Chronologie d'un carottage de 20 m au col du Dôme (Massif du Mont Blanc)

Chronology of a core sample in the Col du Dôme (Mont Blanc massif)

J. Jouzel *, M. Legrand, J.F. Pinglot,
M. Pourchet, L. Reynaud

Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'environnement
CNRS, Saint Martin d'Hères

* Laboratoire de Géochimie Isotopique, DPC CEN SACLAY.

Un certain nombre de paramètres géochimiques, saisonniers ou accidentels sont enregistrés par les précipitations solides. Lorsque la température du site où se déposent ces précipitations est assez basse, les phénomènes de fusion et de percolation deviennent rares et la stratigraphie des couches de neige successives est préservée. Dans ces conditions, le décriptage de ces paramètres, sur un profil

vertical de névé, permet de remonter au calendrier des précipitations.

C'est ce que nous avons fait sur un carottage de 20 mètres de profondeur, prélevé en octobre 1980 au Col du Dôme (altitude 4 250 m) dont le massif du Mont-Blanc (forage P11 sur la carte ci-dessous).

Figure 1 — Variations en fonction de la profondeur en eau :
 — de la conductivité ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)
 — de la teneur en deutérium ($\delta\text{D} \text{‰}$ par rapport au S.M.O.W.)
 — de la teneur en tritium (unité tritium)
 — de la radioactivité bêta globale (dph.kg^{-1})
 Les flèches indiquent les limites de chaque année civile.

Pour ce site, la température à 19,5 m de profondeur, dans le trou de forage, était de $-12,4^{\circ}\text{C}$.

Les 20 m de carottes ont été découpés en 185 échantillons sur lesquels on a mesuré la teneur en deutérium, en tritium, la radioactivité bêta globale et la conductivité liquide. C'est l'ensemble de ces mesures qui, en se complétant, ont permis d'établir une chronologie détaillée du profil (fig. 1).

Les profondeurs en neige (x) ont été converties en profondeurs équivalentes en eau (z) au moyen de l'équation de densification, obtenue dans un site très voisin, qui s'écrit :

$$z = 7,6 \cdot 10^{-3} x^2 + 0,456 x$$

où z et x sont exprimés en mètres.

Stratigraphie géochimique

Etude de la teneur en deutérium

Les variations annuelles du deutérium dans les précipitations sont caractérisées par des valeurs élevées en été et des valeurs basses en hiver, elles sont fortement liées aux températures : pour Vienne (Autriche) le coefficient de corrélation entre les températures moyennes mensuelles et les teneurs moyennes mensuelles en deutérium est de 0,78 (I.A.E.A., 1981).

Pour l'ensemble des échantillons du Col du Dôme, la valeur isotopique moyenne en deutérium exprimée en ‰ par rapport à la valeur moyenne océanique (S.M.O.W.) est de 106,9 ‰ .

Certains pics saisonniers ne présentent pas de difficulté d'interprétation (étés 1970, 1971, 1975, 1978, hivers 1970,

1971, 1975); plusieurs sont dédoublés (été 1976, hivers 1976, 1977, 1978, 1979), d'autres ont pratiquement disparu ou sont confondus (été 1972, 1973).

Ces perturbations peuvent avoir plusieurs causes : la redistribution des précipitations par le vent est vraisemblablement très importante comme le laissent apparaître les variations spatiales de l'accumulation : 109 cm d'eau par an au Col du Dôme, 280 cm au Mt-Blanc (Jouzel *et al.*, 1977). Il peut également arriver, certaines années, qu'une saison soit oblitérée par l'absence de précipitation. L'origine des perturbations qui arrivent sur un massif peut également avoir un rôle, c'est ainsi que la teneur isotopique de la chute de neige du 18 janvier 1977 à l'Aiguille du Midi (alt. 3 840 m) était de $-181,1 \text{‰/S.M.O.W.}$, il s'agissait d'une influence anticyclonique éphémère dans des courants rapides du Nord-Ouest qui maintenaient un temps froid (Bravard, 1977). 9 jours plus tard, pour le même site, la teneur isotopique dans les précipitations passait à $-98,8 \text{‰/S.M.O.W.}$. Cette fois il s'agissait d'un régime perturbé, passagèrement très actif dans des courants chauds, généralement rapides d'Ouest-Sud-Ouest à Sud-Sud-Ouest.

