

Permafrost Monitoring Switzerland (PERMOS)¹

Le permafrost dans les Alpes suisses en 2002/2003 et 2003/2004

Les variations du permafrost (pergélisol) sont un excellent indicateur des effets du climat sur l'environnement alpin. Les observations effectuées durant les deux années du rapport PERMOS 2002/2003 et 2003/2004 ont révélé des températures du sol gelé et des profondeurs du dégel estival supérieures à la moyenne. Une conséquence frappante a été le grand nombre d'éboulements qui se sont produits en altitude, en particulier durant l'été 2003.

En complément à l'observation des glaciers, l'état et les variations du permafrost sont documentés dans les Alpes suisses depuis 2000 par PERMOS, le réseau suisse d'observation du permafrost placé sous l'égide de la Commission glaciologique de l'Académie suisse des sciences naturelles (CG/SCNAT)². Concrètement, cette documentation comprend, sur un certain nombre de sites choisis, des mesures de température effectuées en profondeur dans des forages, des mesures de température réalisées à la surface du sol ainsi que des photographies aériennes. L'analyse photogrammétrique de ces dernières permettra plus tard de mettre en évidence les changements qui se produisent à long terme dans des zones de permafrost.

Influence des conditions météorologiques sur le permafrost

Lorsque la température moyenne annuelle de la surface est inférieure à 0° C durant de nombreuses années, il en ré-

Photos : Daniel Vonder Muhl



Dans le Val Muragl (GR), ce glacier rocheux dénote une structure typique de rides et sillons formée par la lente reptation d'un permafrost très visqueux durant des milliers d'années

sulte en profondeur un permafrost. Ce terrain, qui demeure constamment gelé, réagit aux fluctuations de la température de la surface du sol, elles-mêmes influencées par de multiples facteurs. La date à laquelle un manteau neigeux épais d'au moins 30 cm s'installe définitivement en début d'hiver est un facteur prépondérant. S'il neige beaucoup en septembre déjà, la chaleur contenue dans la couche active (la couche superficielle qui a dégelé durant l'été) reste accumulée dans le sol par l'effet d'isolation de la neige. Si, au contraire, la neige est rare jusqu'en janvier, le sol peut se refroidir considérablement et le froid de l'hiver pénètre jusqu'en profondeur. Notons que dans les parois rocheuses raides, la neige n'adhère que difficilement et n'a qu'une influence limitée sur les températures du permafrost. D'autres facteurs importants sont le rayonnement et les températures de l'air en été, avant tout durant la période où la neige est absente, soit environ de mai/juin à septembre. Tous ces facteurs influencent en premier lieu la profondeur atteinte par le dégel estival superficiel.

Conditions d'enneigement

Hiver 2002/2003 : enneigement précoce et conséquent, fonte rapide au printemps

En septembre 2002, le centre et l'est du versant nord des Alpes étaient déjà enneigés au-dessus de 2400 m environ. Durant la seconde moitié de novembre,

plus de deux mètres de neige fraîche sont tombés au-dessus de 2400 m au sud des Alpes. Trois chutes de neige successives ont eu lieu fin janvier dans l'ouest et sur le versant nord des Alpes. Une longue période de beau temps s'est ensuite installée de mi-février à fin mars. Ce n'est qu'au début avril qu'une nouvelle incursion de l'hiver s'est produite, ramenant la neige jusqu'à basse altitude. Sur l'ensemble de l'hiver, les quantités de neige n'ont été supérieures aux moyennes à long terme qu'au-dessus de 2400 m. A toutes les altitudes cependant, la neige a disparu au printemps plus rapidement qu'en moyenne. La combinaison d'un hiver rapidement enneigé et d'un déneigement précoce a été défavorable au permafrost et en partie responsable des températures élevées du sol de l'été 2003.

Hiver 2003/2004 : inconstant, plutôt enneigé et long

Après un été exceptionnellement chaud, l'hiver 2003/2004 a pris ses quar-

¹ Extrait du 4^e et du 5^e rapport du Groupe de coordination Permafrost, Commission glaciologique de l'Académie suisse des sciences naturelles (CG/SCNAT).

² Les observations PERMOS sont soutenues financièrement par la CG/SCNAT, la Direction des forêts (Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, OFEFP) et l'Office fédéral des eaux et de la géologie (OFEG). Les travaux de terrain sont réalisés par les Universités de Bâle, Berne, Fribourg, Lausanne et Zurich, l'EPF Zurich et l'Institut fédéral pour l'étude de la neige et des avalanches (ENA/SLF) à Davos.



Des forages dans le permafrost alpin ne sont pas seulement exigeants d'un point de vue technique, mais requièrent de plus une organisation minutieuse et une logistique onéreuse

Mesures effectuées par PERMOS dans la phase pilote 2000–2005

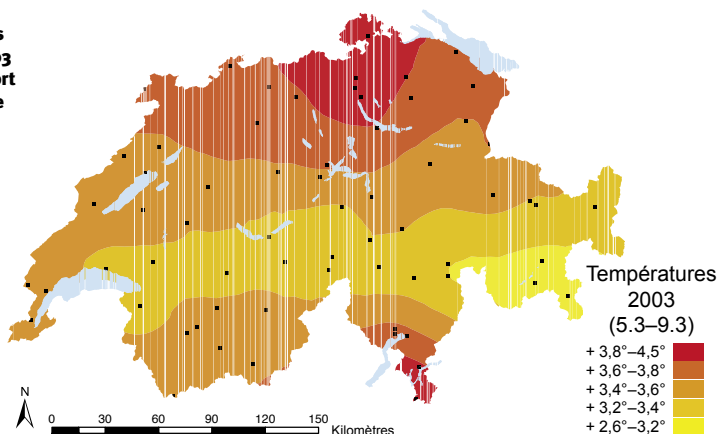
Forages Site	Région	Profondeur max. des mesures thermiques [m]	Année
Murtèl-Corvatsch 2/87*	Haute Engadine/GR	58,0	1987
Schafberg-Pontresina 2/90	Haute Engadine/GR	33,2	1990
Jungfrauoch N, S/95	Oberland bernois/BE	11,0	1995
Emshorn	Oberems/VS	6,4	1996
Arolla, Mt Dolin	val d'Hérens/VS	5,5	1996
Muot da Barba Peider 1, 2/96	Pontresina, Haute Engadine/GR	17,5	1996
Randa Wisse-Schijen	Mattertal/VS	4,0	1998
Lapires	val de Nendaz/VS	19,6	1998
Schilthorn 51/98	Mürren, Oberland bernois/BE	13,7	1998
Muragl 1, 2, 3, 4/99	val Muragl, Haute Engadine/GR	69,6	1999
Schilthorn 50, 52/00	Mürren, Oberland bernois/BE	95,0	2000
Stockhorn 61/00	Zermatt/VS	98,3	2000
Flüela A, B/02	Flüelapass/GR	20,0	2002
Grächen 1, 2/02	Mattertal/VS	24,0	2002
Gentianes 1/02	Mont Fort, Verbier/VS	20,0	2002

