



**HAL**  
open science

**Risques induits par le lac d'Arsine et travaux de  
protection exécutés en 1986 (Commune de  
Monétier-les-Bains - Hautes Alpes)**

J.C. Cocheteau, C. van Effenterre

► **To cite this version:**

J.C. Cocheteau, C. van Effenterre. Risques induits par le lac d'Arsine et travaux de protection exécutés en 1986 (Commune de Monétier-les-Bains - Hautes Alpes). 1990, pp.41-49. insu-00503925

**HAL Id: insu-00503925**

**<https://insu.hal.science/insu-00503925>**

Submitted on 19 Jul 2010

**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.

## **RISQUES INDUITS PAR LE LAC D'ARSINE ET TRAVAUX DE PROTECTION EXECUTES EN 1986**

(Commune de Le Monétier-les-Bains - Hautes-Alpes)

par J.C. COCHETEAU et C. VAN EFFENTERRE

Service RTM des Hautes-Alpes

Résumé. Les lacs proglaciaires sont souvent considérés par les spécialistes comme des risques potentiels. L'évolution récente et inquiétante du lac d'Arsine, observée par les glaciologues de Grenoble, les a conduits à alerter les pouvoirs publics, ceux-ci ont alors été amenés à intervenir en urgence au printemps 1986 pour réaliser un exutoire artificiel. Des études complémentaires ont été réalisées durant l'été pour mieux cerner les risques. De cette affaire assez exceptionnelle plusieurs leçons de portée générale peuvent néanmoins être tirées.

### 1.1. Rappel sur les lacs proglaciaires

Les lacs proglaciaires sont des retenues d'eau formées au pied d'un glacier par une moraine frontale lors d'un recul glaciaire. A niveau fixe ou variable selon les apports, ils peuvent avoir un exutoire naturel ou une évacuation par infiltration dans les moraines latérales et frontales. Plusieurs cas de catastrophes naturelles liées à cette situation se sont produits notamment dans la Cordillère des Andes (LLIBOUTRY et alii (1)). Les causes présumées en étaient la submersion de la moraine frontale par l'onde de propagation issue d'un vélage du glacier, ou un tremblement de terre. Plus près de nous, des crues torrentielles ont été causées par la vidange brutale du lac proglaciaire de Macugnaga en Italie ; celle-ci s'est produite deux fois par l'amont à travers les crevasses du glacier lors de ses avancées périodiques (2). On a également noté une vidange brutale sur le lac de Lesché en Vanoise, cette fois-ci par un renard à travers les zones de glace fossile situées dans la moraine frontale (MARNEZY (3)).

Ces événements s'inscrivent dans la longue liste des débauches glaciaires (dans les Alpes occidentales, voir VIVIAN (4)) et justifiaient donc l'inventaire et la surveillance des lacs proglaciaires d'importance, initiée par LLIBOUTRY en 1969.