Etude de la teneur en tritium

Le tritium a été principalement introduit dans l'atmosphère par les essais thermonucléaires atmosphériques. Les pics saisonniers, dûs aux échanges troposphère-stratosphère sont généralement observés entre mars et juin dans l'hémisphère Nord (Jouzel *et al.*, 1977).

De toutes nos mesures, le tritium est le seul élément qui nous fournit un moyen de datation absolu pour la séquence de temps couverte par notre carottage. Par analogie avec les mesures du tritium à Vienne (IAEA, 1981), l'absence de très grands pics nous permet d'affirmer que nos échantillons sont postérieurs aux grands essais thermonucléaires de 1963 et 1964. Presque toutes les années

restent repérables grâce aux variations saisonnières, la chronologie absolue est fournie par des années particulières à teneur en tritium plus forte : 1970, 1971, 1974 et 1975.

Les profondeurs correspondantes à chaque année civile ont été ajustées en recherchant la meilleure corrélation possible entre les bilans annuels de tritium dans nos carottes et dans les précipitations à Vienne (*tableau I*). Le coefficient de corrélation obtenu est de 0,93.

Tableau I — Comparaison entre les teneurs moyennes annuelles en tritium à Vienne et dans nos échantillons.			
Année	Teneur en tritium (T.U. au 06.1981)		Profondeur (cm d'eau)
	à Vienne	dans le carottage	
1979		13	109 à 126
1978	78	43	226 à 334
1977	75	61	334 à 474
1976	74	46	474 à 577
1975	100	102	577 à 682
1974	103	102	682 à 748
1973	74	68	748 à 881
1972	88	80	881 à 930
1971	139	133	930 à 1 058
1970	103	105	1 058 à 1 199
1969	112		

Etude de la radioactivité bêta globale

Au cours des 3 dernières décennies la radioactivité bêta globale est principalement due aux essais nucléaires. Mesurée quelques années après les explosions, les éléments majeurs sont le 137 Cs et le 90 Sr. Pour la période concernée par le carottage au Col du Dôme, la radioactivité bêta globale dans l'air ou dans les précipitations (Rapport EUR 7032, 1981) ne présente pas de pic très caractéristique. Par contre, les fluctuations saisonnières subsistent et sont généralement en phase avec les pics de tritium.

Etude de la conductivité

On a mesuré la conductivité liquide de chaque échantillon en utilisant la méthode dite des ajouts dosés de manière à s'affranchir du CO₂ atmosphérique (Legrand, 1980). Dans ces conditions la conductivité reflète le bilan ionique et on peut observer au Col du Dôme les variations saisonnières déjà mises en évidence dans les Alpes (Legrand, 1978). Ces pics sont en phase avec ceux du Tritium et de la radioactivité bêta globale.

Bilan des précipitations au Col du Dôme (période 1970-1980)

La mesure simultanée de 4 paramètres géochimiques différents nous a permis de définir une chronologie de notre carottage. Cette chronologie indique que nos mesures préliminaires (Pinglot et Pourchet, 1981) qui tenaient

compte uniquement de la radioactivité bêta globale étaient erronées; nous avons estimé que le bas du carottage correspondait à l'année 1963 alors qu'en fait il correspond à l'année 1970. Notre erreur provenait du fait que beaucoup de pics saisonniers sont dédoublés et que nous avions compté chacun d'entre eux comme représentant une année.