Données disponibles pour les stations PERMOS de mesure de température à la surface du sol

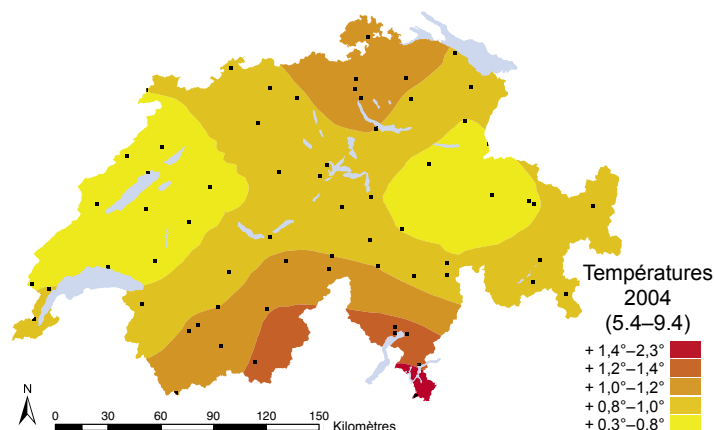
Site	Région	Données disponibles
Furggentälti	Gemmi, Oberland bernois/VS	1994–...
Creux de la Lé-Sanetsch	Sanetsch, Oberland bernois/VS	1998–...
Schilthorn	Oberland bernois/BE	1999–...
Ritord-Challand	val d'Entremont, Gr.-Combin/VS	1997–...
Alpage de Mille	Bruson, val de Bagnes/VS	1997–...
Lapires	val de Nendaz/VS	1998–...
Yettes Condja	val de Nendaz/VS	1998–...
Réchy	val de Réchy/VS	1997–...
Murtèl-Corvatsch	Haute Engadine/GR	2000–...
Schafberg-Pontresina	Haute Engadine/GR	2001–2004

* Le premier chiffre désigne le numéro du forage, le second l'année où le forage a été effectué.

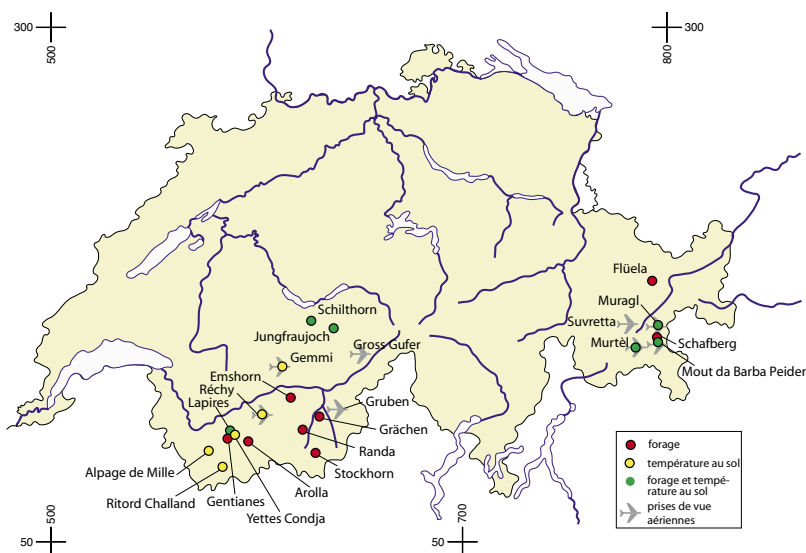
Variation des températures estivales moyennes en 2003 (mai–septembre) par rapport à la moyenne pluriannuelle (1961–1990)



Variation des températures estivales moyennes en 2004 (mai–septembre) par rapport à la moyenne pluriannuelle (1961–1990)



Le réseau d'observation PERMOS comporte actuellement 13 stations de forage et 9 sites où l'on mesure la température à la surface du sol. Il s'y ajoute des prises de vue aériennes



Le front du glacier rocheux de Suvretta est incliné à 40° environ. De gros blocs recouvrent la surface du glacier rocheux. D'autres, après être tombés, forment un tablier au pied du front. Le front lui-même, constitué de matériaux plus fins, est la première zone que la végétation peut coloniser lorsqu'un glacier rocheux est inactif

