



HAL
open science

Retour d'expérience sur l'instrumentation d'un glacier du Baounet : quels apports de la traçabilité des mesures environnementales ?

Sylvain Jobard

► To cite this version:

Sylvain Jobard. Retour d'expérience sur l'instrumentation d'un glacier du Baounet : quels apports de la traçabilité des mesures environnementales?. Neige et glace de montagne : Reconstitution, dynamique, pratiques, Collection EDYTEM - Cahiers de Géographie, n°8, pp.157-162, 2009. halsde-00404045

HAL Id: halsde-00404045

<https://hal.science/halsde-00404045>

Submitted on 31 Mar 2011

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

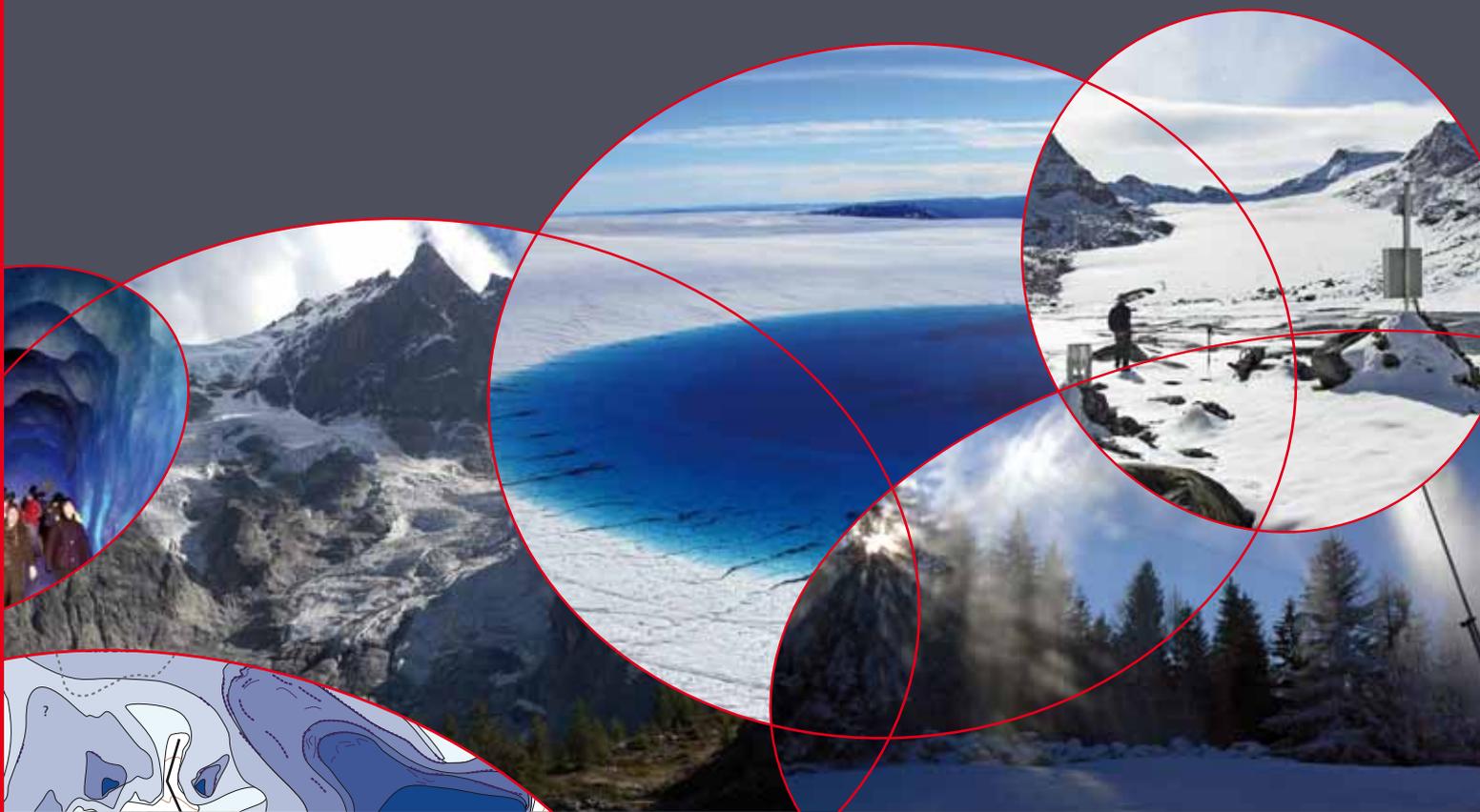
Collection
EDYTEM

Numéro 8 - Année 2009

*Cahiers de
Géographie*

NEIGE et GLACE de MONTAGNE

Reconstitution, dynamique, pratiques



RETOUR D'EXPÉRIENCE SUR L'INSTRUMENTATION DU GLACIER DU BAOUNET

QUELS APPORTS POUR LA TRAÇABILITÉ DES MESURES ENVIRONNEMENTALES ?

