

FRANÇOIS VALLA (*)

BILAN DU GLACIER DE SARENNES (MASSIF DES GRANDES ROUSSES, FRANCE) SAISON 1989-90, 42ème CYCLE

Abstract: VALLA F., *Mass balance of the Glacier of Sarennes (Massif des Grandes Rousses, France). Season 1989-90, 42th cycle.* (IT ISSN 0391, 9838, 1992).

Glaciological survey was carried out for the 42th consecutive year on the Glacier of Sarennes (Massif of Grandes Rousses), near the station of the Alpe d'Huez (France). As for the previous years, glaciological measurement was established from June to October, allowing to following the evolution of the glacier.

KEY WORDS: Glacier, Mass Balance, Sarennes, French Alps.

Riassunto: VALLA F., *Bilancio di massa del Ghiacciaio di Sarennes (Massiccio di Grandes Rousses, Francia). Stagione 1989-90, 42° ciclo.* (IT ISSN 0391-9838, 1992).

Per il quarantaduesimo, anno consecutivo sono stati eseguiti rilievi glaciologici sul Ghiacciaio di Sarennes, nel Massiccio di Grandes Rousses, presso la stazione dell'Alpe di Huez (Francia). Come ogni anno, le misure sono state effettuate da Giugno a Ottobre ed hanno permesso di seguire l'evoluzione del ghiacciaio.

TERMINI CHIAVE: Ghiacciaio, Bilancio di massa, Sarennes, Alpi Francesi.

Résumé: VALLA F., *Bilan du Glacier de Sarennes (Massif des Grandes Rousses, France). Saison 1989-90, 42ème cycle.* (IT ISSN 0391-9838, 1992).

Pour la quarante deuxième année consécutive, observations et relevés on été réalisés sur le glacier de Sarennes, dans le Massif des Grandes Rousses, près de la station de l'Alpe d'Huez, France. Comme chaque année, les mesures se sont étagées de juin à octobre, permettant de suivre l'évolution du glacier.

MOTS-CLÉS: Glacier, Bilan, Sarennes, Alpes françaises.

Sarennes fait partie maintenant de la liste des B.V.R.E., Bassins Versants Représentatifs Expérimentaux. Le glacier est passé aux informations naturelles mi-août sur Antenne 2. Les travaux du seuil de mesure situé sur le torrent de la Sarennes ont débutés en été 90 et se poursuivront l'été 91.

Avant de présenter les résultats des mesures glaciologiques, nous allons examiner les données météorologiques de la station de Grenoble-Saint-Martin d'Hères qui nous sert de référence depuis le début de cette étude.

(*) C.E.M.A.G.R.E.F., 2, rue de la Papetier, B.P. 76 - 38042 St. Martin d'Hères Cedex, France.

Comunicazione presentata al VI Convegno Glaciologico Italiano, Gressoney, 26-28 Settembre 1991 (Communication presented at the 6th Italian Glaciological Meeting, Gressoney, 26-28 September, 1991).

DONNEES CLIMATIQUES

Pour la troisième année consécutive, les températures (fig. 1) ont été anormalement chaudes. Le cycle d'octobre 1989 à septembre 1990 est même le plus chaud des 40 dernières années, avec 12,6° de moyenne, soit 1,3° au dessus de la température moyenne pour la période considérée. Depuis fin 87, nous avons affaire à une succession d'années chaudes avec 12,59° pour 87-88, 12,38° pour 88-89 et 12,62° pour 89-90.

Les précipitations (fig. 1), quant à elles, sont largement déficitaires comme l'année précédente (768 mm d'eau sur les 12 mois, et 681 mm pour 88-89; la moyenne des 40 dernières années étant à 987 mm).

Tout comme le cycle précédent, on peut sommairement qualifier l'année hydrologique 1989-1990 d'année chaude et sèche, et c'est bien l'impression qu'a laissé cette période de deux ans dans l'esprit des gens.

Nous allons examiner les mois les plus significatifs, en dissociant la période d'accumulation de la période l'ablation. Les figures suivantes nous présentent et visualisent les variables météorologiques Température et Précipitations mensuelles prises à Grenoble-St Martin d'Hères correspondant à ce 42ème cycle.

b) LA PERIODE D'ACCUMULATION (Octobre 1989 - Mai 1990)

— un automne (Octobre, Novembre et Décembre) sec et légèrement chaud avec 96 mm d'eau pour 258 mm de précipitations habituelles (déficit de 63%) et des températures globalement supérieures de 1° à la normale saisonnière (+ 0,9° en octobre, - 0,1° en Novembre et + 1,3° en Décembre).

Le glacier de Sarennes a principalement souffert du déficit en précipitations en ce début de saison hivernale.