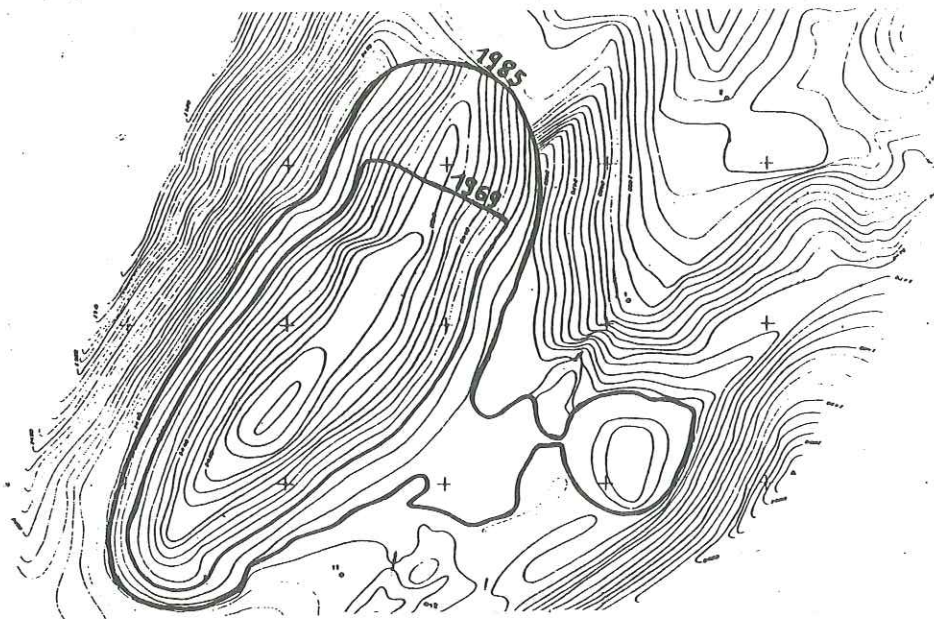
### 1.2. Le cas d'Arsine

Le lac du glacier d'Arsine est situé vers 2450m d'altitude au pied du massif des Agneaux, au coeur de la zone centrale du Parc National des Ecrins. Il se situe dans le bassin versant du torrent du Petit Tabuc et domine le hameau du Casset, sur la commune de Monétier les Bains.

A la suite de la prise de conscience des risques potentiellement induits par les lacs proglaciaires, ce lac avait fait l'objet d'une première reconnaissance en 1969, puis des observations de terrain furent réalisées en 1969, 1983 et 1985. Des relevés inquiétants furent enregistrés lors de la campagne de mesures topographiques, bathymétriques et géophysiques effectuée en 1985 (CREANCIER et GERBER (5)) :

- élévation du niveau maximal du lac de plus de 8m en 15 ans (le lac subit des variations de niveau saisonnières, le maximum étant atteint en été),
- revanche naturelle restante inférieure à 2,50m,
- front de vélage actif,
- présence d'une zone de glace morte en rive occidentale, justement située au point de débordement prévisible.

En janvier 1986, les pouvoirs publics furent donc officiellement informés par un rapport du CNRS de cette situation et des risques encourus par la commune de Monétier les Bains située à l'aval (VALLON (6)).



	1969	1985	Δ
Longueur	196m	393m	+ 100m
Superficie	33 900m <sup>2</sup>	59 100m <sup>2</sup>	+ 25 000m <sup>2</sup>
Volume	531 800m <sup>3</sup>	800 900m <sup>3</sup>	+ 269 000m <sup>3</sup>
Prof. max	32m	37m	+ 5m
Niv. max	≈ 2 450m	≈ 2 458m	+ 8m
Niv. min	?	2 444m	

#### Situation du problème



Les risques affichés alors par les experts, s'inspirant de cas analogues, sont de gravités et de probabilités diverses. Plusieurs mécanismes sont supposés en effet pouvoir être mis en jeu, à savoir :

- . la mise en mouvement de l'eau du lac par un séisme, un écroulement de la moraine latérale ou une chute de séracs importante, qui pourrait entraîner la submersion de la digue et l'érosion rapide de la moraine ;

- . le débordement du lac, apparemment inéluctable, qui pourrait se faire de manière calme par surverse sur la zone de glace morte, mais pourrait également s'accompagner soit d'une fonte peut-être rapide de ce verrou de glace, soit d'une érosion régressive de la moraine aval, ce qui entrainerait dans les deux cas une vidange brutale ;

- . enfin, le risque du renard ; celui-ci étant à prendre en compte du fait de la hauteur d'eau et de l'éventuelle présence de glace fossile dans la moraine.

Tout en suggérant diverses solutions de protection (digue, tunnel...), le rapport concluait à la nécessité absolue d'une intervention rapide, si possible dès 1986.