*THE INSTRUMENTATION FEEDBACK OF THE BAOUNET GLACIER STATION:
HOW TO CONTRIBUTE TO THE TRACEABILITY OF THE ENVIRONMENTAL MEASUREMENTS?*

SYLVAIN JOBARD

*Ingénierie et Techniques d'Instrumentation pour les Suivis Environnementaux (ITISE),
120, Chemin Saint François, F 73500 Saint André.*

Contact : sylvain.jobard@free.fr

RÉSUMÉ

Les campagnes de mesures hydro-météorologiques réalisées sur le glacier du Baounet (Savoie, France) depuis 2002 ont posé les bases d'un développement de techniques métrologiques inspirées du milieu industriel. Ces méthodes ont pour objectif de stabiliser les mesures environnementales et de caractériser la qualité des résultats. Le retour d'expérience de l'exploitation de la station du Baounet montre que les pertes de temps induites par la mise en place de ces procédures sont largement compensées par les facilités d'exploitation qui en découlent. Le point le plus important demeure un progrès appréciable dans la traçabilité des résultats scientifiques des expérimentations de terrain. Les perspectives de ces travaux s'orientent vers une évolution de l'instrumentation couplée à des télémesures et vers la mise en place d'une charte métrologique.

MOTS CLÉ : MÉTROLOGIE, MONTAGNE, GLACIER, MÉTÉOROLOGIE, HYDROMÉTRIE, TRAÇABILITÉ.

ABSTRACT

The hydro-meteorological data carried back from the Baounet glacier (Savoie, France) since 2002 have been used to develop metrological techniques inspired by the industrial circle. The aim of these methods is to enhance reliability of the environmental measurements and to characterize the quality of these results. The feedback of the Baounet station shows that the waste of time inferred by the execution of these procedures is widely compensated with an easier exploitation. The most important point is a progress in the traceability of the field results. The perspectives of this work are directed towards an instrumentation evolution, coupled with the telemetries and the setting up of a metrological charter.

KEYWORDS: ENVIRONMENTAL MEASUREMENTS, MOUNTAIN, GLACIER, METEOROLOGY, TRACEABILITY.

INTRODUCTION

Le changement global est un phénomène planétaire maintenant admis par la majorité de la communauté scientifique. Les moyens d'observation ont largement progressé, notamment à l'aide des instruments embarqués sur les satellites, permettant ainsi d'obtenir des cartographies globales des variables climatiques. Cependant, ces observations doivent encore s'appuyer sur des mesures de terrain. L'ensemble de ces données météorologiques sert en général à alimenter des modèles numériques globaux (Bougeault *et al.*, 2001). L'exploitation globale de ces résultats reste cependant incertaine en raison du maillage insuffisant des stations de mesure.

En cas d'événement extrême, il devient nécessaire de déployer des observations supplémentaires (Joly, 2003). Ce problème est exacerbé en zone de montagne où les données sont rares et les conditions de terrain souvent très éloignées du standard habituel : une station dans un espace dégagé, sur un sol gazonné, ...

(Hallot *et al.*, 2002 ; Thillet, 1997). Les effets de sites sont donc particulièrement importants et ne facilitent pas la tâche des modélisateurs (Bocquet et Thomas, 1989). Il est toutefois difficile de suivre des normes car les exigences du météorologue sont souvent bien différentes de celle de l'hydrologue ou encore du glaciologue (Kaser *et al.*, 2003 ; Manach, 2002 ; Richards, 1987). Actuellement, chaque discipline suit ses propres normes, induisant des variations dans la traçabilité des données provenant de différents organismes. Il en résulte des difficultés pour comparer les données provenant de stations appartenant à des réseaux différents. Dans ce contexte, la qualité des mesures et leur traçabilité doivent être évaluées afin de réaliser des croisements de données entre stations.