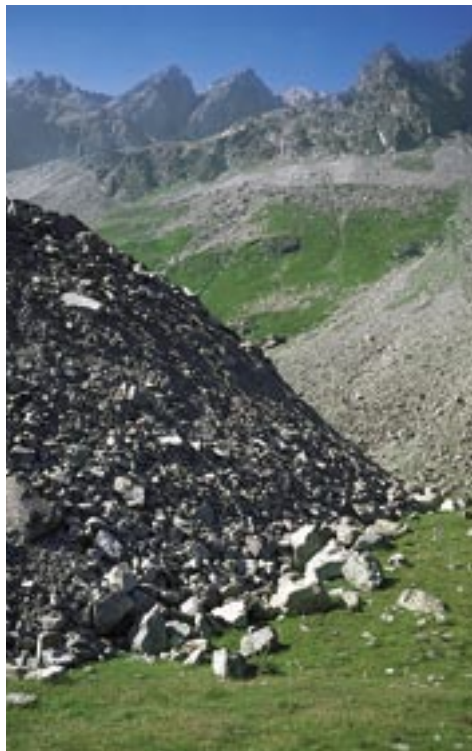
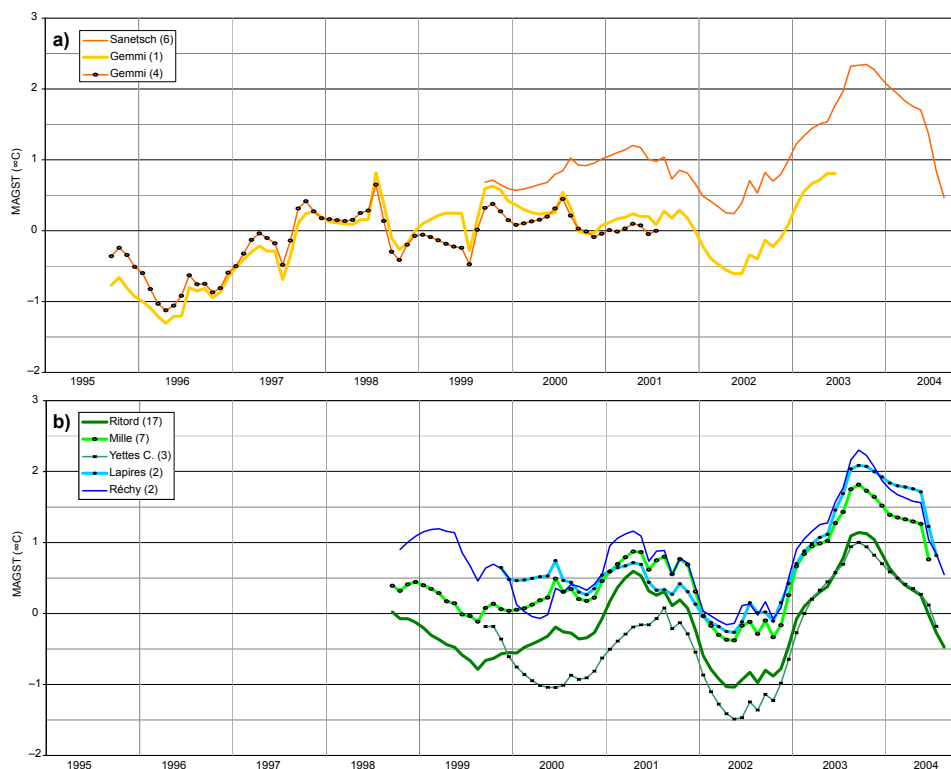


Photo: Daniel Vonder Mühli

tiers début octobre. D'intenses chutes de neige se sont produites au nord et à l'est. Sur le versant sud des Alpes également, de fréquentes situations de barrage ont mené à la formation d'une couche de neige bien plus épaisse que la norme. En janvier, la limite des chutes de neige a fortement varié. Il a plu par moments jusqu'à plus de 2000 m. Février et mars ont connu des variations de température dont l'amplitude a pu atteindre 20° C. Durant les périodes chaudes de janvier, février et mars, l'isotherme 0° C est remonté jusqu'à 3500 m d'altitude. Au nord, il a neigé plusieurs fois jusqu'à basse altitude durant la seconde moitié de mars et début avril. Début mai, des chutes de neige importantes se sont encore produites en provenance du sud-ouest. Les hauteurs de neige ont été légèrement supérieures aux moyennes à l'est, légèrement inférieures au sud et nettement inférieures à l'ouest. La fonte de la neige a été retardée de plusieurs semaines au nord suite aux incursions hivernales répétées d'avril et mai. Cette situation a été favorable au permafrost car, tant que la

Evolution de la température moyenne annuelle de la surface du sol (MAGST, Mean Annual Ground Surface Temperature) sur les sites PERMOS de

l'Oberland bernois (en haut) et du Valais (en bas). Chacune des valeurs annuelles représentées est calculée sur la base des moyennes des 12 mois précédents



neige a subsisté, la chaleur de l'air n'a pas pu pénétrer dans le sol.

Températures d'été

Été 2003 : exceptionnellement chaud

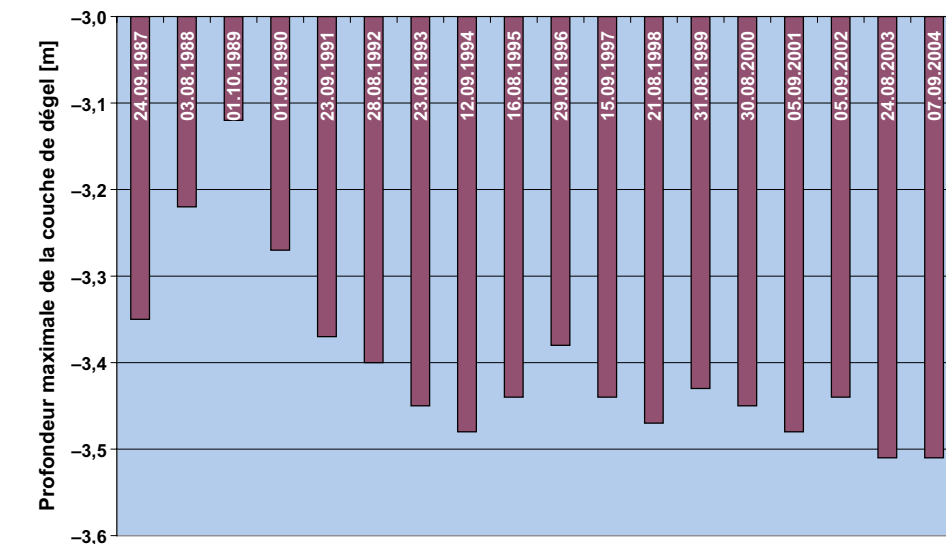
Dans beaucoup de régions de la Suisse, 2003 a été l'année la plus chaude et la plus ensoleillée depuis le début des mesures en 1864. Dominé par les hautes pressions, l'été 2003 fut environ 5° C plus chaud que la normale. De juin à août, on a compté en Suisse entre 74 et 83 jours d'été (à plus de 25° C). D'avril à septembre, la température moyenne a été approximativement celle d'un mois de juillet normal. La limite du 0° C s'est installée au-dessus de 4000 m durant de longues périodes. Du 1^{er} au 14 août, les températures sont demeurées supérieures à 0° C (même la nuit) à la station du Jungfrauoch, à 3580 m ; durant douze jours successifs, les minima ont oscillé entre 3,5 et 5° C. La persistance de températures minimales élevées à haute altitude durant près de deux semaines est une caractéristique majeure des fortes chaleurs de la première moitié d'août 2003. Durant cet été, les précipitations ont été très faibles dans presque toutes les parties du pays.