Maintenant que nous disposons d'une chronologie mieux établie, il est possible de comparer les bilans annuels des précipitations au Col du Dôme avec ceux d'autres glaciers, pour tester l'hypothèse d'homogénéité de fluctuation des bilans sur un même glacier et sur différents glaciers d'un même massif. Pour cela nous utilisons la formulation proposée par Lliboutry (1974) à propos du glacier de Saint-Sorlin, qui sépare le bilan de l'année t en un lieu j , b_{jt} , en trois termes :

α_j : caractéristique du lieu et indépendant du temps,

β_t : ne dépendant que de l'année et identique pour tout le glacier

et

ε_{jt} : un résidu aléatoire centré

$$b_{jt} = \alpha_j + \beta_t + \varepsilon_{jt}$$

Ce modèle linéaire statistique a été testé sur la zone d'ablation du glacier de Saint-Sorlin ainsi que le glacier tout entier (Vallon et Leiva, 1982) et étendu à la comparaison des différents glaciers des Alpes (Reynaud, 1977, 1980). Certes il a ainsi déjà été montré que les fluctuations du bilan relevé sur différents glaciers tels qu'Argentière, Mer de Glace étaient très comparables à celles mesurées sur Sarennes et Saint-Sorlin. Mais cela n'a encore été fait que pour des gammes d'altitudes très semblables et jamais pour des bilans recueillis à plus de 4 000 m, où pour de nombreuses raisons la variation interannuelle du bilan pourrait être très différente de celle obtenue à plus basse altitude.

«Malheureusement nous ne disposons pas pour la Mer de Glace d'une série de bilan continu recouvrant la période 1970-1979. C'est pourquoi nous avons utilisé celle du Glacier de Sarennes (F. Valla, 1983) qui présente l'intérêt supplémentaire de comporter aussi l'accumulation mesurée au début de la saison d'ablation (*Tableau III*).

Ces séries sont caractérisées par des variances très différentes. En effet l'écart-type du bilan au Col du Dôme ne vaut que 23 cm d'eau, valeur proche de celui des précipitations annuelles relevées à Chamonix : 19 cm d'eau, alors que sur Sarennes l'écart-type du bilan en vaut 74 et celui de l'accumulation 61,5.

La corrélation entre les bilans au Col du Dôme, tels qu'ils sont obtenus en se basant sur les paramètres géochimiques et ceux du glacier de Sarennes, ne vaut que 0,35, malgré une variation d'ensemble semblable. Les cumuls des variations centrées réduites sont portés sur la *figure 3* en même temps que ceux des précipitations annuelles relevées à Chamonix et l'accumulation du glacier de Sarennes. On constate qu'accumulation et bilan de Sarennes sont, sur cette période, très proches l'un de l'autre et que les précipitations de Chamonix montrent la même variation.

Par contre le bilan au Col du Dôme ne conduit que très grossièrement à la même variation sans présenter l'événement particulièrement marqué de 1976, qui se traduit par un déficit à la fois dans les précipitations et les bilans.

Tableau II — Mesures de températures dans le névé et dans l'air.

Site	Altitude (m)	Profondeur (m)	Température (°C)	Date des mesures	Références
P1	4 270	entre 10 et 18	— 14,2 à — 14,3	06.76	nos mesures
P6	4 270	entre 17 et 20	— 13,6 à — 13,7	06.74 et 06.76	" "
P8 (grand Plateau)	3 960	8,5	~ — 8	06.74	" "
P10 (Mt Blanc)	4 785	16	— 17,1	06.83	" "
P11 (Col du Dôme)	4 250	19,5	— 12,4	09.80	" "
Pelvoux	3 820	entre 10 et 13	0 à — 0,3	10.83	" "
Col du Dôme	4 250	entre 10 et 15	— 13,2 à — 12,8	1913	Vallot (1913)
Mt Rose	4 240	tunnel	— 13,3	1954	Fisher (1955)
Cosmique	3 540	15	0	1960	Lliboutry <i>et al.</i> (1976)
Col Gnifetti	4 450	20	— 14,3	1976	Oeschger <i>et al.</i> (1977)
Jungfrauch	3 470	?	— 1 à — 3	?	Lliboutry (1965)
Brevent	2 525	temp. moy. annuelle sous abri	— 2		Météo. Nationale
Aiguille	3 842	"	— 10,5	1972	" "
Plampraz	2 000	"	+ 3,3	"	" "