Cet article expose les réflexions suscitées par des travaux de recherche en milieu glaciaire pour la mise en œuvre de techniques de suivi météorologique à partir de méthodes employées dans les milieux industriels.

I - MÉTHODOLOGIE

1 - Présentation du site atelier du glacier du Baounet

Le glacier du Baounet se situe en Haute Maurienne (Savoie) sur la crête frontalière franco-italienne (figure 1), entre 2800 m et 3500 m d'altitude. Ce site a été instrumenté en 2002 dans le cadre d'un projet doctoral sur les fluctuations glaciaires et les processus d'ablation (Jobard, 2005). Les instruments ont été mis en place à proximité du front du glacier, à 2800 m d'altitude, pour suivre les entrées et les sorties hydrologiques du système glaciaire (Jobard et Dziwkoski, 2008). La finalité de cette expérimentation était d'établir un modèle en boîte noire du réseau de drainage interne au glacier. Les instruments mis en place sont : un capteur d'ensoleillement, un pluviomètre, des sondes de température de l'air et du niveau d'eau dans le torrent (limnimètre). Les capteurs sont raccordés à un enregistreur autonome (datalogger). Le dispositif est alimenté par un panneau solaire d'une puissance de 5Wc, couplé à une paire de batteries 12V de 7Ah. L'ensemble du matériel est conditionné dans un coffret étanche (IP65), placé sur un mât de 3,5 m de hauteur (figure 2). Seul le pluviomètre est installé au sol et le limnigraphe dans un tube de protection en PVC.

2 - Une démarche initiale hésitante

Dès le démarrage du projet, les objectifs scientifiques ont été cadrés autour des processus d'ablation à la surface du glacier et les réactions du système glaciaire aux changements climatiques. Le choix des ins-

truments a été contraint par un souci d'homogénéité du parc existant dans le laboratoire. En revanche, les techniques de mise en œuvre et les procédures d'acquisition ont été complètement libres.

Le pas de mesure est ainsi déterminé empiriquement jusqu'à fixer son optimum. Dans notre cas, le torrent émissaire est affecté de crues journalières qui conduisent en général à un triplement du débit, avec un niveau d'eau variant de 10 à 50 cm dans la journée. La durée de montée en crue est de l'ordre de quelques heures. Pour cette étude centrée sur la modélisation des hydrogrammes de décrue, il était nécessaire d'échantillonner un minimum d'une dizaine de points pour décrire correctement la courbe de récession. Les enregistrements doivent donc avoir une résolution minimale d'une heure. Cet intervalle de mesure est suffisant pour pouvoir suivre les processus d'ablation à la surface du glacier et autorise des modélisations à haute résolution temporelle. En pratique, le pas de mesure est fixé à 10 minutes l'été et 30 minutes l'hiver pour économiser l'énergie devenant rare.

3 - Le cas des mesures de température

Les mesures de température de l'air sont directement liées aux effets d'abri entourant le capteur (Leroy, 2002). Il apparaît qu'un abri standard induit de sévères artéfacts de mesure. Le diagramme de la figure 3 montre que les écarts entre des mesures provenant d'un abri ventilé et d'un abri non ventilé peuvent atteindre la dizaine de degrés ! Il apparaît sur cette courte expérience que l'ensoleillement joue

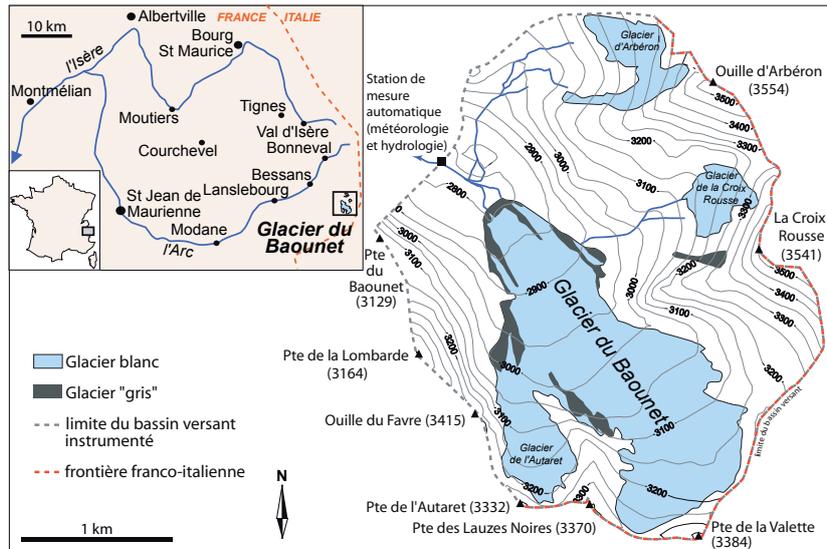


Figure 1 - Localisation du glacier du Baounet.

