

Article scientifique

Article

1990

Published version

Open Access

This is the published version of the publication, made available in accordance with the publisher's policy.

Contribution à l'étude des lacs de Haute-Savoie (France): hydrogéologie de cinq lacs des Bornes et du Haut-Faucigny

Sesiano, Jean

How to cite

SESIANO, Jean. Contribution à l'étude des lacs de Haute-Savoie (France): hydrogéologie de cinq lacs des Bornes et du Haut-Faucigny. In: Bulletin du Centre d'hydrogéologie, 1990, n° 9, p. 81–88.

This publication URL: <https://archive-ouverte.unige.ch/unige:41185>

Contribution à l'étude des lacs de Haute-Savoie (France):

Hydrogéologie de cinq lacs des Bornes et du Haut-Faucigny

par Jean Sesiano*

RESUME

Une série de traçages, effectués dans le cadre d'un inventaire des plans d'eau naturels de Haute-Savoie (France), est présentée. Les cas du lac Charvin, de la mare d'Arclosan et du lac Bénit, dans les massifs subalpins des Bornes-Aravis, sont examinés, ainsi que ceux des lacs du Plan-du-Buet et de Pérula, dans les Préalpes du Haut-Faucigny. De nouveaux résultats et des confirmations sur la tectonique locale sont apportés.

MOTS-CLES

hydrogéologie, traçage, lacs alpins, Haute-Savoie.

ABSTRACT

Several dye-tracing experiments of lakes with underground effluents are discussed. They have been done place in the Alps of Haute-Savoie, France, and were part of a physico-chemical and hydrogeological study of all the natural lakes of this department. Three of the lakes studied, Charvin, Arclosan and Bénit, are in the subalpine range of Bornes-Aravis, and two, Plan-du-Buet and Pérula, in the Prealps of Haut-Faucigny. Confirmations and some new ideas on the local tectonics are given.

KEY-WORDS

hydrogeology, dye-tracing, alpine lakes, Haute-Savoie.

1. INTRODUCTION

Depuis plusieurs années, nous poursuivons des mesures sur tous les plans d'eau naturels de Haute-Savoie en France. Celles-ci consistent à dresser les cartes topographiques et bathymétriques du lac,

* Dpt de Minéralogie de l'université de Genève, 13 rue des Maraîchers, 1211 Genève 4

à prélever des échantillons d'eau pour des analyses physico-chimiques, à rechercher l'origine géologique du lac et à établir son bilan hydrique. De plus, lorsque son écoulement est souterrain, le point d'émergence des eaux est si possible localisé. C'est de ce dernier point que va traiter cet article, en prenant des exemples récemment résolus. Leur emplacement est donné sur la carte de situation (fig. 1). On verra que de nombreuses observations concernant la tectonique et des informations sur la stratigraphie ont pu être apportées.

2. OBSERVATIONS

2.1 LE LAC BENIT

Le lac Bénit est situé dans les massifs subalpins externes, région des Bornes, au pied NW de l'anticlinal du Bargy. Le site est austère, dominé qu'il est par les dalles subverticales du faciès urgonien, par un énorme cône d'éboulis actif issu du col d'Encrenaz, lentement en voie de combler le lac, et par des pentes plus douces entaillées dans le Flysch. L'altitude du plan d'eau est de 1'450 m. Sa profondeur maximum atteint 8,7 m, cette valeur pouvant diminuer de 1,5 m lors d'étiages marqués; sa surface est de 4 ha environ. Le lac possède un déversoir aérien qui fonctionne durant quelques semaines à la fonte des neiges, et un exutoire souterrain, actif en permanence. L'origine du lac semble assez évidente: une double faille, transversale à l'axe de l'anticlinal est à l'origine du couloir et du col d'Encrenaz. Une érosion glacio-karstique s'est emparée du système affaibli avec, notamment durant le Würm, un appareil glaciaire qui avait son alimentation dans le région du col (alt. env. 2'000 m), sa langue surcreusant la zone de contact entre le calcaire urgonien et les schistes et calcaires marneux du Nummulitique et du Flysch. Calcaires et schistes sont séparés par un Gault et un Crétacé supérieur réduits. C'est dans ce contexte qu'est venu se loger le lac. Plusieurs vallums morainiques emboîtés subsistent sur les rives N et NW du lac. Vers l'aval, un seuil de Nummulitique, partiellement recouvert d'un placage morainique est entaillé par l'émissaire aérien.