Tableau III — Comparaison des bilans : b , des écarts : β , des moyennes : $\langle b \rangle$ et écarts types : σ_b pour le Col du Dôme, Chamonix et Sarennes, valeurs en cm d'équivalent en eau

	Col du Dôme		Précip. Chamonix		Bilan Sarennes		Accu. Sarennes	
	b (cm)	β (cm)	b (cm)	β (cm)	b (cm)	β (cm)	b (cm)	β (cm)
1970	141	32	135,4	16,5	— 41	8	182	35,6
1971	128	19	112,7	— 6	— 110	— 61	122	— 24,4
1972	49	— 60	98,1	— 20,8	— 37	12	101	— 45,4
1973	133	24	99,2	— 19,7	— 87	— 38	95	— 51,4
1974	66	— 43	127,2	— 8,3	— 160	— 111	88	— 58,4
1975	105	— 4	98,4	— 20,5	11	59	132	— 14,4
1976	103	— 6	92,5	— 26,4	— 207	— 158	33	— 113,4
1977	140	31	140,7	21,8	99	148	278	— 131,6
1978	108	— 1	134,8	16	55	104	207	60,6
1979	117	8	150,5	31,6	— 11	38	226	79,6
$\langle b \rangle$ cm	109		119		— 49		146	
σ_b cm	23		18,8		74		61,5	

Discussion

Figure 2 — Variations de la température moyenne annuelle du lieu et de celle mesurée *in situ* dans le névé, en fonction de l'altitude.

Figure 3 — Variations cumulées annuelles centrées réduites de l'accumulation, des précipitations ou du bilan, du Col du Dôme, de Chamonix et de Sarennes. Période 1969 à 1979.

A partir des mesures de température dans le névé vers 10 à 20 m de profondeur pour différents sites alpins (tableau II) on peut distinguer 3 zones de névé :

— *En dessous de 3 800 m :*

Une zone de névé tempéré où l'ablation peut être importante.

— *Entre 3 800 et 4 100 m :*

Dans cette zone, on peut avoir, durant les journées les plus chaudes, fusion des couches de surface. Cette fusion n'est pas suffisante pour ramener, par infiltration tout le névé à 0°, l'eau formée regèle quelques centimètres ou quelques décimètres plus bas. La stratigraphie des couches de neige pourra être affectée par cette percolation mais l'ablation sera négligeable et le bilan du glacier reflètera sensiblement les précipitations.

— *Au dessous de 4 100 m :*

On est dans une zone de névé froid sec où il n'y a pas de fusion. La stratigraphie est préservée et l'interprétation des variations des paramètres géochimiques est généralement plus simple que dans les zones précédentes. Dans cette zone où la fusion n'affecte qu'exceptionnellement le bilan thermique, on peut constater (fig. 2) que la température du névé entre 10 et 20 m de profondeur est très voisine de la température moyenne annuelle du site. Le gradient thermique est également le même que dans l'air : 0,81 °C/100 m dans le névé contre 0,74 °C/100 m dans l'air pour les 3 stations comprises entre 2 000 et 3 840 m.