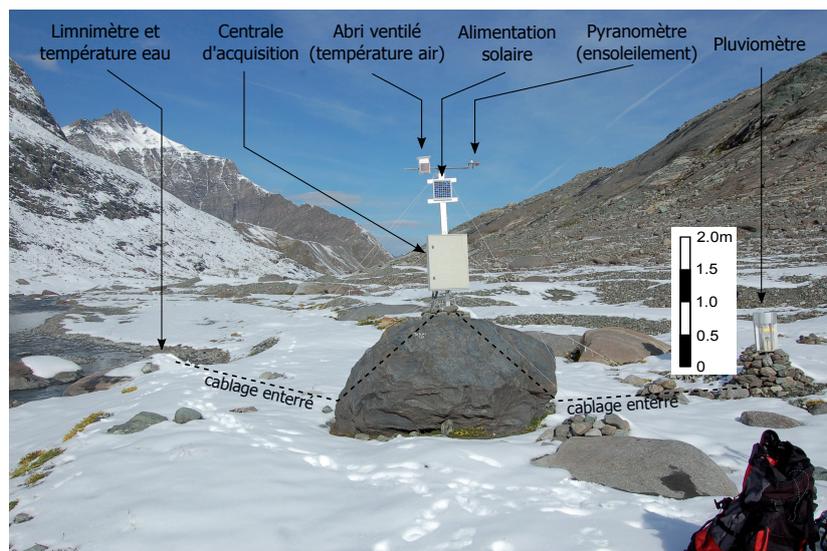


Figure 2 - Photo de la station du Baounet.

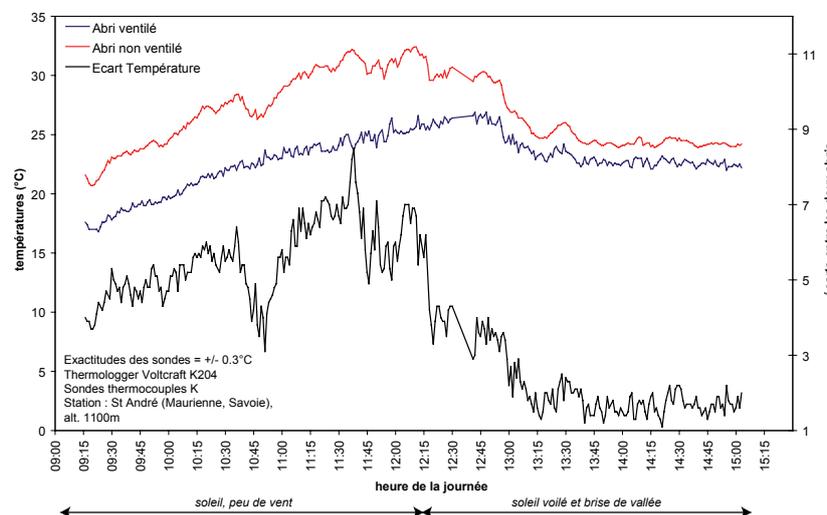


Figure 3 - Comparaison des températures d'abris ventilé et non ventilé.

un rôle majeur. Dès que le soleil se voile, et donc que le rayonnement incident diminue, les écarts de température entre les deux abris s'estompent.

Normalement, en plaine, ces biais sont intégrés dans les protocoles d'acquisition des réseaux météorologiques : toutes les stations sont affectées d'artefacts similaires et les mesures traditionnelles interviennent le matin et le soir, à des heures où l'ensoleillement est faible. Or, le fait de réaliser des mesures en continu, à toute heure de la journée, pose le problème des biais liés à l'ensoleillement. Des stratégies sont donc mises en place afin de se rapprocher le plus possible d'une « vraie » mesure du phénomène que l'on veut étudier. Ce sont là les principes de base des procédures de contrôle et d'étalonnage.