A la suite de cette mise en garde, les pouvoirs publics se devaient d'agir. Un choix politique s'imposait alors à eux : la détermination de niveau de risque tolérable et conséquemment les moyens à mettre en oeuvre pour éviter d'éventuels dégâts. Cette décision était d'autant plus difficile à prendre que :

- du point de vue scientifique, l'avis d'expert, tel qu'il était rédigé, était incontournable ; les techniciens locaux, qui découvriraient le problème et n'avaient pas d'informations spécifiques, étaient dans l'impossibilité d'émettre une opinion vraiment fondée ;

- du point de vue technique, les solutions d'intervention possibles n'étaient pas précisément connues et chiffrées, et leur fiabilité incertaine ;

- financièrement, aucun crédit n'était évidemment programmé, les financements éventuels dépendant en plus d'un grand nombre de centres de décision ;

- enfin, juridiquement, l'affichage d'un tel risque créait une "obligation de moyens" pour l'Administration et pour le maire responsable de la sécurité publique.

En fait, ce fut au cours de plusieurs réunions regroupant les principaux intéressés (Maires de la vallée, Directions Départementales de la Sécurité Civile, de l'Agriculture et de l'Équipement, Parc National des Ecrins, Gendarmerie...) et présidée par le Sous-préfet de Briançon que se dessina progressivement la stratégie d'intervention.

## 2/ - Les interventions

### 2.1. Les différentes possibilités

En se référant aux réalisations connues, plusieurs types d'action devaient être étudiés :

la prévention, revenant à estimer les mécanismes et les vitesses de rupture et à mettre en oeuvre un plan d'évacuation des zones considérées comme menacées,

la défense passive, sous la forme d'un barrage de sédimentation immédiatement à l'aval du lac, ou d'une digue de protection du village du Casset au niveau du cône de déjection dans la vallée,

la protection active, consistant à supprimer le risque de débordement soit par rehaussement de la berge (digue en remblai) soit par abaissement du niveau du lac (pompage ou siphonnage) soit par aménagement d'un exutoire artificiel (tranchée ouverte ou tunnel),

le calendrier des interventions devait être étudié parallèlement : sachant que le lac atteint son maximum en été, fallait-il intervenir avec des moyens lourds avant cette date, ou faire l'impasse pour 1986 et intervenir à l'automne ?

### 2.2. la stratégie retenue

Les conditions topographiques et climatiques du site sont très sélectives pour des interventions lourdes à pareille époque : il n'y a aucun accès terrestre pour des engins de travaux publics, le site est fortement enneigé et le printemps souvent mauvais dans le massif. Les seuls modes d'accès envisageables sont l'utilisation de certains gros hélicoptères et l'utilisation de la galerie souterraine percée par E.D.F au niveau du plan de l'Alpe de Villar d'Arène.

De nombreuses solutions techniques ont été ainsi progressivement éliminées : défense passive illusoire et hors de prix, siphonnage non fiable compte tenu du relief et de l'altitude, tunnel impossible à improviser, etc... Le pompage reste une solution intéressante malgré des coûts très élevés (environ 2 millions de francs, couvrant l'installation du chantier par hélicoptère, les immobilisations importantes et les astreintes), mais cette intervention possible n'aurait fait que repousser le problème à l'automne.

Il restait donc comme seule solution jouable en urgence la réalisation d'un exutoire artificiel par tranchée ouverte dans la moraine latérale, intervention cependant audacieuse et dont la réussite dépendait d'un grand nombre d'aléa.

Il fut donc décidé de tenter de mettre en place cette solution curative avant l'été, au moins de manière provisoire, et de mener parallèlement l'étude d'un plan d'évacuation si cette intervention d'urgence se révélait impossible ou échouait.



### 2.3. Le plan d'évacuation

Une préétude fut engagée à la demande des services de la Préfecture des Hautes-Alpes par le CEMAGREF d'AIX EN PROVENCE, afin d'estimer l'ordre de grandeur des phénomènes redoutés et la justification d'un plan d'alerte (DEGOUTTE (7)).