Été 2004 : de nouveau un été chaud

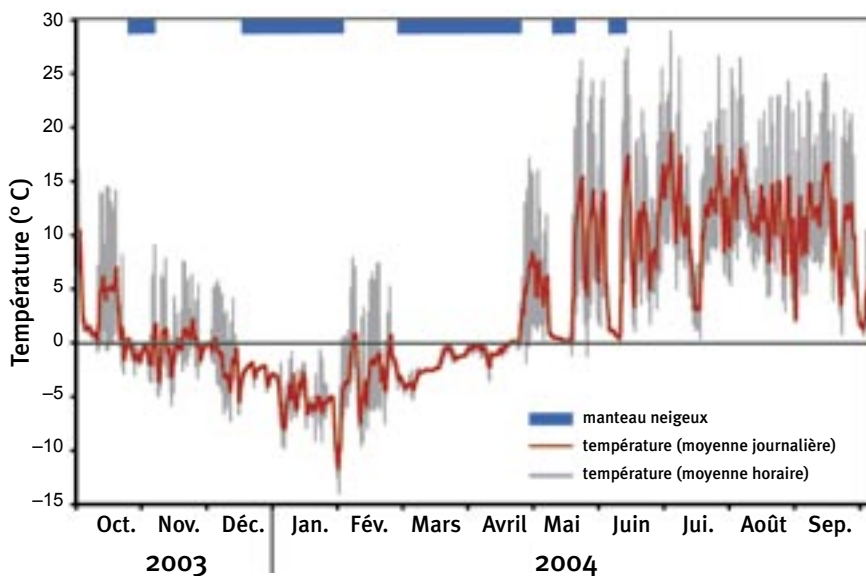
L'été 2004 fut aussi, du moins à basse altitude, plus chaud que la moyenne calculée sur 30 ans. Début juillet a été modérément chaud. Vers le milieu du mois, la limite des chutes de neige est descendue une fois au-dessous de 2000 m. Cette période froide n'a été que de courte durée. Les températures ont à nouveau dépassé les 30° C fin juillet et les valeurs maximales de l'année ont été mesurées le 2 août. Août a ensuite été caractérisé par un temps doux et humide ponctué d'orages sévères. Les fortes chaleurs de début septembre ont précédé un temps frais, voire froid, pendant le reste du mois. Dans la plupart des endroits, les quantités de précipitations ont atteint des valeurs normales.

Température de la surface du sol

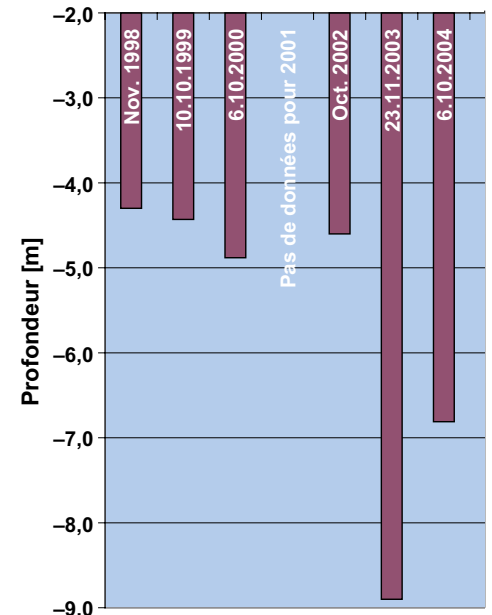
Plus de 100 capteurs enregistrent la température du sol sur neuf sites PERMOS. Ils sont placés avant tout sur des éboulis, des glaciers rocheux et des moraines. L'inclinaison du terrain varie entre 0° et 40°. Depuis 2003, la température superficielle de zones rocheuses est également mesurée dans trois régions des Alpes suisses, chacune équipée de douze senseurs. Quelques-uns de ces appareils sont placés dans des parois verticales où la neige n'adhère pas, d'autres sont ins-



Pics d'intensité du dégel estival (date et épaisseur de la couche) dans le pergélisol du glacier rocheux de Murtèl-Corvatsch depuis 1987. Pendant la canicule de l'été 2003, le record précédent a été dépassé de près de 5 cm. Dans ce terrain riche en glace, l'énergie thermique a surtout fait fondre de la glace, ce qui explique que la couche de dégel ait été tout aussi profonde l'année suivante, en 2004



Evolution des températures en 2003/2004 sur terrain rocheux légèrement incliné (22°) et exposé au sud-ouest (130°), Schilthorn, 2700 m



Pics d'intensité du dégel estival (date et épaisseur de la couche) sur le Schilthorn depuis 1998. Ici, le pergélisol est quasiment exempt de glace. Dès lors,

l'énergie thermique provoque essentiellement une augmentation de la température et en 2003, la couche de dégel a presque doublé d'épaisseur

tallés sur des sections rocheuses peu inclinées sur lesquelles la neige peut se maintenir.