Il était intéressant de retrouver la sortie des eaux disparaissant sous des blocs, à côté du déversoir aérien. Un traçage eut lieu le 17.5.1986 à 19 h 30, avec l'injection d'un demi-kilo de fluorescéine à la perte. Le déversoir aérien était aussi actif (env. 10 l/s). L'hypothèse suivante avait été faite pour l'établissement des points de surveillance: l'eau pouvait soit s'infiltrer au travers des dépôts morainiques et rejoindre plus bas les eaux de l'émissaire aérien, soit suivre les couches subverticales très karstifiables du calcaire urgonien, au contact avec le Flysch imperméable, et sortir dans la cluse du Foron du Reposoir, 3,5 km à l'ENE du lac Bénit. Des fluocapteurs furent placés et changés 1 à 2 fois par jour dans l'émissaire aérien à Blanzy, à l'émergence de Neyrolle (926.050 / 124.020 / 800 m), à celle de Notre-Dame des Grâces, 250 m en amont, à côté d'une retenue d'eau, et à celle de la grotte du Reposoir, 800 m en amont de la retenue d'eau. Températures et débits d'eau furent aussi surveillés. Seuls les fluocapteurs de l'émergence de Neyrolle, relevés à 18 h. 30 le 18 mai étaient positifs (ceux relevés à 9 h. le même jour étaient négatifs), ainsi que ceux relevés le 19 vers 18 h, mais plus faiblement.

Toutes les autres émergences étaient négatives. On peut relever qu'à la perte, tant la température (9°C) que le débit estimé (5 à 10 l/s) ne concordaient pas avec ceux de l'émergence de Neyrolle (6°C et quelques centaines de l/s). Il y a donc des apports considérables et de provenance plus élevée, issus du Bargy (alt. max. 2.300 m) qui viennent se greffer sur l'eau en transit depuis le lac Bénit. Quant aux autres émergences, elles drainent des parties de la montagne plus internes ou plus proches du sommet de l'anticlinal, comme Ph. Cardin de l'Université d'Orléans l'a montré dans un proches du sommet de l'anticlinal, comme Ph. Cardin de l'Université d'Orléans l'a montré dans un passage à la Tanne Fredde, gouffre au pied nord de la pointe du Midi (au printemps 1986; passage en 34 h jusqu'à Neyrolle et N.D. des Grâces; comm. orale).