Pour l'ensemble du forage, la valeur isotopique moyenne des pics d'été est de -67 ‰/S.M.O.W. , celle des minimums d'hiver est de -156 ‰/S.M.O.W. , soit un écart de 89 ‰/S.M.O.W. . Si l'on admet que chacun de nos échantillons représente une valeur moyenne intégrant une durée de l'ordre du mois, on peut comparer cet écart isotopique à l'écart entre la température moyenne mensuelle du mois le plus chaud et du mois le plus froid. On peut estimer que pour le Col du Dôme cet écart est compris entre 15 et 20 °C : il est de 16 °C à l'Aiguille (alt. 3 840 m), 18 ° au Brévent (alt. 2 595 m), 17 ° à Plampraz (alt. 2 000 m), 17 ° à Chamonix le Tour (alt. 1 470 m). On aboutit à un gradient isotopique compris entre 4 et 6 ‰/S.M.O.W. par °C. Ce gradient est plus faible que celui que l'on peut déduire en mesures isotopiques au Mt-Blanc (Jouzel *et al.*, 1977) : entre 8 et 11 ‰/S.M.O.W. par °C ou à Pôle Sud : 9,8 ‰/S.M.O.W. par °C (Jouzel *et al.*, 1983). Il est plus proche du gradient moyen mensuel en deutérium dans les précipitations comparé aux températures moyennes mensuelles (IAEA, 1981). Ce gradient vaut 2,93 ‰/S.M.O.W. par °C à Vienne et 0,41 ‰/S.M.O.W. par °C en O¹⁸ à Thonon, soit l'équivalent en deutérium de 3,3 ‰/S.M.O.W. par °C si l'on utilise la relation $\delta D = 8 \delta O^{18} + 10$ (Craig, 1961).

On peut également constater que les valeurs isotopiques moyennes entre le Col du Dôme (– 115 ‰/S.M.O.W.) et le Mont-Blanc (– 107 ‰/S.M.O.W.) sont inversées : le site le plus froid ayant la teneur isotopique la plus haute.

Si nous comparons nos résultats tritium à ceux de Thonon, le coefficient de corrélation qui était de 0,93 avec Vienne, tombe à 0,6 alors que cette station est géographiquement beaucoup plus proche. Une explication à cette anomalie est peut-être que le Col du Dôme, situé dans un des massifs les plus élevés des Alpes est plus représentatif de la circulation atmosphérique générale que la station de Thonon vraisemblablement plus affectée par des perturbations locales.

Dans un précédent travail, nous avons trouvé (Jouzel *et al.*, 1977) que la teneur en tritium au sommet du Mont-Blanc (alt. 4 785 m) était, pour la période 1971-1973 2,2 fois plus élevée qu'à Thonon. Nous proposons 2 mécanismes pour expliquer ces fortes valeurs :

1. Les nuages qui donnent les chutes de neige au Mont-Blanc pénètrent dans les hautes couches de la troposphère et sont plus enrichis en tritium que ceux de Thonon,
2. L'échange isotopique entre l'eau liquide et la vapeur à faible teneur en tritium des basses couches de l'atmosphère abaisse la concentration en tritium des précipitations à Thonon.

Au Col du Dôme, comme au Mont-Blanc, les précipitations se font toujours sous forme solide. Si le deuxième mécanisme proposé était prépondérant, on devrait s'attendre à avoir les mêmes valeurs en tritium pour ces 2 stations. En fait ce n'est pas le cas, pour la même période que celle précédemment étudiée (1971-1973) les valeurs de tritium au Col du Dôme sont sensiblement les mêmes que celles de Thonon (rapport 1,2). On peut en conclure que c'est vraisemblablement notre première hypothèse qui est prépondérante.

Comme on l'a déjà constaté pour le tritium, la concentration en radioéléments émetteurs bêta est environ 2 fois plus faibles au Col du Dôme qu'au Mont-Blanc. Compte-tenu des accumulations respectives de ces 2 stations on peut en déduire que le bilan des retombées en produits radioactifs est environ 5 fois plus fort au sommet du Mont-Blanc qu'au Col du Dôme.