Dans le cas du glacier du Baounet, il s'agit d'étude de phénomènes physiques mettant en jeu des processus de fusion de la glace, où quelques degrés d'erreur peuvent aisément induire à des raisonnements erronés. Il apparaît donc indispensable de recourir à un abri ventilé gommant au maximum les artefacts liés à l'ensoleillement sur les mesures de température. Un abri spécifique a été développé, comportant une ventilation asservie par l'ensoleillement. Cet appareillage est constitué d'un panneau solaire de 0,5 Wc alimentant «au fil du soleil» un ventilateur de 60 mm de diamètre. L'ensemble a été testé en comparaison avec d'autres abris (standard MétéoFrance, tube ventilé à 0,5 m/s), sur une station comportant un pyranomètre et un anémomètre. Le coût de ce montage reste modeste (une centaine d'euros) et serait généralisable à d'autres stations.

4 - L'étalonnage

Lors d'une campagne de mesure, ou pour la comparaison de deux séries de mesures successives, il est fréquent que les données proviennent de sondes différentes (remplacement, usure...). Un doute apparaît alors systématiquement, avant même de traiter les données. Des vérifications s'imposent donc pour avoir la certitude d'une absence d'erreur dans les mesures en raison de ces changements de sondes, ou encore d'un parfait état de marche de la chaîne de mesure.

La vérification la plus simple consiste à comparer les mesures à un « standard » dont la qualité est connue. En pratique, lorsqu'il s'agit de comparer des données de deux sondes de température, la méthode consiste à rapporter chacun des capteurs à un « étalon ». C'est donc une logique de contrôle qui permet de s'assurer de la qualité des mesures. L'étalon employé pour la mesure de contrôle est lui-même comparé à un autre étalon d'ordre supérieur. Cette pyramide d'étalons conduit théoriquement jusqu'au LNE (Laboratoire National de métrologie et d'Essais) et ces étapes successives de comparaison constituent le « raccordement ».

Dans notre cas, le raccordement est resté indirect, en comparant les mesures de terrain à des instruments étalonnés par ailleurs dans un laboratoire accrédité Cofrac, lui-même raccordé au LNE. L'objectif de cette démarche est de réaliser la mesure la plus proche possible de la réalité, sans avoir recours à des corrections statistiques entre plusieurs sondes ou stations.

5 - La traçabilité

La logique d'étalonnage se prolonge avec la notion de « traçabilité », assurant une transparence totale entre le capteur et l'archivage des données. Cette notion, issue du milieu industriel, apporte des solutions très simples aux risques de dérive dans l'utilisation des stations de mesures autonomes, notamment une confiance aveugle dans les prescriptions des constructeurs.

En pratique, un jeu de procédures est établi pour suivre le parcours des données acquises sur le terrain. Ce sont des documents décrivant toutes les étapes des mesures, depuis la réception du matériel neuf jusqu'à l'archivage des données traitées. Entre ces deux extrêmes, se trouvent les procédures de contrôle et d'étalonnage des chaînes de mesures, assurant le raccord avec les systèmes de mesures nationaux et internationaux. Ces procédures interviennent aussi dans le choix des systèmes de mesure lors de projet d'équipement de nouveaux sites, notamment en précisant le cahier des charges pour le type de matériel recherché.

La volonté d'assurer une traçabilité des données n'est pas nouvelle et elle est déjà largement employée dans le milieu industriel et dans les grands organismes d'Etat. La charte qualité hydrométrique, éditée par le Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire, est basée sur ces concepts de traçabilité des mesures environnementales (Forray *et al.*, 1998).

II - RÉSULTATS

Le développement de la station du Baounet et son exploitation depuis 2002 ont conduit à la création d'outils de gestion spécifiques. Ces dispositifs se complètent mutuellement pour former un ensemble méthodologique cohérent (figure 4). Ces mécanismes, largement inspirés des techniques métrologiques industrielles, ont été adaptés aux contraintes du site. Néanmoins les possibilités de généralisation de cette méthodologie ont été intégrées dès sa conception, afin de pouvoir la transposer à d'autres sites de mesure.

1 - Les procédures

Ce sont des documents de quelques pages au maximum décrivant l'ensemble des opérations nécessaires à l'acquisition des données. Par exemple, les étalonnages, l'archivage des données et le mode de structuration, sont décrits dans le détail. La finalité de ces documents est de constituer une base de travail de référence pouvant être consultée à tout moment par des partenaires ou permettant de transmettre les méthodes à des collaborateurs. Ce système peut apparaître comme

un carcan rigide et formaliste, mais il évolue constamment, au gré des avancées technologiques et des améliorations constantes dans les techniques de travail.