Température moyenne annuelle de la surface du sol

Entre octobre 2002 et septembre 2003, la température moyenne annuelle du sol s'est élevée de manière continue sur tous les sites PERMOS. La hausse a atteint en moyenne 2 à 3° C. Environ deux tiers de cette augmentation se sont produits durant la période hivernale 2002/2003. Ainsi, en mai 2003, de très hautes valeurs avaient déjà été atteintes. Elles étaient proches des valeurs maximales enregistrées durant ces dix dernières années, voire légèrement supérieures. L'été 2003 a provoqué ensuite selon les sites un réchauffement qui n'a atteint « que » 0,7 à 1,2° C. La succession d'un hiver 2002/2003 chaud (du point de vue du permafrost) et d'un été 2003 très chaud a

généralisé une hausse de la température moyenne annuelle du sol qui a atteint un niveau situé entre 0,5 et 1,5° C au-dessus des maxima enregistrés jusqu'alors. L'hiver plus froid de 2003/2004 a permis un léger refroidissement. A la fin de l'été 2004, chaud sans être caniculaire, la température moyenne annuelle du sol était redescendue approximativement au niveau de la moyenne de la dernière décennie.

Température de la roche

Le réseau de 36 capteurs de température de la roche se trouve depuis 2003 en phase d'installation et de développement. La mise en place et l'entretien des appareils nécessitent souvent le recours à des techniques d'alpinisme. Les données d'un site peu incliné au Schilthorn illustrent très clairement le régime annuel de température de la roche : les périodes

durant lesquelles les variations de température sont réduites correspondent à celles où une couverture de neige est présente. Les données fournies à long terme par de tels enregistrements permettront de différencier l'influence que plusieurs facteurs – modification de l'enneigement ou augmentation de la température de l'air –, ont sur la température de zones rocheuses. De même, ces données permettront de tester la fiabilité de modèles numériques.

Températures du permafrost

L'épaisseur du permafrost alpin varie fortement selon la température, l'exposition et les caractéristiques de la surface. Sur les sites PERMOS, le permafrost atteint plus de 100 m au Stockhorn (Zermatt) mais seulement 15 m à Muragl (Pontresina). Un permafrost peu épais (par conséquent « chaud ») et pauvre en glace réagit plus rapidement aux variations climatiques.

Couche active

Comparer d'une année à l'autre la profondeur atteinte par le dégel estival (épaisseur de la couche active) revêt un intérêt particulier, car cette profondeur est directement déterminée par les conditions climatiques de l'année écoulée. Elle représente un signal immédiat. La chaleur pénétrant dans le terrain provoque une fonte de la glace ou, à défaut,

Une carotte extraite du forage dans le glacier rocheux de Murtèl-Corvatsch. Les échantillons gelés ont été immédiatement placés dans un congélateur avant d'être analysés plus tard en laboratoire



Photo: Daniel Vonder Mühl

une élévation de la température. Le glacier rocheux de Murtèl-Corvatsch, à très forte teneur en glace, et les roches gelées pauvres en glace du sommet du Schilthorn sont deux exemples extrêmes. En effet, sur les deux sites, c'est en 2003 que l'épaisseur maximale de la couche active a été enregistrée. Mais, alors qu'à Murtèl-Corvatsch, avec 3,51 m, le record précédent n'a été dépassé que d'à peine 5 cm, la couche active du Schilthorn s'est épaissie d'environ 5 m pour atteindre près de 9 m. Sur ce second site, on a encore mesuré une couche active de 6,8 m en 2004.

Température à environ 10 m de profondeur

Il faut environ six mois pour qu'un signal de changement de température pénètre de la surface du sol jusqu'à environ 10 m de profondeur. Au contraire de ce qui s'observe à la surface, les variations de température à court terme (jour et nuit par exemple) ne sont plus visibles à cette profondeur. L'influence de variations saisonnières est par contre plus distincte. A 10 m de profondeur, l'hiver peu enneigé de 2001/2002 avait ramené les

Sous sa surface de gros blocs, le glacier rocheux de Murtèl (GR) est doté d'une teneur en glace élevée. Celle-ci est responsable des imposants bourrelets qui donnent au glacier l'apparence d'une masse visqueuse. Le forage réalisé en 1987 continue de livrer des informations précieuses sur la «vie intérieure» du glacier rocheux. Prise de vue: 18.8.2002

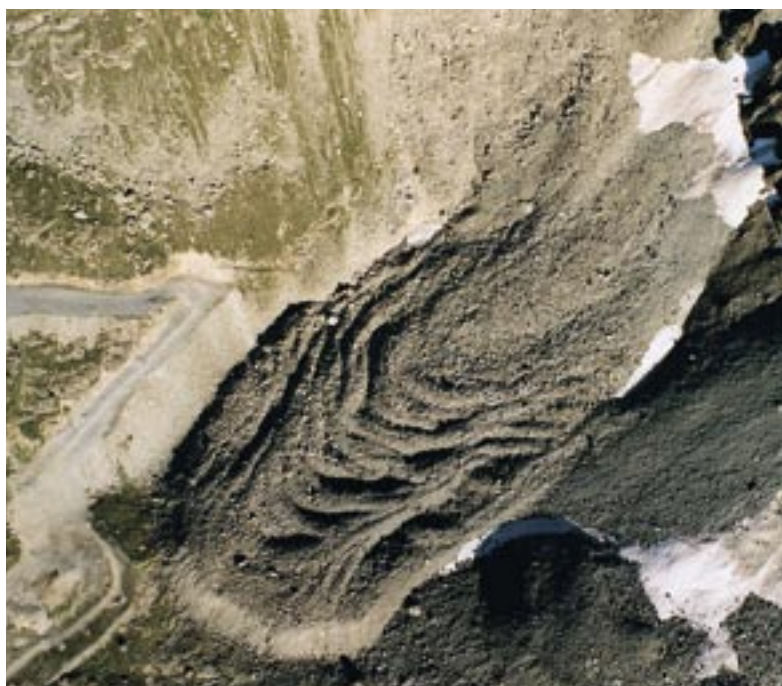


Photo: Ch. Rotenbühler

températures à un niveau moyen après une tendance continue au réchauffement observée depuis 1997.