— après un mois de janvier sec (31 mm d'eau pour 84 de normale et 2,1° pour 1,9°);

— d'exceptionnelles précipitations en février par des températures anormalement chaudes pour la saison. Des records de précipitations ont été enregistrés dans les Alpes (204 mm à pour 82 de normale, soit un excédent de 149% la température état de printanière avec 8,1° au lieu de 3,9°, soit 4,2° au dessus de la moyenne ce qui est tout à fait

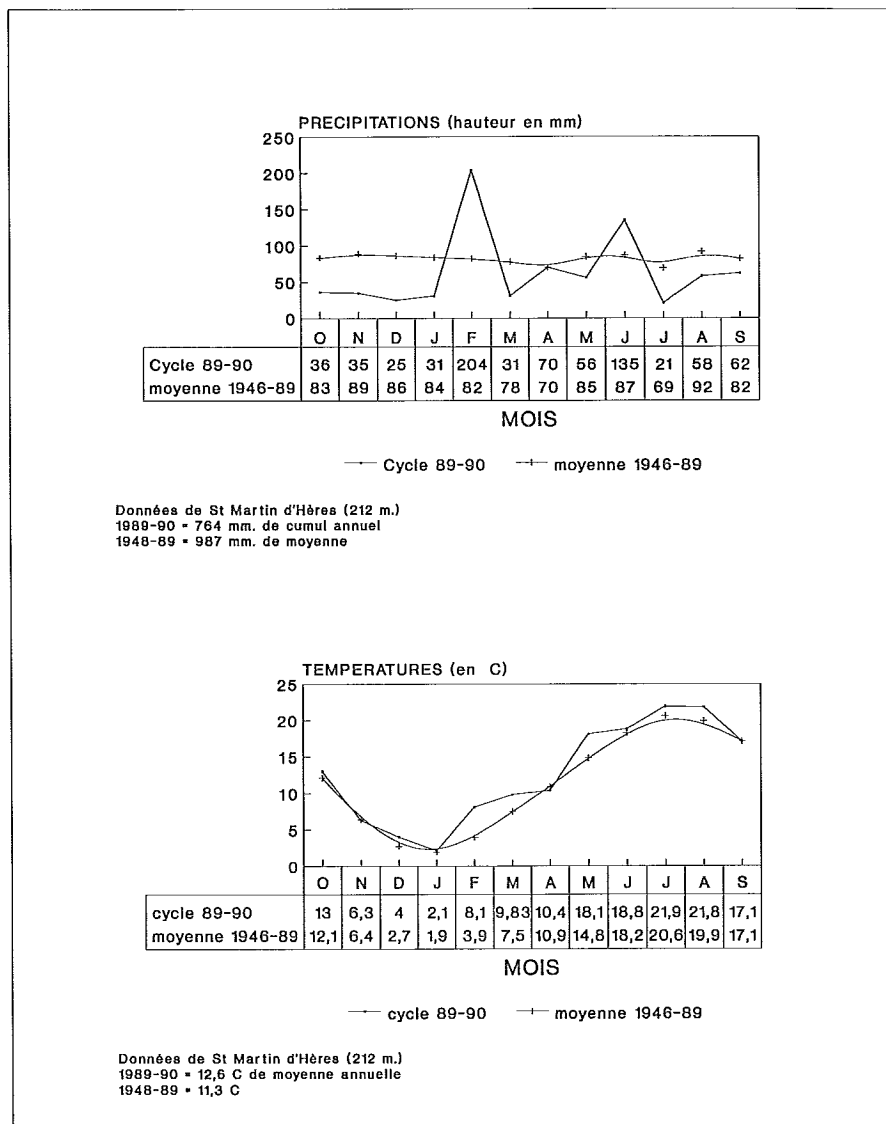


FIG. 1 - Précipitations et températures moyennes mensuelles (1989-90).

FIG. 1 - Mean monthly precipitation and temperature (1989-90).

considérable). En altitude, ces grosses précipitations se sont traduites par des chutes de neige de plusieurs mètres, provoquant pendant les vacances de Mardi-Gras l'application du plan ORSEC dans la Vallée de la Tarentaise. Malgré quelques avalanches exceptionnelles, peu de victimes et de dégâts.

À Sarennes, une bonne partie du stock neigeux s'est constitué pendant ce mois (sans doute de 40% à 45%).

— un hiver et début de printemps spécialement chaud, (+ 1,3° en décembre, + 0,2° en janvier, + 4,2° en février, + 2,3° en mars);

— une fin de saison en avril et mai moyennement arrosée (70 + 56 mm pour 85 + 87 mm habituels) mais très chaude en mai (18,1° au lieu de 14,8°, soit 3,3° de plus);

— un cumul des précipitations faible, avec 488 mm d'eau pour une normale de 657 mm, soit un déficit de 169 mm représentant 26%. A titre comparatif, en 87-88 le cumul se montait à 841 mm.

b) LA PERIODE D'ABLATION (Juin 90 - Septembre 90)

Elle se caractérise par:

— un mois de juin très arrosé qui a prolongé la période d'accumulation (135 mm d'eau au lieu de 85 mm soit 59% d'excédent);

— des températures plus élevées que la normale, pendant toute la saison estivale, avec des mois de juillet et d'août très actifs, comme les trois saisons précédentes (+ 0,6° pour Juin, + 1,3° en Juillet, + 1,9° en Août, 0° en Septembre). C'est la quatrième année successive où les températures sont décalées en été de 1° en moyenne;

— des précipitations faibles en Juillet; Août et Septembre (21 + 58 + 62 = 141 mm pour une somme habituelle de 243 mm, soit un déficit de 102 mm représentant 42%).