2 - Le Suivi Métrologique Informatisé (SMI)

Il s'agit d'une base de données qui rassemble l'ensemble des opérations concernant les dispositifs de mesure et les stations d'un même réseau de mesure. La page principale prend la forme d'un registre chronologique comprenant : dates, station, élément, action, lien hypertexte, remarque et suspens. Cette base de données permet de relier les interventions sur les chaînes de mesures avec les fichiers de mesure, les protocoles d'acquisition, pannes etc. À partir du SMI, il est possible d'extraire à tout instant les grandes actions qui ont affecté la vie de la station. De même, lors de la préparation de mission, il est particulièrement aisé de souligner les questions en attente et les actions à réaliser lors de la prochaine visite de terrain. À ce titre, c'est un assistant de gestion de la station facilitant le suivi et la maintenance des chaînes de mesures. Cette base est

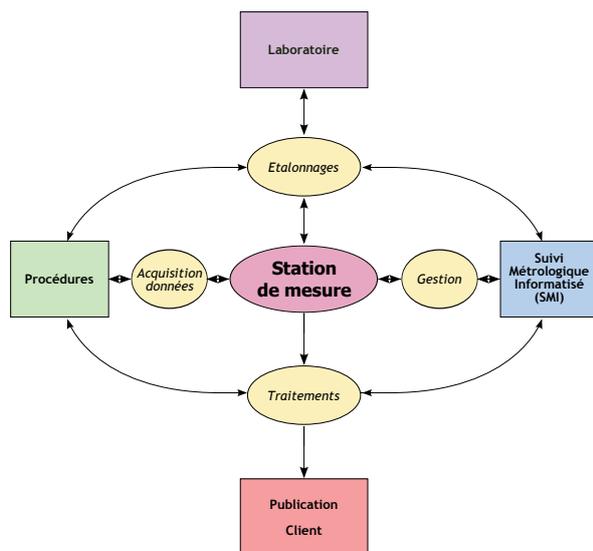


Figure 4 - Organisation du suivi métrologique.

compatible avec un assistant personnel, ce qui permet de disposer des données directement sur le terrain et de noter en temps réel les actions réalisées sur site. Un résultat concret est le gain de temps dans ces tâches de gestion, compensant très largement les pertes de temps pour mettre en place le dispositif.

3 - Le cahier de la station

Ce document essentiel renferme toutes les informations de la station : fichiers de mesure, données mises en forme, fiches d'étalonnage, plaquette de présentation de la station, etc. En pratique, il prend deux formes : un tirage papier des documents et un format numérique. Le cahier de la station est un complément au SMI car il apporte l'ensemble des pièces justificatives mentionnées. Un accent est porté sur l'archivage des documents obsolètes (fiches d'étalonnage de capteurs remplacés...) afin de retracer l'ensemble des séquences de mesures de la station et de pouvoir justifier la qualité de mesures anciennes. Cette précaution évite de posséder des fichiers de mesure dont l'origine n'est pas traçable.

III - PERSPECTIVES

1 - Les télémessures

L'écueil principal de la station du Baounet, et de nombreuses stations de montagne, est l'éloignement. Les visites de terrain sont contraintes par la nécessité de récupérer les données et de réaliser un contrôle physique de la structure de la station. De longues et fréquentes visites sur place sont indispensables pour maintenir les appareillages fonctionnels. Une solution serait le transfert des données par un dispositif de télétransmission, comme par exemple un modem GSM. Malheureusement, l'isolement extrême de la station du Baounet la place en dehors de toute couverture de relais GSM. Techniquement, il existe des solutions par téléphone satellitaire, mais les coûts en matériel et abonnements restent très élevés.

Un projet plus ambitieux est en cours de réflexion pour le développement d'une plateforme de télémessures mixtes (mesures physiques et imagerie automatique) pouvant être déployée sur des terrains métropolitains isolés ou lointains (Canada, États-Unis, Islande...). Le transfert de données serait assuré par une liaison satellite haut débit.