Il est vraisemblable que la conductivité liquide est peu influencée par les arrivées de poussières sahariennes, assez fréquemment observées dans les Alpes (Prodi *et al.*, 1978) et qui sont insolubles.

Si la variation de la précipitation à Chamonix est très proche de ce qui est mesuré sur Sarennes, par contre le bilan relevé au Col du Dôme, bien qu'il révèle le même type de fluctuation que celui de Sarennes, s'en écarte cependant notablement sans qu'on puisse penser à un défaut d'identification des années, puisque les résultats du tritium donnent des marques de temps très nettes. C'est pourquoi ces résultats sur la cohérence entre les bilans des zones sommitales et ceux des zones d'ablation devront être testés sur d'autres sites présentant si possible des séries plus longues et obtenus dans différents emplacements autour du sommet du Mont-Blanc en effectuant l'étude stratigraphique des carottes pour confirmer le découpage géochimique.

Références bibliographiques

- BRAVARD A. — *Bulletin Clim. mens. de la Haute Savoie*; janvier 1977. EUR 7032. Radiological protection n° 20. *Com. of Europ. Comm., Luxembourg*, 1981.
- FISHER J.E. — Internal temperatures of a cold glacier and conclusions therefrom. *J. of Glaciology*, vol. 2, n° 18, p. 582-591, 1955.
- GRAIG H. — Isotopic composition in meteoric waters. *Science*, vol. 133, n° 3465, p. 1702-1703, 1961.
- I.A.E.A. — *Statistical treatment of Environmental Isotope Data in precipitation*. I.A.E.A. Technical Reports series n° 206, Vienna, 1981.
- JOUZEL J., MERLIVAT L. and POURCHET M. — Deuterium, Tritium and β activity in a snow core taken on the summit of Mont Blanc (French Alps). Determination of the accumulation rate. *J. of Glaciology*, vol. 18, n° 80, p. 465-470, 1977.
- JOUZEL J., MERLIVAT L., PETIT J.R., LORIUS C. — Climatic information over the last century deduced from a detailed isotopic record in the South Pole Snow. *J. of Geophys. Research*, vol. 88, n° C4, p. 2693-2703, 1983.
- LEGRAND M. — *Rapport interne 1978*.
- LEGRAND M. — *Mesure de l'acidité et de la conductivité électrique des précipitations Antarctiques*. Thèse 3^e cycle, Université Scientifique et Médicale de Grenoble, Publ. n° 316, 1980.
- LLIBOUTRY L. — *Traité de glaciologie*, Masson éditeur, 1965.
- LLIBOUTRY L. — Multivariate statistical analysis of glacier annual balances. *Journal of Glaciology*, 13, 69, p. 317-392, 1973.
- LLIBOUTRY L., BRIAT M., CRESEVEUR M. and POURCHET M. — 15 m deep temperatures in the glaciers of Mont Blanc (French Alps). *J. of Glaciology*, vol. 16, n° 74, p. 197-203, 1976.
- MARTIN S. — Analyse et reconstitution de la série de bilans annuels du glacier de Sarennes, sa relation avec les fluctuations du niveau de trois glaciers du massif du Mont-Blanc (Bossons, Argentière, Mer de Glace). *Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie*, vol. 13, n° 1-2, p. 127-153, 1977.
- OESCHGER H., SCHOTTERER U., STAUFFER B., HAEBERLI W. and RÖTHLISBERGER H. — First results from Alpine core drilling projects. *Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie*, Bd 13, H. 1/2, p. 193-208, 1977.
- PINGLOT J.F. and POURCHET M. — Gamma-ray bore-hole logging for determining radioactive fallout layers in snow. *I.A.E.A. Publ. SM-252/55*, p. 161-172, 1981.
- PRODI F. et FEA G. — Transport and deposition of Saharan dust over Alps. *Proc. 15 Int. Tagung Meteorol.* 1, p. 179-182, 1978.
- REYNAUD L. — Glaciers fluctuations in the Mont Blanc Area (French Alps). *Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie*, 13, 1-2, p. 155-166, 1977.
- REYNAUD L. — Can the linear balance model be extended to the whole Alps. World glacier inventory, Riederalp workshop, sept. 1978. *IASH Bulletin*, n° 126, p. 273-284, 1980.
- VALLA F. — Bilans de masse du glacier de Sarennes : *Compte-rendus annuels à la Société Hydrotechnique de France, Section de Glaciologie*, Grenoble, mars 1983.
- VALLON M., LEIVA J.C. — Bilan de masse et fluctuations récentes du glacier de Saint-Sorlin, Alpes Françaises. *Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie*, 17, 1-2, p. 143-167, 1982.
- VALLOT J. — Valeur et variation de la température profonde du glacier, au Mont-Blanc. *Compte-rendus hebdomadaires des Sciences de l'Académie des Sciences (Paris)*, tome 156, n° 20, p. 1575-1578, 1913.