L'étude des données climatologiques de la station Grenoble-Saint Martin d'Hères permettent de présager d'une accumulation faible et d'une ablation très forte, prin-

TABLEAU 1 - Marche de l'ablation.
TABLE 1 - Course of the ablation.

date de la reconnaissance	Accumulation (neige)	Période	Ablation	Vitesse ablation	Bilan à la date
5 juin 90	1,58 m E _{qe}				1,58 m E _{qe}
4 juillet 90	1,03	28 jours	0,55 m E _{qe}	1,96 cm/jour	1,03
26 juillet 90	0,29	22	0,74	3,36	0,29
10 août 90	0	15	0,63	4,2	-0,34
30 août 90		20	0,88	4,4	-1,22
26 septembre		27	0,76	2,8	-1,98
23 octobre 90		27	0,16	0,6	-2,14

m.E_{qe} = mètre d'équivalent en eau

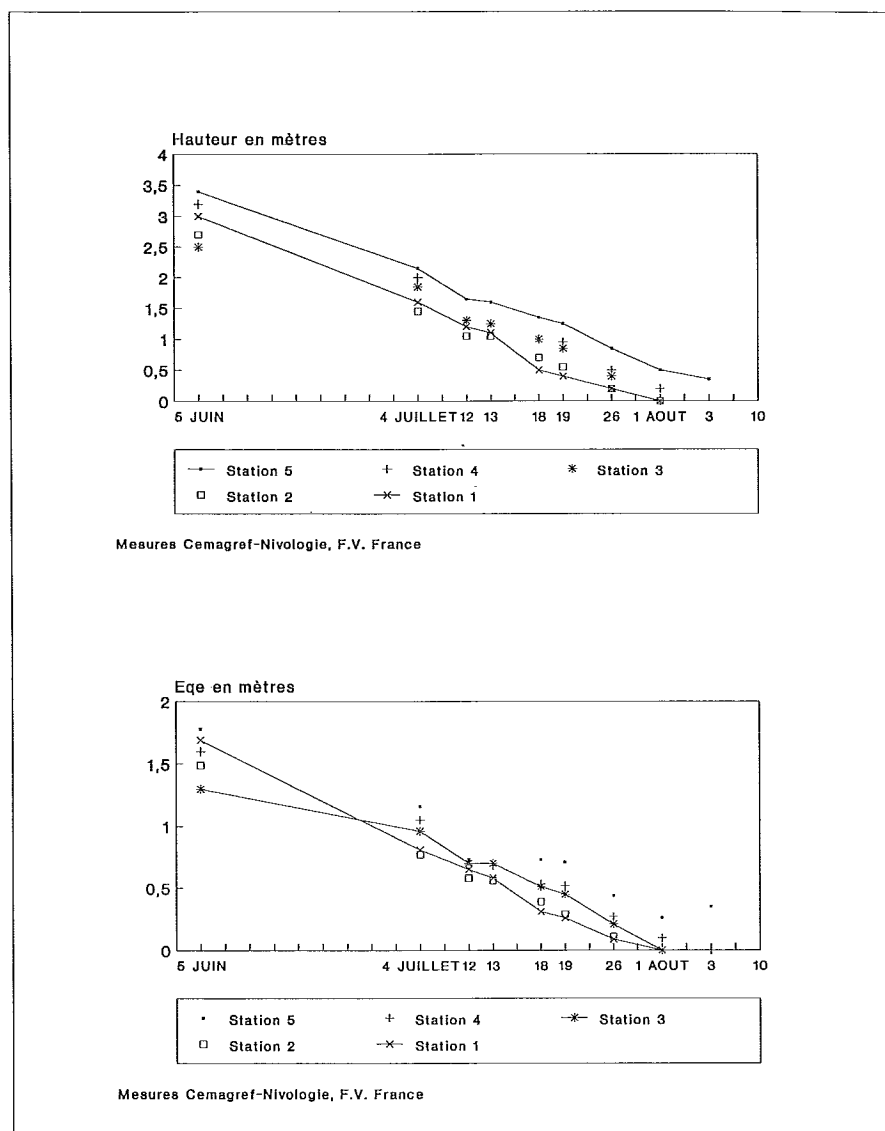


FIG. 2 - Hauteur de neige et equivalent en eau aux 5 stations (1989-90).

FIG. 2 - Snow thickness and water equivalent at 5 stations (1989-90).

cipalement au cours des mois de juillet et août. On peut donc s'attendre à un bilan très négatif et un régime élevé.