L'hiver 2002/2003 précoce et l'été 2003 extrêmement chaud ont permis à la hausse de reprendre, tout comme l'hiver suivant, bien enneigé. Les températures à 10 m se sont ainsi distinctement élevées entre octobre 2002 et septembre 2004 sur tous les sites PERMOS. Elles ont atteint des valeurs qui, selon la longueur de la série d'observation, ont été les plus chaudes ou parmi les plus chaudes. La tendance au réchauffement observée depuis 1997, interrompue par l'hiver 2001/2002, s'est ainsi poursuivie durant les deux années suivantes.

L'été du siècle : 2003

Les conséquences de l'été 2003 sur les glaciers ont déjà été décrites dans *Les Alpes*³. Le permafrost a aussi connu des effets spectaculaires. Le 15 juillet, 90 alpinistes ont été évacués du Cervin suite à un éboulement survenu à 3400 m sur l'arête du Hörnli. L'effondrement s'est déclenché dans du permafrost, vraisemblablement en raison d'une couche active qui s'épaississait, de la température élevée de la glace dans les fissures et des eaux de fonte qui y circulaient. Maints événements similaires, sans écho médiatique comparable, ont été observés durant l'été 2003 : dans la face nord de



Photo: S. Gruber

Installation d'un appareil-test au Signalgrat (VS)

Un capteur de température miniature MLOG après son installation dans une paroi. La température à 10 cm de profondeur est ainsi enregistrée toutes les 10 minutes. Après une année, les données sont lues et la pile est remplacée



Photo: S. Gruber

l'Eiger, dans le flanc sud du Cervin, à la Dent-Blanche, sur l'arête nord-ouest du Mönch, au Piz Bernina ou à l'Obergabelhorn. Tous ces éboulements ont été superficiels et causés avant tout par l'épaississement de la couche active. La très grande activité de chutes de pierres de l'été 2003 illustre bien la réaction directe du permafrost des parois rocheuses à une élévation de la température de l'air.

La présence de glace sur les surfaces de rupture a été maintes fois observée. En outre, les éboulements se sont souvent produits près de la limite inférieure du domaine d'extension du permafrost. Cela confirme l'hypothèse qu'une rupture peut se produire dans des niveaux qui sont encore gelés et qu'un permafrost « chaud » peut être critique pour la stabilité de parois raides en haute montagne⁴. Avec le réchauffement prévu du climat et, par voie de conséquence, une tendance accrue au réchauffement du sol, une augmentation de chutes de pierres mais aussi des problèmes géotechniques, tels que l'ancrage d'installations de remontées mécaniques, seront probablement de plus en plus courants dans les

zones de permafrost. Les événements de 2003 pourraient être les premiers signes d'une telle évolution et soulignent l'importance qu'il y a à améliorer nos connaissances sur les conditions de température du permafrost, leurs changements et leurs conséquences.

Conclusions

Durant les deux années du rapport 2002/2003 et 2003/2004, le permafrost des Alpes suisses a continué de se réchauffer fortement. En particulier du-

rant l'été 2003, la couche active a atteint des épaisseurs record, avec pour conséquence le déclenchement de nombreux éboulements. De la glace a pu être observée directement dans les zones de rupture. L'arrivée précoce de l'hiver 2002, le caniculaire été 2003 et l'hiver enneigé 2003/2004 ont ainsi conduit à une poursuite du réchauffement de la température du permafrost, lequel avait été passagèrement interrompu par l'hiver peu enneigé 2001/2002.

∨ >

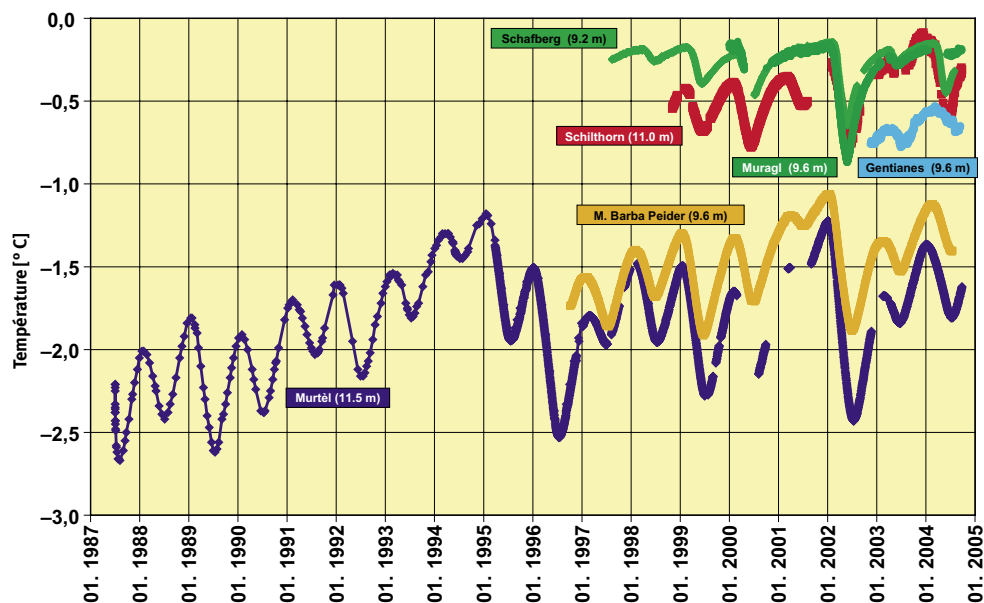
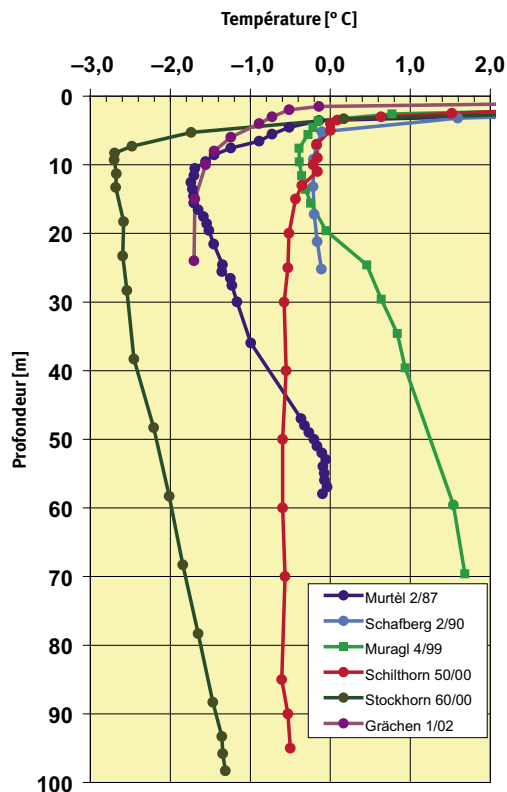
Eboulement sur le glacier des Manzettes, 3515 m, Dent-Blanche, été 2003. La glace du permafrost est bien visible dans la zone de déclenchement