2 - Une charte métrologique de l'environnement

Le but est de mettre en place une série de recommandations afin d'afficher et de respecter une traçabilité optimale des mesures réalisées sur le terrain. Cette démarche se rapproche de celle développée en hydrométrie par les Diren (Forray *et al.*, 1998). A très court terme, ce travail collectif implique une perte de temps relative pour établir et appliquer quelques règles de bases. Mais il apparaît rapidement qu'à moyen et long terme, ces préconisations apportent un gain appréciable de temps et surtout une transparence dans la traçabilité des données. Lorsque ces mesures ne servent qu'à des objectifs de recherche fondamentale, l'application de ces règles ne semble pas primordiale. Lorsqu'il s'agit cependant de contrat de recherche passé avec des partenaires privés, il deviendra indispensable de se rapprocher alors de normes similaires à celles en vigueur dans l'industrie.

Pratiquement, cette charte prendrait la forme d'un document synthétique posant les bases de travail pour assurer la traçabilité des données environnementales. Elle pourrait être issue de séances de réflexion à l'échelle du laboratoire sous la forme de séminaires dont les objectifs seraient de croiser les approches actuelles et d'inventorier les techniques de travail communes. Dans un second temps, l'utilisation d'étalons communs concrétiserait cette approche métrologique globale.

IV - CONCLUSION : LES MESURES AUTOMATIQUES, PROGRÈS OU PIÈGE ?

L'avènement des enregistreurs automatiques a ouvert la voie à des études basées sur l'acquisition de données environnementales à haute résolution temporelle. Cette évolution technique implique une révolution dans un champ disciplinaire qui tend à répondre à des études comprenant une part grandissante de données quantitatives. Les rapports qualité/prix des chaînes de mesure sont de plus en plus favorables à des possibilités d'instrumentations nouvelles. Par ailleurs, les défis à relever se précisent chaque jour avec les problématiques d'impacts du changement global. Le recours à des stations de mesure s'impose naturellement.

Ces appareillages posent cependant un problème majeur en délivrant très facilement des fichiers de mesure à haute résolution temporelle. Le plus souvent, il est tentant de ne faire confiance qu'aux prescriptions des constructeurs et le contrôle des instruments est considéré comme une perte de temps. Or le matériel est soumis à des contraintes physiques fortes (variation de température, humidité, etc.). Dans ces conditions, com-

ment peut-on assurer une qualité similaire à celle obtenue sur la paillasse d'un laboratoire où les principaux paramètres physiques sont contrôlables ? La réponse qui a été apportée par l'étude hydrométéorologique du Baounet est un recours systématique aux étalonnages et à un contrôle étroit des chaînes de mesures. Cela implique une grande humilité sur les expérimentations de terrain, mais les garde-fous représentés par les méthodes mises en place (procédures, suivi métrologique informatisé, cahier de station) ont pour but de garantir la traçabilité des données jusqu'à leur archivage.

La généralisation de ces méthodes à d'autres sites d'étude pose les bases d'une autre approche des mesures de terrain, dans laquelle la traçabilité des résultats scientifiques constitue un savoir faire à part entière. Un tel positionnement constitue une condition essentielle pour une intensification de la part des études environnementales quantitatives dans les recherches actuelles et permet d'envisager une forme de valorisation économique des recherches universitaires.

Remerciements

Un remerciement particulier est adressé à Angela et Silvana pour leurs traductions et relectures des résumés en anglais. Les mesures de terrain n'ont été possibles qu'avec les participations de nombreuses personnes, en particulier Gérard, Yoann, Michel... Une pensée est adressée à Marc Jacquemmoz pour les échanges et les discussions autour des capteurs et des chaînes de mesure.

BIBLIOGRAPHIE

- BOCQUET G., THOMAS A., 1989. Mesures hydrologiques et climatologiques en haute montagne - Les handicaps du milieu. *Revue de Géographie Alpine*, LXXVII 1-2-3, 95-104.
- BOUGEAULT P., RICHARD E., ROUX F., 2001. L'expérience MAP sur les phénomènes de mésoéchelle dans les Alpes. *La Météorologie*, 33, 16-33.
- FORRAY N., AUER J.-C., BROCHOT J.-F., ERAUD Y., AVRIAUD A., GHIO M., LALLEMENT C., LANG M., ODIER M., SCHERER C., 1998. Charte qualité de l'hydrométrie - Code de bonnes pratiques. Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire, 56 p.
- HALLOT H., LABYT D., TOMASINI M., 2002. Météorologie Générale. Subdivision Météorologique de l'Ecole Nationale de l'Aviation Civile, 2^e édition 2003, Météo-France et ENAC, 325 p.
- JOBARD S., 2005. Les glaciers du Haut Arc (Savoie) : caractérisation et impacts de la décrue post-Petit Age Glaciaire. Thèse de doctorat, Université de Savoie, non publiée, 267 p.
- JOBARD S., DZIKOWSKI M., 2008. Les réseaux de drainage glaciaire et les milieux karstiques : analogies morphologiques et modélisations hydrologiques. *Karstologia*, 51, 45-50.
- JOLY A., 2003. L'observation adaptative. *La Météorologie*, 43, 22-36.
- KASER G., FOUNTAIN A., JANSSON P., 2003. A manual for monitoring the mass balance of mountain glaciers, IHP-IV Technical Documents in Hydrology, N°59, UNESCO, 107 p.
- LEROY M., 2002. La mesure au sol de la température et des précipitations. *La Météorologie*, 39, 52-56.
- MANACH J., 2002. Les besoins en observation des prévisionnistes. *La Météorologie*, 38, 22-28.
- RICHARDS K., 1987. Rivers channels. Environments and process. Blackwell, 391 p.
- THILLET J.-J., 1997. La météo de montagne. Seuil, 188 p.