LA CAMPAGNE DE MESURES

La campagne de mesure 1989-1990 s'est échelonnée du 5 juin au 23 octobre. Le nombre de reconnaissances (tab. 1) a été de 15, avec un suivi plus régulier pendant les mois de juillet et août. Une partie des relevés a été réa-

lisée par Stéphane Ruby au cours d'un stage d'été sur le glacier. L'équipe s'est trouvée épaulée par Thierry Vassail qui s'est chargé de l'étude d'un projet de seuil sur le torrent de la Sarennes.

Il faut signaler que la mesure de l'accumulation, pour la station 5, a été corrigée. En effet, d'importantes quantités de neige ont été enlevées pour surélever le profil du télési. C'est une lame d'eau de 20 cm qui a dû être ajoutée à la mesure déficitaire.

La tab. 1 présente sept mesures réalisées aux dates sui-

TABLEAU 2 - Caractéristique du 42^e cycle 1989-90 (en million de m³/km²).

TABLE 2 - Feature of the 42th cycle 1989-90 (millions of m³/km²).

	Valeur	Rang	Moyenne	Ecart type	Ecart/moyenne
Accumulation	1,58	23 ^o	1,63	0,56	- 0,05
Ablation	3,72	2 ^o	2,26	0,79	1,46
Bilan	- 2,14	3 ^o plus bas	- 0,63	0,91	- 1,51
Régime	5,30	5 ^o	3,88	1,02	1,42

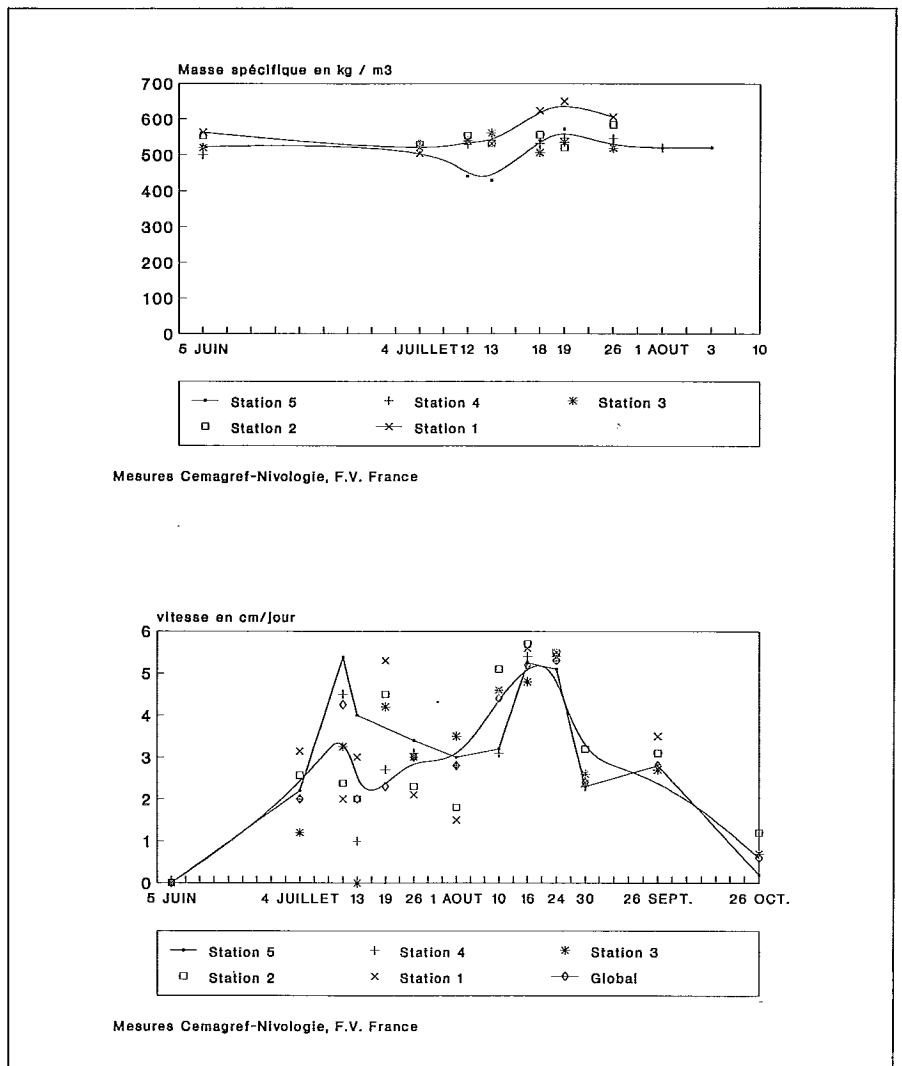


FIG. 3 - Densité de neige et vitesse d'ablation aux 5 stations (1989-90).

FIG. 3 - Snow density and ablation at 5 stations (1989-90).