Discussion

Président : M. A. GOUBET

M. le Président remercie M. POURCHET et ouvre la discussion.

M. BEZINGE se demande si les anomalies constatées dans les gradients de deutérium ne remettent pas en cause certaines analyses chronologiques et s'il est possible de relier les températures de glace observées à des températures de roche en fonction de l'altitude. Selon M. POURCHET, le risque d'oublier une année dans les analyses chronologiques est faible, les contrastes été-hiver sont bien marqués; il est cependant possible de séparer deux pics qui correspondent à la même saison, il est donc nécessaire de corréliser les mesures isotopiques avec d'autres paramètres. En ce qui concerne les températures, le conférencier ne réclame pas une exhaustivité totale, il a simplement voulu s'assurer que, sur le site du col du Dôme, il était bien en mesure de négliger les phénomènes de percolation.

M. POIREL se pose la question de l'existence de la neige à 20 m de profondeur.

M. POURCHET précise que la densité atteinte est voisine de 0,6-0,7, M. REYNAUD confirme que dans le site moins élevé de la Vallée Blanche (3 600 m), il faut atteindre 30 m de profondeur pour trouver la glace.

M. BÜCHER s'inquiète de l'influence du Mont Blanc, comme obstacle vis-à-vis de certains courants dominants. Dans la mesure où les précipitations ne sont pas emportées, M. POURCHET pense que l'on peut conserver un caractère unique à l'ensemble Mont

Blanc-col du Dôme : ce sont les grosses perturbations que l'on voit dans les deux sites. Cependant, le Mont Blanc, situé quelques centaines de mètres plus haut que le col du Dôme, semble être une zone d'échanges préférentiels avec la haute stratosphère, les éléments radio-actifs retrouvés sur ce site en témoignent.

M. BEZINGE insiste sur l'influence des phénomènes de transport de neige qui peuvent dégarner complètement certains plateaux ou arêtes. M. POURCHET, conscient de l'éventuelle importance de ces phénomènes constate aussi que la représentativité de son échantillon par rapport à la zone reste à déterminer.

M^{me} GAUDET, jugeant élevé le bilan trouvé ces dix dernières années, demande au conférencier si la comparaison avec d'autres mesures a été faite. Selon M. POURCHET, les autres mesures existantes, pour la même époque, ont été faites dans des sites beaucoup moins élevés où les phénomènes de percolation ne sont plus négligeables, alors que dans le site du col du Dôme, on peut négliger en première approximation ce qui est parti sous forme liquide.

M. le Président s'étonne des références à la station de Vienne (Autriche) pour les mesures de teneur en tritium. Il existe en effet, à Thonon, reprend M. POURCHET, une station plus proche, mais elle semble être dans un site particulier vis-à-vis de la circulation atmosphérique générale à laquelle est sensible notre site, et les corrélations obtenues sont beaucoup moins satisfaisantes qu'avec les mesures de Vienne.