Le principe de cette étude est le calcul de la propagation d'une onde de crue dans une vallée sèche par la méthode simplifiée par abaques du CTGREF utilisée pour les ruptures de barrages. On se trouve là en limite du domaine de validité de la méthode : pente d'écoulement très forte puis rupture de pente dans la vallée nécessitant une réinitialisation, et surtout conditions initiales (forme et section de la brèche) inconnues, donc nécessitant des hypothèses déterminantes.

Néanmoins les quelques indications grossières obtenues (temps d'arrivée de l'onde et hauteur de la lame d'eau) ont montré qu'une évacuation immédiate du hameau du Casset devait être prévue, et que le plan d'alerte devait également englober les zones basses de la Guisane.

Cependant, le bon déroulement des travaux d'urgence dispensa d'aller plus loin dans l'établissement d'un véritable plan d'évacuation au grand soulagement des autorités chargés de l'exécution délicate de ce mode de prévention. Celui-ci ne fut donc jamais ni mis à exécution ni même mis en place tant du point de vue technique qu'administratif.

### 2.4. Les travaux d'urgence

Ils furent dirigés par le Service Départemental RTM des Hautes-Alpes et réalisées dans le cadre du programme départemental de travaux de correction torrentielle.

Le 14 avril, les nombreuses difficultés administratives et financières levées, le chantier put commencer. Sa réussite nécessitait la véracité de plusieurs hypothèses :

- possibilité de monter à temps des engins sur la neige à partir de la galerie EDF,
- absence de glace morte dans la tranchée à creuser,
- possibilité de réaliser des verroux d'enrochements stables,
- montée lente du niveau du lac permettant de finir le chantier avant le déversement.

La réalisation des travaux fut confiée à l'entreprise S.T.G.D QUEYRAS de St Crépin. En raison du court délai d'exécution et de conditions nivométéorologiques exceptionnellement mauvaises, ils prirent rapidement l'allure d'une véritable expédition et d'une course contre la montre : il fallut quinze jours pour accéder au site avec un bouteur, un chargeur et une pelle, précédés d'une chenillette de damage.

Les travaux en eux-mêmes durèrent environ deux mois sous et dans la neige, mais ils furent couronnés fin juin par le déversement sans dommages du lac par la tranchée (VILLIOT et alii (8)) (voir figure en annexe).

Le danger immédiat était écarté. Restait à affiner l'estimation des risques pour déterminer un traitement moins provisoire réalisable à l'automne.

### 3/ - Les études de risques

Sur recommandation des experts envoyés sur place par la Délégation aux risques majeurs (ANTOINE et de CRECY (9)) des études de risques plus détaillées furent menées durant l'été par différents laboratoires grenoblois très spécialisés.

#### 3.1. L'étude du risque induit par le vélage du glacier

Cette étude fut conduite par la division Nivologie du CEMAGREF DE GRENOBLE (VILA (10)).

Une première phase rapide a constitué à dégrossir le phénomène en estimant la taille probable des écaillles pouvant tomber (5mx15mx70m, soit environ 5 000m<sup>3</sup>) et en adoptant un point de vue énergétique simple (énergie transmise totalement, aucune dissipation bidimensionnelle, onde solitaire). La hauteur maximum de la vague est estimée ainsi à 3,5m.

Une approche bidimensionnelle a ensuite été effectuée pour déterminer le volume et le débit devant transiter dans l'exutoire. La simulation donne un débit de pointe de 15m<sup>3</sup>/s pendant une vingtaine de secondes, le tirant d'eau étant d'environ 2m.

Il se trouve qu'une grosse chute de séracs s'est produite devant témoins cet été, qui confirme cet ordre de grandeur.

La revanche existante et le dimensionnement du chenal d'évacuation réalisés en urgence semblent ainsi suffisants pour cette taille de phénomènes.