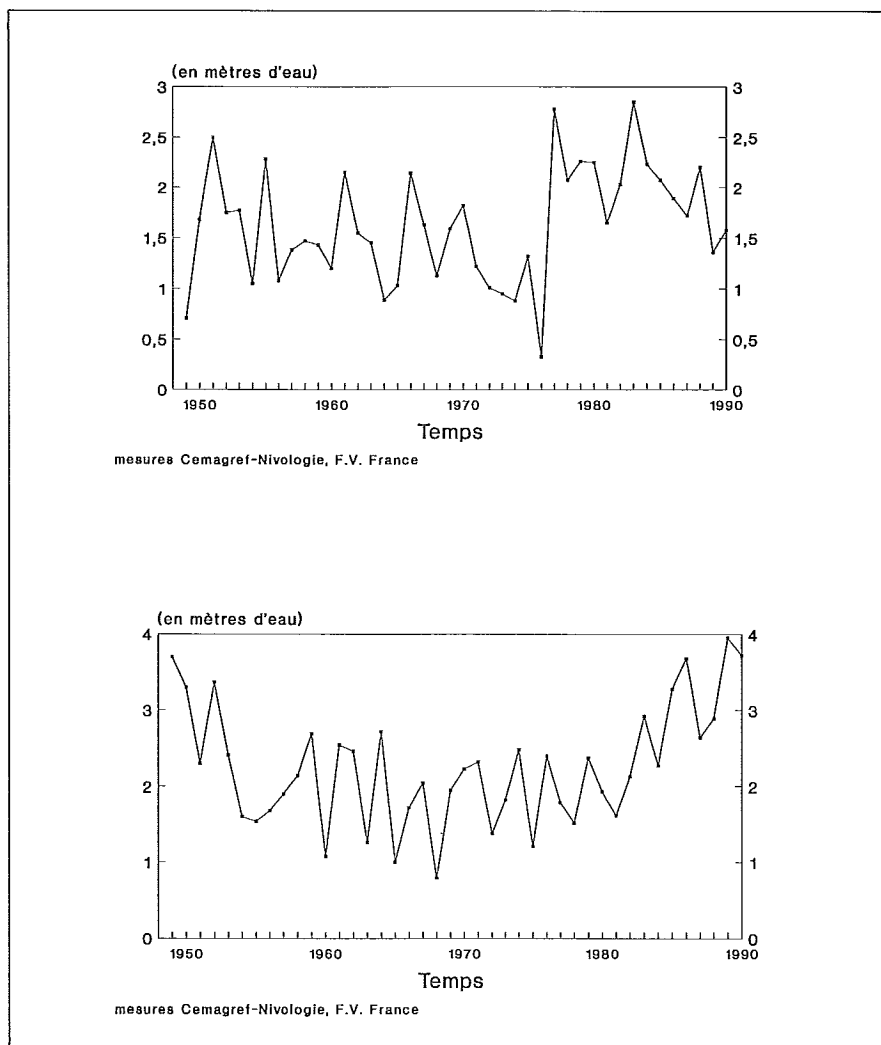


FIG. 4 - Accumulation et ablation (1948-90).
 FIG. 4 - Accumulation and ablation (1948-90).

vantes: 5 Juin (mesure de l'accumulation), 4 Juillet, 26 Juillet (apparition de la glace), 10 Août (le glacier est entièrement en glace), 30 Août, 26 Septembre et 23 Octobre (la fin de l'ablation se situe début octobre).

Le 10 Août, nous avons procédé à la mise en place d'une nouvelle série de balises d'ablation avec l'aide de Louis Reynaud du Laboratoire de Glaciologie de Grenoble.

La fig. 2 visualise, pour chacune des cinq stations ainsi que pour le glacier les valeurs relevées au cours des visites de terrain. On remarque que l'ablation a été forte et continue pendant tout l'été, avec une pointe en août et des valeurs plus modérées en juin et septembre.

CARACTERISTIQUES DU 42ème CYCLE 1989-1990

Les valeurs caractéristiques de cette 42ème année d'observation sont présentées par la tab. 2. Comme les années précédentes, nous sommes frappés par l'ampleur de l'ablation, du bilan et du régime.

Voici le détail de ces résultats.

— L'accumulation mesurée le 5 Juin est de 1,58 m d'eau. Cette valeur est très proche de la valeur moyenne (1,63 m) et occupe le 23^o rang sur les 42 cycles mesurés. L'écart type est de 0,56. Comme l'année précédente, 89-90 est une année à faibles précipitations, en fort contraste avec la série 1976-1988 qui présente, pendant douze saisons, des précipitations largement supérieures à la moyenne (2,17 mètres de valeur en eau).

— L'ablation a été très forte avec une valeur de 3,72 mètres de valeur en eau. Ce cycle occupe la 2^o place, après l'an dernier (3,95 m) et juste devant la mémorable année 1949. L'écart par rapport à la moyenne (2,26 m) est de 1,46 m et l'écart type atteint 0,79. Depuis 1982 on note des étés très actifs avec des ablations largement supérieures à 2 mètres. Cette série de 9 années présente une valeur moyenne de 3,05 m et est unique dans l'histoire des 40 dernières années de Sarennes. Vraisemblablement, la décennie 40-50 présente des caractéristiques similaires.

