00!	0.00!	9.35!	2.70!	0.42!	!	!	!	!	!
!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	-2.71!	8.3!	8.3!
!	1005!	9. 8. 5!	936229.71!	341902.58!	2809.62!	4.90!	0.00!	0.00!	!	!	!	!	!
!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	-1.15!	0.0!	0.0!

!	1005!	20. 9. 5!	0.00!	0.00!	0.00!	3.62!	0.00!	0.00!	!	!	!
!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!
-----											
!	1104!	17. 8. 4!	936558.32!	342359.79!	2750.19!	11.90!	0.00!	0.00!	!	!	!
!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!
!	1104!	9.10. 4!	0.00!	0.00!	0.00!	10.65!	0.00!	0.00!	-1.12!	0.0!	0.0!
!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!
!	1105!	28. 4. 5!	0.00!	0.00!	0.00!	12.85!	2.20!	0.42!	0.92!	0.0!	0.0!
!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!
!	1105!	9. 8. 5!	936559.64!	342366.31!	2746.64!	8.80!	0.00!	0.00!	-2.59!	6.8!	7.0!
!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!
!	1105!	20. 9. 5!	0.00!	0.00!	0.00!	7.20!	0.00!	0.00!	-1.44!	0.0!	0.0!
!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!
-----											
!	1204!	17. 8. 4!	936465.06!	342376.95!	2752.93!	12.00!	0.00!	0.00!	!	!	!
!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!
!	1204!	9.10. 4!	0.00!	0.00!	0.00!	10.95!	0.00!	0.00!	-0.94!	0.0!	0.0!
!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!
!	1205!	28. 4. 5!	0.00!	0.00!	0.00!	13.25!	2.30!	0.42!	0.97!	0.0!	0.0!
!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!
!	1205!	9. 8. 5!	936465.40!	342383.83!	2750.69!	9.30!	0.00!	0.00!	-2.45!	7.0!	7.0!
!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!
!	1205!	20. 9. 5!	0.00!	0.00!	0.00!	8.00!	0.00!	0.00!	-1.17!	0.0!	0.0!
!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!
-----											
!	1304!	17. 8. 4!	936295.76!	342342.11!	2754.78!	11.95!	0.00!	0.00!	!	!	!
!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!
!	1304!	9.10. 4!	0.00!	0.00!	0.00!	10.50!	0.00!	0.00!	-1.30!	0.0!	0.0!
!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!
!	1305!	28. 4. 5!	0.00!	0.00!	0.00!	12.90!	2.40!	0.42!	1.01!	0.0!	0.0!
!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!
!	1305!	9. 8. 5!	936295.62!	342348.49!	2751.48!	8.60!	0.00!	0.00!	-2.72!	6.5!	6.7!
!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!
!	1305!	20. 9. 5!	0.00!	0.00!	0.00!	7.20!	0.00!	0.00!	-1.26!	0.0!	0.0!
!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!
-----											
!	1404!	17. 8. 4!	0.00!	0.00!	0.00!	10.75!	0.00!	0.00!	!	!	!
!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!
!	1404!	9.10. 4!	0.00!	0.00!	0.00!	9.20!	0.00!	0.00!	-1.39!	0.0!	0.0!
!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!
!	1405!	28. 4. 5!	0.00!	0.00!	0.00!	11.60!	2.40!	0.42!	1.01!	0.0!	0.0!
!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!
!	1405!	20. 9. 5!	0.00!	0.00!	0.00!	6.37!	0.00!	0.00!	-3.55!	0.0!	0.0!
!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!
-----											
!	1604!	17. 8. 4!	936340.10!	342652.03!	2731.11!	11.90!	0.00!	0.00!	!	!	!
!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!
!	1604!	9.10. 4!	0.00!	0.00!	0.00!	10.70!	0.00!	0.00!	-1.08!	0.0!	0.0!
!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!
!	1605!	9. 8. 5!	936339.24!	342657.43!	2727.92!	8.80!	0.00!	0.00!	-1.71!	5.6!	5.6!
!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!
!	1605!	20. 9. 5!	0.00!	0.00!	0.00!	7.50!	0.00!	0.00!	-1.17!	0.0!	0.0!
!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!
-----											
!	1704!	17. 8. 4!	936420.02!	342673.17!	2729.30!	11.75!	0.00!	0.00!	!	!	!