NEIGE et GLACE de MONTAGNE

Reconstitution, dynamique, pratiques

Sommaire

Editorial
Introduction

1 - Reconstitution

- Coutterand S. *et al.* - Le lobe glaciaire lyonnais au maximum würmien : glacier du Rhône ou/et glaciers savoyards ?
- Ravel L. *et al.* - Désenglacement du haut bassin versant du Vorz (massif de Belledonne, Isère), au Tardiglaciaire et à l'Holocène.
- Rey P.-J. - Sociétés et fluctuations du climat dans les Alpes nord-occidentales au Néolithique moyen.
- Le Roy *et al.* - Étude des fluctuations glaciaires du Petit Âge de Glace dans le Massif des Écrins : apports de la lichénométrie.
- Kirkbride M.P. - Datation des moraines holocènes d'Islande par tephrochronologie : un état de l'art.
- Le Roy *et al.* - La dendroglaciologie, ou l'apport de l'étude des cernes d'arbres pour la reconstitution des fluctuations glaciaires holocènes.
- Rabatel A. - Évolution glaciaire dans les andes subtropicales chiliennes entre 1955 et 2007 : conséquences pour la ressource en eau.
- Le Roy *et al.* - Un inventaire des aérographies du massif du Mont Blanc.

2 - Dynamique

- Ravel L. - Évolution géomorphologique de la haute montagne alpine dans le contexte actuel de réchauffement climatique.
- Gruber S. - Le permafrost de haute montagne.
- Deline P. *et al.* - L'Aiguille du Midi (massif du Mont Blanc) : un site remarquable pour l'étude du permafrost des parois d'altitude.
- Saulnier G.-M. *et al.* - Un éléphant volant est-il un oiseau ? Perspectives pour l'observation hydrométéorologique des milieux de montagne.
- Jobard S. - L'instrumentation du glacier du Baounet : quels apports pour la traçabilité des mesures environnementales ?
- Moreau L. - L'exploration du cryokarst glaciaire et son intérêt scientifique pour l'étude du drainage des eaux de fonte.
- Mazué R. *et al.* - Suivi de l'évolution de la couverture detritique d'un glacier noir par photo-comparaison : le glacier d'Esteelette.

3 - Pratiques

- Paccard P. - Réchauffement climatique et ressource neige en domaines skiables.
- Gauchon C. - Les hivers sans neige et l'économie des sports d'hiver : un phénomène récurrent, une problématique toujours renouvelée.
- Laslaz L. - L'exclusion des glaciers des zones centrales des Parcs nationaux de la Vanoise et des Écrins et leur équipement pour le ski d'été.
- Cayla N. - Les sentiers d'interprétation glaciaire : des outils de valorisation différenciée des glaciers et de leur territoire.
- Lambert R. - Cartozonage : de la carte au zonage du risque avalanche.
- Moulin A. *et al.* - L'incertitude liée aux avalanches dans les Alpes du Nord : identifications et implications pour la gestion.

La «Collection Edytem»
a pour objet de mettre en avant
l'apport de la géographie, de la géologie
et des sciences de l'environnement
dans l'étude des milieux et territoires
de montagne.

Déclinée en «numéros thématiques», elle
met en avant les travaux réalisés au sein
du laboratoire Edytem et les résultats
de ses programmes et actions
de recherche.



Prix - 15 euros

ISBN 978-2-918435-00-6