— Le bilan (accumulation - ablation) est fortement

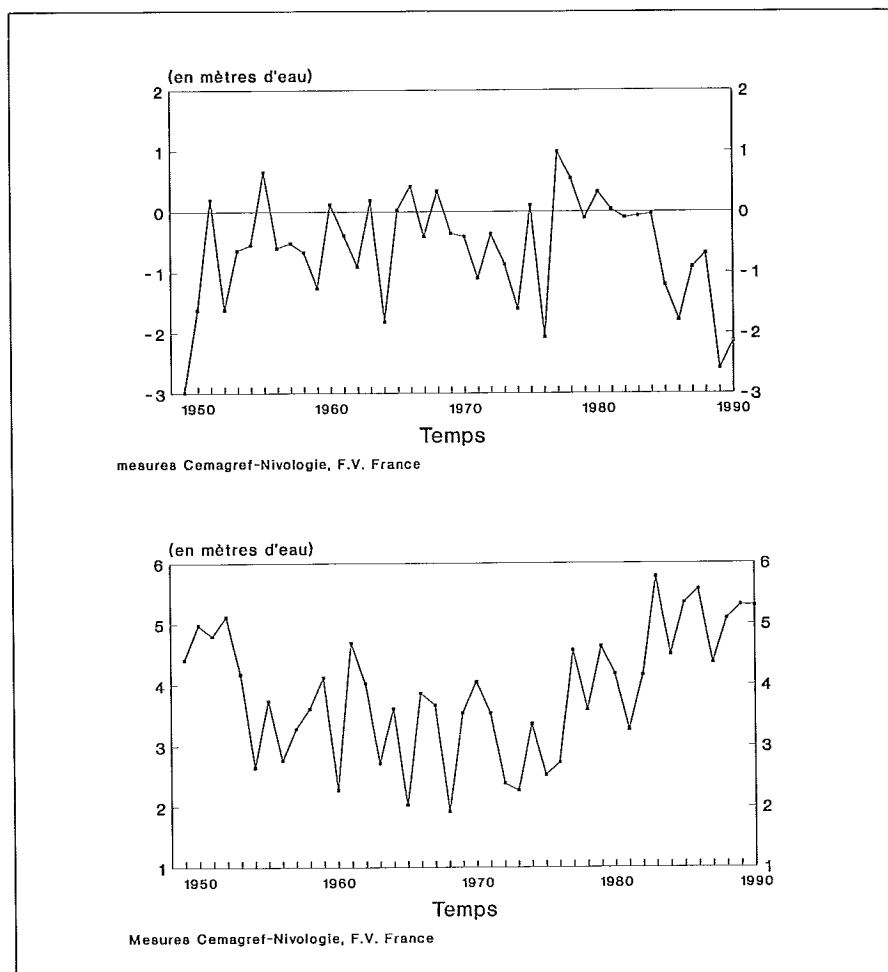


FIG. 5 - Bilan et regime (1948-90).
 FIG. 5 - Balance and regime (1948-90).

négalif avec $-2,14$ m d'eau ce qui place le 42^e cycle au troisième rang des bilans négatifs. Il dépasse de $1,51$ m la moyenne des bilans qui est depuis longtemps aux alentours du demi-mètre ($-0,63$ m). Le glacier a donc perdu près de $2,40$ mètres de glace. Avec l'été précédent (bilan à $-2,59$ m soit $-2,88$ m de glace), Sarennes «a pris un sérieux coup de vieux» et présente spécialement dans sa partie basse une configuration méconnaissable. C'est depuis l'été 1985 que les bilans sont largement en dessous de la valeur moyenne et en six ans, le niveau de glace s'est abaissé de plus de 10 mètres (10,38). Ceci représente près de 20 années dites normales...

Enfin, l'écart type est de $0,92$.

— Le régime (accumulation + ablation) est aussi très fort avec une valeur de $5,30$ m. C'est le 5^e plus fort régime depuis le début des mesures, 4 des valeurs appartenant à la décennie 80-90 (82-83, 84-85, 85-86 et 88-89), la 5^e étant l'année 51-52. L'écart par rapport à la moyenne ($3,88$ m) est de $1,42$ m et l'écart type de $1,02$.

Les figg. 3 et 4 donnent pour chacune des cinq stations de mesure du glacier de Sarennes, l'évolution des hauteurs de neige et des équivalents en eau (fig. 3), des densités et des vitesses d'ablation (fig. 4). Le tab. 3 présente

l'ensemble des valeurs caractéristiques des 42 cycles mesurés depuis 1948. Les figg. 5 et 6 montrent l'évolution de l'accumulation, de l'ablation du bilan et du régime depuis 1948. Enfin, la fig. 7 synthétise l'ensemble des mesures depuis 1948 et présente l'évolution du bilan cumulé du glacier depuis le début des mesures. Etant donné l'absence de mouvement du glacier, on peut dire que le courbe de la figure 16 représente correctement l'évolution du niveau du glacier. On note depuis 1985 une vigoureuse baisse du niveau du glacier. On note depuis 1985 une vigoureuse baisse du niveau contrastant avec la période de bilan nul 1976-84. Notons aussi que le glacier fond plus au niveau des stations 3, 4 et 5, ce qui a été manifeste ces dernières années, avec un recul net du front.