Photos : R. Mayoraz / www.creolp.ch

³ Voir *Les Alpes*, 10/2004.

⁴ Voir *Les Alpes*, 10/2003.



L'évolution des températures du pergélisol à environ 10 m de profondeur sur quelques sites PERMOS met en évidence trois phases de réchauffement avec des interruptions en 1995/1996 et 2002

Annexe Visualiser les changements du permafrost par des mesures géophysiques

Les méthodes géophysiques telles que la géoélectrique, la sismique ou le géoradar permettent de déterminer la composition du sous-sol dans un secteur assez grand. Elles se basent sur les valeurs différentes que peuvent avoir les paramètres physiques des matériaux dans le sol (par exemple la densité spécifique ou la conductivité électrique).

Résistance électrique

Eau et glace ont une conductivité électrique très différente : l'eau est particulièrement conductrice, alors que la glace agit comme un isolant électrique. En déterminant la conductivité électrique du sol, respectivement son opposé (la résistivité), des zones gelées contenant de la glace peuvent être distinguées de zones non gelées sans qu'il soit nécessaire d'entreprendre des forages.

La résistivité électrique dans le sous-sol est déterminée par tomographie géoélectrique. La tension est mesurée à l'aide d'une série d'électrodes métalliques fixées dans le sol. Plusieurs centaines de mesures sont réalisées avec les différentes combinaisons d'électrodes, permettant de calculer la répartition de la résistivité électrique dans le sous-sol.

Effets de l'été 2003

Les méthodes géophysiques sont appliquées non seulement à la recherche sur le permafrost mais aussi à sa surveillance. Lorsque les mesures sont répétées au

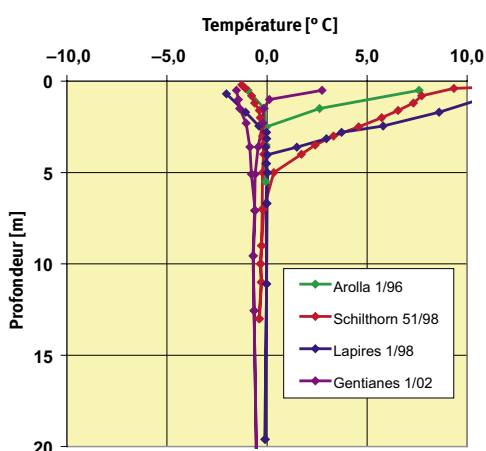
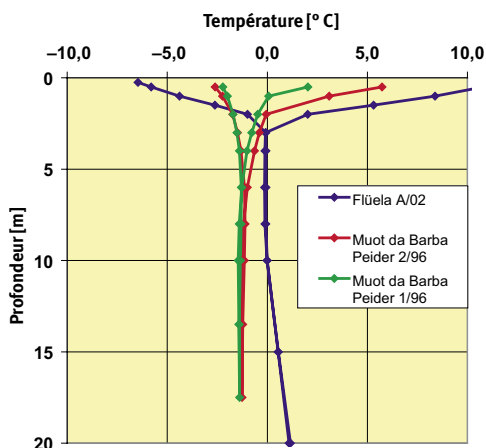
même endroit, il est possible d'estimer si ou combien de glace a fondu durant un certain laps de temps. Un tel système de mesure, suivi durant toute l'année, a été installé en 1999 au Schilthorn. Il comprend 30 électrodes ancrées solidement dans le sol à 2 m d'intervalle. La série relevée durant 5 ans montre les effets de l'été 2003, lors duquel le permafrost a fondu en surface jusqu'à une profondeur de 9 m. Ce processus se lit dans le tomo-gramme par des résistances particulièrement faibles. ▀