#### 3.2. Etude de la glace fossile

Menée par le laboratoire de glaciologie et de géophysique de l'environnement (CNRS (11)) avec des moyens géophysiques adaptés (sismique, réfraction et mesures de résistivité), elle indiqua l'absence de permafrost et la position du substrat, l'épaisseur morainique, l'inexistence très probable de lentilles de glace dans la moraine frontale, et confirma la localisation présumée et l'épaisseur de la glace morte en rive occidentale du lac. L'éventualité d'un risque de renard a pu ainsi être écartée, compte tenu de la longueur des trajets d'infiltration, essentiellement induit par d'éventuelles circulations dans des réseaux de glace fossile.

#### 3.3. Etude de stabilité de la moraine

C'est le laboratoire de géologie et de mécanique de l'IRIGM qui réalisa l'étude d'un éventuel glissement de la moraine latérale (ANTOINE et MONNET (12)).

Malgré la grande hétérogénéité de la formation morainique et les difficultés des mesures de terrain, il a été néanmoins possible de déterminer, grâce à des essais pressiométriques sur le site et à des essais en laboratoire, les caractéristiques mécaniques globales du matériau et la simulation des cercles de glissement critiques : seule la pente externe de la moraine latérale peut être concernée par des glissements pelliculaires, ceux-ci ne mettant pas en cause la stabilité de l'ensemble. L'effondrement brutal de la moraine peut donc maintenant être écarté raisonnablement.



### 3.4. Conséquences pratiques

#### les travaux complémentaires

L'abaissement du niveau de l'exutoire artificiel, rendu onéreux et très délicat à cause de la présence de la glace morte ne fut pas entrepris, au vu des risques résiduels et des crédits mis en place. Les travaux réalisés à l'automne furent donc surtout le confortement de l'exutoire par des enrochements supplémentaires, la disposition des remblais en digue artificielle amont, et le réaménagement des abords et de la piste d'accès.

L'opération aura ainsi globalement coûté 1 250 000 F dont environ 200 000 F d'études diverses.

#### L'évolution du site et la surveillance

Si donc le niveau de risque paraît actuellement contrôlé, il n'en reste pas moins, au vu de ces études et par comparaison avec d'autres sites analogues, qu'une évolution à terme du site est possible (crue ou régression glaciaire, fonte de la glace morte, affaissement des moraines, érosion du chenal...).

Une surveillance régulière et à long terme doit donc maintenant être mise en place : elle devrait prendre la forme de visites du site pluriannuelles, assurées notamment par les agents du Parc National des Ecrins, et de missions de stéréophotogrammétrie aérienne triennales entrant dans le cadre habituel des études glaciologiques françaises.

### 4/ - Quelles leçons en tirer ?

Il faut avant tout rendre hommage à l'ensemble des gens qui sont intervenus dans cette affaire :

- les scientifiques, qui ont une fois de plus prouvé l'utilité de leurs recherches et de leurs observations, tout en sauvant peut-être de nombreuses vies,

- les techniciens et les ouvriers, qui ont réussi la prouesse de réaliser ces travaux dans des conditions éprouvantes,

- les élus et les responsables administratifs, qui ont permis le lancement de cette opération, et ont ainsi prouvé que les structures nées de la décentralisation, loin d'être des freins, étaient en fait assez adaptées à de tels cas nécessitant une réaction rapide ; Une mention spéciale doit être faite pour le Conseil Général des Hautes-Alpes qui a assuré avec une grande efficacité le mandat de la maîtrise d'ouvrage.

D'autres leçons plus générales peuvent néanmoins être tirées de cette affaire : cet exemple de risques naturels en montagne, assez particulier, permet en effet de soulever un certain nombre de remarques et suscite quelques réflexions.



#### 4.1. Sur le plan cognitif

On sait la problématique posée par la prise en compte de risques connus mais de fréquence très faible. Le cas d'Arsine montre qu'il existe des difficultés comparables pour des risques peu connus ou rares.

L'observation et la surveillance de tous les sites pouvant occasionner des risques tels qu'écroulements de masses rocheuses, débaçles glaciaires, réveils de glissements très anciens..., est difficilement imaginable.