CONCLUSION

Comme pour le cycle précédent, nous avons une saison à faible enneigement (par rapport aux années 1976-88) et à forte ablation. D'où un bilan lourdement négatif et un régime record.

Pour la troisième année consécutive, nous observons

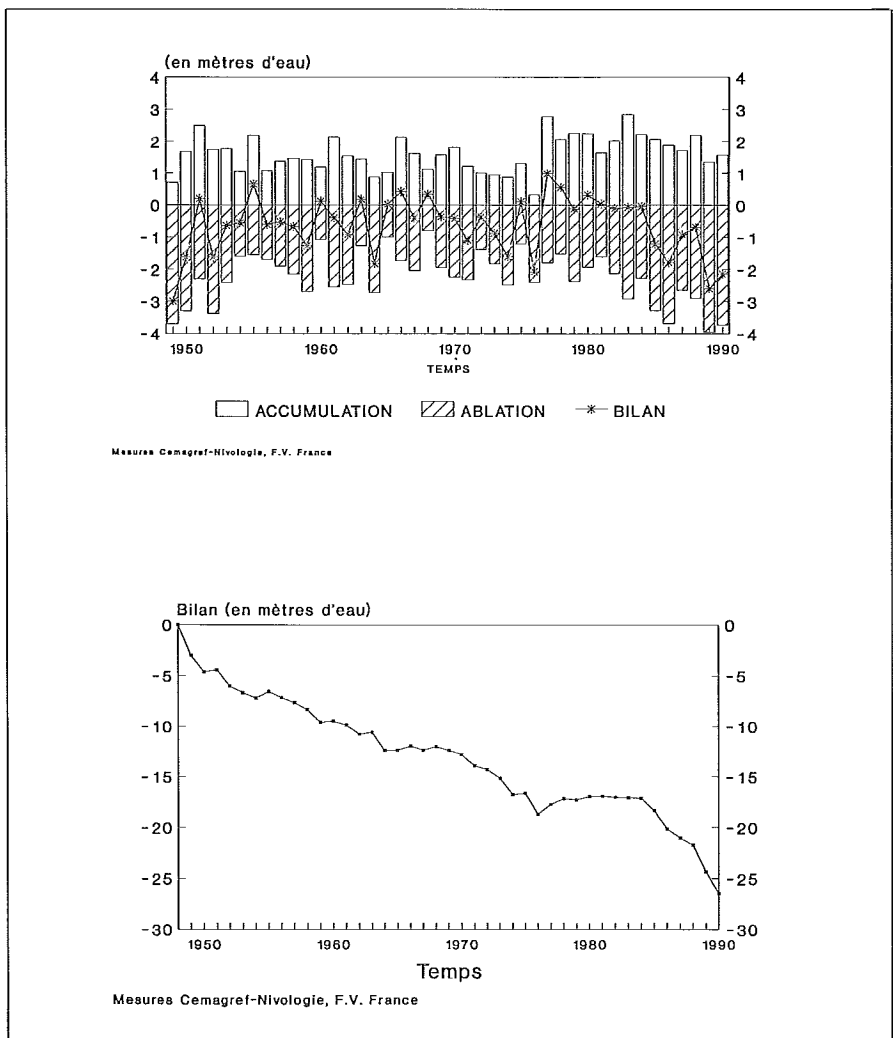


FIG. 6 - Accumulation-ablation-bilan et bilan cumule (1948-90).

FIG. 6 - Accumulation-ablation-balance and cumulative balance (1948-90).

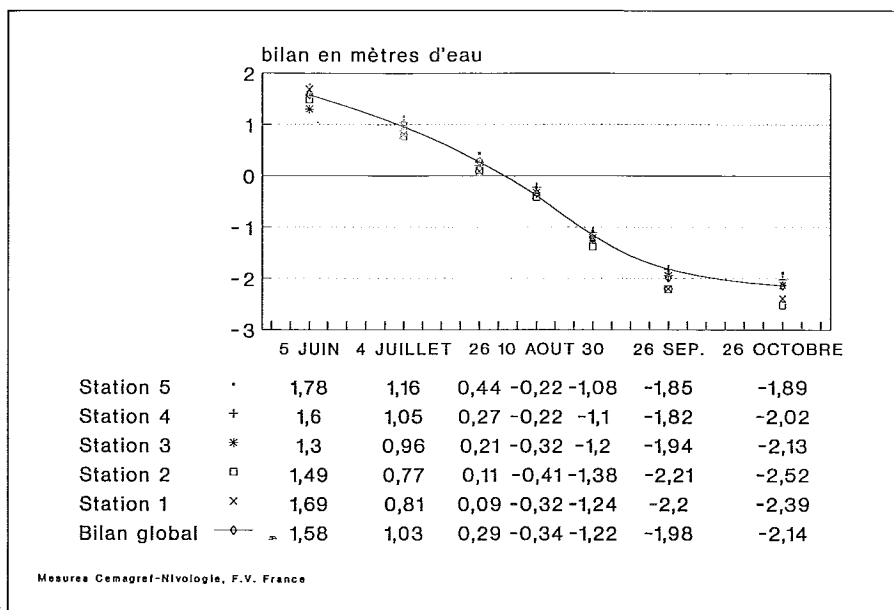


FIG. 7 - Marche de l'ablation (1989-90).