Equipe de rédaction PERMOS⁵

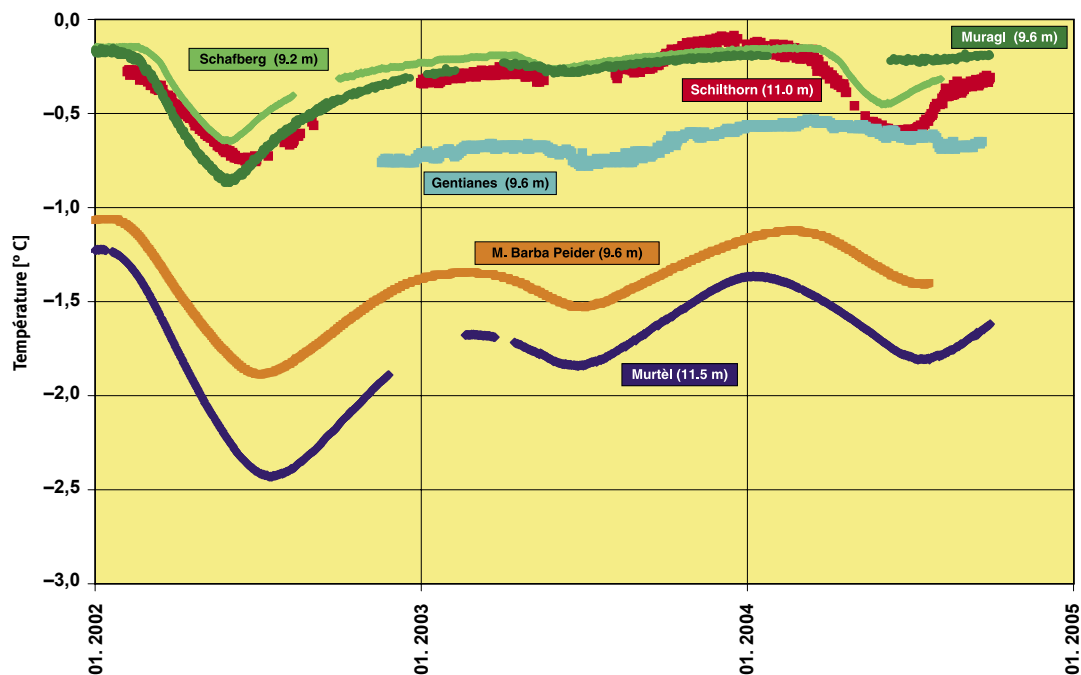
Sources (en allemand seulement) :

- SLF Winterbericht 2002/03 (Pielmeier et al. 2005, in press).
- SLF Winterbericht 2003/04 (Wiesinger & Aebi, in prep.).
- Météosuisse :
– http://www.meteoschweiz.ch/de/Klima/Klimapublikationen/jahresflash_2003.shtml
– <http://www.meteoschweiz.ch/de/Wissen/Publikationen/Bericht-2003-Sommerhitze.pdf>
– http://www.meteoschweiz.ch/de/Klima/Klimapublikationen/jahresflash_2004.shtml

⁵ Equipe de rédaction PERMOS : Daniel Vonder Mühl, Université de Bâle et de Zurich ; Reynald Delaloye, Université de Fribourg ; Stephan Gruber, Université de Zurich ; Christian Hauck, Forschungszentrum Karlsruhe ; Martin Hoelzle, Université de Zurich ; Jeannette Nötzli, Université de Zurich ; Marcia Phillips, ENA Davos ; Nadine Salzmann, Université de Zurich.



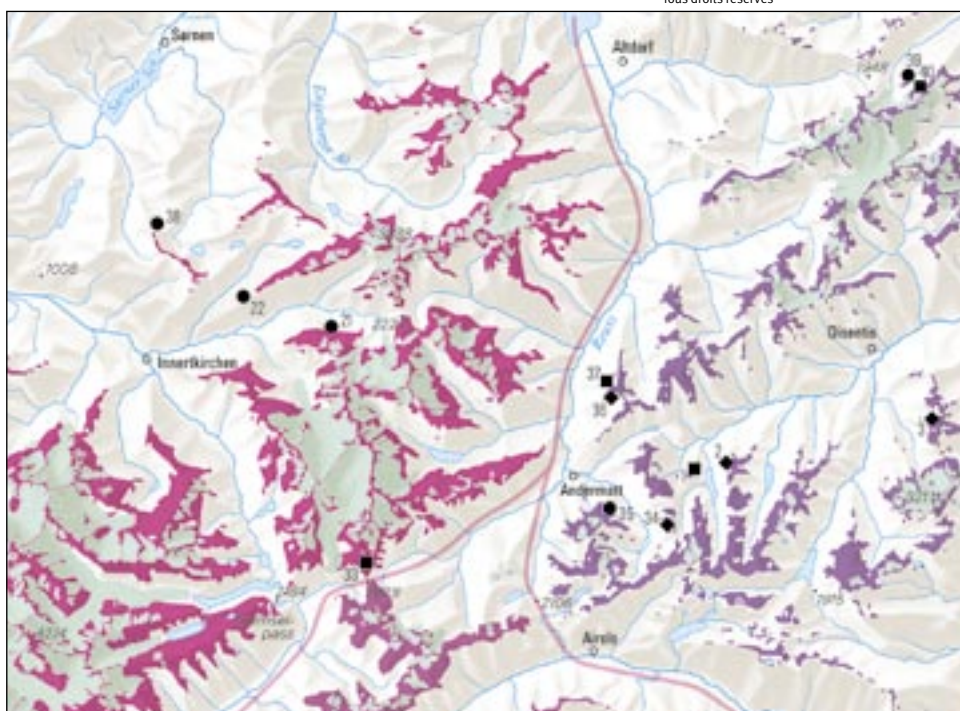
L'épaisseur du pergélisol sur les lieux de forage PERMOS se situe entre 15 et 100 m



Evolution de la température sur certains sites de forage entre 2002 et 2004. Entre octobre 2002 et septembre 2004, les températures ont nettement augmenté. Cela s'explique par un hiver précoce en 2002/2003 avec de grandes quantités de neige, la canicule de l'été 2003, les grandes quantités de neige pendant l'hiver 2003/2004 et les températures élevées de l'été 2004

Autorisation : Vonder Mühl D. et al., Groupe de coordination Permafrost de l'ASSN (1999) : Permafrost – extensions et aspects particuliers. Dans : Atlas hydrologique de la Suisse, planche 3. 9, Berne
© Office fédéral de l'eau et de la géologie, Berne 1999
Tous droits réservés

La feuille 3,9 « Permafrost » de l'Atlas hydrologique de la Suisse (HADES) décrit la répartition du permafrost à l'échelle 1:500 000. Différents modèles régionaux (bleu, rouge, violet) ont servi à son élaboration



Sur le flanc nord du Schilthorn (BE), un premier sondage-test de 14 m a été réalisé en automne 1998 (photo). Deux ans plus tard, deux forages profonds de 100 m sont venus compléter cette station PERMOS



Photo : Daniel Vonder Mühl