La connaissance même des mécanismes pose problème : il n'y a pas d'accès facile aux données scientifiques et techniques concernant ces phénomènes, du fait même de leur rareté. Dans le cas d'Arsine, les travaux ont été réalisés sans savoir qu'il se faisait les mêmes, avec les mêmes difficultés, à quelques centaines de kilomètres de là, sur le site de Macugnaga.

Cette mauvaise circulation de l'information peut s'accompagner d'un certain cloisonnement entre différentes spécialités ou d'un manque de certaines connaissances particulières : ainsi dans ce cas précis, on connaît mal les mécanismes d'érosion et de fonte de la glace par un écoulement turbulent, les caractéristiques mécaniques des moraines récentes à forte hétérogénéité... Faut-il pour autant développer des recherches aux retombées si étroites ?

Le diagnostic enfin est vraiment délicat à cause de la complexité des phénomènes et du manque de cas comparables rencontrés. Ceci met bien en évidence l'importance du rôle de l'expert en risques naturels qui est amené à émettre un avis ayant valeur de verdict sans appel ; engageant des responsabilités techniques, financières, juridiques qu'il n'a généralement pas à assumer, il est indispensable qu'il obéisse à une déontologie sans faille.

#### 4.2. Sur le plan relationnel

Une telle situation d'exception met à l'épreuve le tissu social et administratif et en particulier les mécanismes d'information, de décision et d'action.

La communication des informations en temps de crise est un problème étudié depuis peu (LAGADEC (13)). Le cas d'Arsine est un petit exemple de la délicate gestion des relations entre habitants menacés, médias, élus, experts et décideurs. Il illustre les difficultés d'une application pratique de la doctrine de la transparence recommandée par la Délégation aux risques majeurs.

Les processus de décision mis en jeu sont eux relativement simples. Sur le plan administratif et politique l'obligation d'agir étant la règle, aucune difficulté administrative ou financière n'est vraiment insurmontable : le nombre d'autorisations, dérogations, ouvertures de crédits obtenus en un mois par le Service RTM maître d'oeuvre de l'opération en est une bonne illustration. Sur le plan technique, on l'a vu, c'est l'élimination successive des impossibles qui a conduit à choisir une solution.

La solidarité dans l'action enfin, fut une des caractéristiques de cette opération. Face à un relatif isolement extérieur, une solidarité locale regroupant les acteurs concernés (commune, régie communale, administrations et entreprise) s'est effectivement constituée ; elle est une preuve qu'il existe, pour les gens réellement impliqués, une véritable conception "patrimoniale" du risque naturel (OLLAGNON (14)). Celle-ci se manifeste par une appropriation commune du milieu naturel et de son évolution, et par une gestion "en bien commun" des risques induits.

Même s'il est réconfortant de constater un tel état d'esprit, souhaitons néanmoins que dans l'avenir, en ce qui concerne le lac d'Arsine, pareille solidarité n'est plus à se manifester de nouveau.

##### 5. Le suivi

Il est assuré par le Service R.T.M, la commune et le Parc National des Ecrins. Il concerne essentiellement :

1. les sources en pied de moraines pour leurs débits et leur pollution en fines glaciaires. Aucune variation n'est apparue depuis l'été 1986.

2. Le chenal artificiel pour sa stabilité (affouillement).

L'affouillement vertical est nul, le seuil aval ayant bien résister aux diverses crues constatées à l'occasion de la fonte d'orages d'été 1983 ou de chutes de séracs (1982).

L'affouillement latéral est important dans les fines glaciaires et il conviendra de le renforcer dans les années à venir.

3. Le chenal du torrent du Tabuc. Ce chenal voit passer des débits plus importants lors des orages d'été (le lac n'étale plus les crues) mais aucune dégradation n'est apparue. Toutefois la confluence avec la Guisane a été réaménagée en 1988.