FIG. 7 - Ablation (1989-90).

TABLEAU 3 - Caractéristique des 42 cycles 1948-90 (en million de m/km² w.e.).TABLE 3 - Feature of the 42th cycle 1989-90 (million of m/km² w.e.).

cycle	année	accumulation	ablation	bilan	régime
1	1948-49	0.71	3.70	-2.99	4.41
2	49-50	1.68	3.30	-1.62	4.98
3	1950-51	2.50	2.30	+0.20	4.80
4	51-52	1.75	3.37	-1.62	5.12
5	52-53	1.77	2.41	-0.64	4.18
6	53-54	1.05	1.60	-0.55	2.65
7	54-55	2.20	1.54	+0.66	3.74
8	55-56	1.08	1.68	-0.60	2.76
9	56-57	1.38	1.90	-0.52	3.28
10	57-58	1.47	2.14	-0.67	3.61
11	58-59	1.43	2.69	-1.26	4.12
12	59-60	1.20	1.08	+0.12	2.28
13	1960-61	2.15	2.54	-0.39	4.69
14	61-62	1.55	2.46	-0.91	4.01
15	62-63	1.45	1.26	+0.19	2.71
16	63-64	0.89	2.72	-1.83	3.61
17	64-65	1.03	1.00	+0.03	2.03
18	65-66	2.14	1.72	+0.42	3.86
19	66-67	1.63	2.04	-0.41	3.67
20	67-68	1.13	0.79	+0.34	1.92
21	68-69	1.59	1.95	-0.36	3.54
22	69-70	1.82	2.23	-0.41	4.05
23	1970-71	1.22	2.32	-1.10	3.54
24	71-72	1.01	1.38	-0.37	2.39
25	72-73	0.95	1.82	-0.87	2.77
26	73-74	0.88	2.48	-1.60	3.36
27	74-75	1.32	1.21	+0.11	2.53
28	75-76	0.33	2.40	-2.07	2.73
29	76-77	2.78	1.79	+0.99	4.57
30	77-78	2.07	1.52	+0.55	3.59
31	78-79	2.26	2.37	-0.11	4.63
32	79-80	2.25	1.93	+0.32	4.18
33	1980-81	1.65	1.61	+0.04	3.26
34	81-82	2.03	2.13	-0.10	4.16
35	82-83	2.85	2.92	-0.07	5.77
36	83-84	2.23	2.27	-0.04	4.50
37	84-85	2.07	3.28	-1.21	5.35
38	85-86	1.89	3.68	-1.79	5.57
39	86-87	1.72	2.64	-0.93	4.36
40	87-88	2.20	2.89	-0.69	5.09
41	88-89	1.36	3.95	-2.59	5.31
42	89-90	1.58	3.72	-2.14	5.30

un décalage des températures provoquant des hivers moins marqués et des étés très chauds.

Depuis 1982 les régimes sont supérieurs à 4 mètres et témoignent de l'augmentation de l'amplitude accumulation-

ablation que nous avons déjà noté les années précédentes.

Lorsque l'on regard les courbes d'évolution de l'accumulation, de l'ablation du bilan ou du régime, il semble que les valeurs s'organisent en «paquets» avec des points

singuliers. Citons pour l'accumulation, le «paquet» à faible valeur moyenne 1963-1975 suivi du pont singulier 1976, puis le «parquet» à forte valeur moyenne 1977-1988. Même chose pour le bilan avec les séries 1977-1984 puis 1885-1990. La courbe de l'ablation est une oscillation périodique (13 extrêmes en 42 ans) autour d'une courbe moyenne dont le minimum est aux alentours de 1970 et les maximums en 1950 et 1990 (sans doute une bizarrerie du hasard). Dans cette courbe aussi des valeurs groupées par «paquets» (1954-1958).

Les années précédentes nous avons noté une augmentation de la température sur presque tous les mois de l'année: dérive climatique réversible, effet de serre irréversible? La question semble encore d'actualité mais par

le passé, nous savons que des phénomènes semblables se sont déjà produits sans action humaine.

Tout comme les années précédentes, nous notons qu'en dépit du sursis assuré par la période faste 1977-84 (+ 1,73 m de bilan cumulé au lieu de - 4 m en moyenne pour la même période), et en dépit de l'extraordinaire série d'accumulation sur 12 ans (26 m de valeurs en eau au lieu de 19), le glacier est dans une phase de recul qui voit son front remonter inexorablement et son volume diminuer dramatiquement. L'abaissement du profil du glacier ne permet déjà plus l'exploitation des remontées mécaniques implantées sur Sarennes. Cet été 1991, une campagne de sondage sismique devrait permettre de connaître le profil du glacier et son épaisseur.