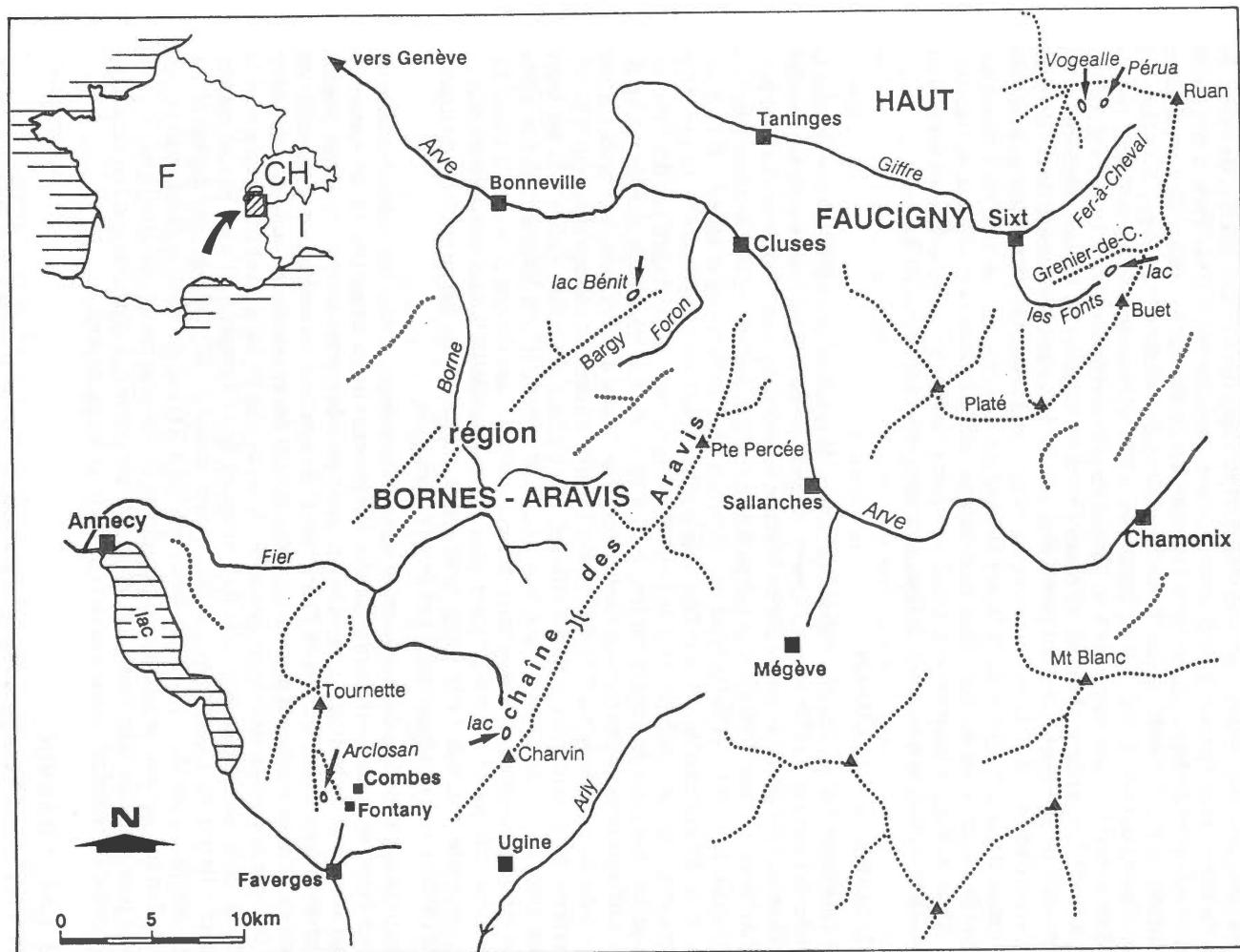


Figure 1: Carte de situation, avec les lacs ayant fait l'objet de traçages

Dans l'expérience décrite ci-dessus, on remarque que c'est la stratigraphie qui dirige le passage de l'eau. En effet, des affleurements très localisés de Flysch apparaissent dans la cluse du Foron, au niveau du torrent et de l'embouchure de l'émergence de Neyrolle (alt. 710 m). Partout ailleurs, le terrain est recouvert de dépôts glaciaires et d'éboulis issus du sommet de l'anticlinal. Les pendages sont faibles, de 0 à 20° vers le sud. Il semble donc que l'anticlinal du Bargy, dont l'axe est fortement plongeant vers le NE, soit ici déjeté vers le NW, chevauchant même le Flysch, dont la polarité est normale (détermination par Eric Davaud sur plusieurs échantillons). Les eaux disparaissant à la perte doivent donc cheminer au contact entre les calcaires du Crétacé supérieur et les schistes marneux du Flysch, circulant même plus loin sur la surface chevauchée de ces derniers dépôts, avant d'émerger dans la profonde coupure où circule le Foron. On peut relever qu'au niveau de la retenue d'eau (émergence de N.D. des Grâces), ce sont déjà les calcaires du Crétacé qui affleurent de part et d'autre du cours d'eau. Nous sommes confortés dans ce modèle car, en traçant le profil - Crête du Bargy - Encrenaz - cluse du Foron-pointe de Nancy - on remarque que l'axe du pli est parallèle à la circulation supposée de l'eau, avec une pente uniforme de 20 %.

2.2 MARE D'ARCLOSAN

Situé à l'extrême SW du massif subalpin des Bornes, le synclinal perché d'Arclosan domine la petite ville de Faverges, au SSE du lac d'Annecy. La géologie du lieu est assez simple en première approximation, bien qu'elle se complique en direction du sud et du nord (Tournette). Le petit plan d'eau d'Arclosan, environ 1'400 m² pour une profondeur de quelques décimètres, se trouve dans des pâturages (alt. 1'770 m), à la limite entre les calcaires à silex du Sénonien et les grès de l'Albien, dont les couches plongent de 70° vers l'est. Une perte se trouve en rive ouest, évacuant un débit d'eau pouvant atteindre quelques l/s à la fonte des neiges, mais ne dépassant pas 0.1 l/min en arrière-saison. Un essai de traçage eut lieu le 27.6.88 à 13 h.30 avec l'injection de 0.6 kg de fluorescéine dans la perte. Des capteurs furent placés dans le nant d'Arcier, près des Combès, à l'est de l'Arclosan, et au Fontany, au SE, où se trouve à peu de distance un captage d'eau (alt. 834 m). Des prélèvements journaliers y furent effectués. Des pluies orageuses eurent lieu les jours suivants. Dans la nuit du 29 au 30 juin, le traceur était détecté, et cela jusqu'au 2 juillet, après quoi on retrouve progressivement le bruit de fond antérieur, une dizaine de jours plus tard. Le passage s'était effectué en environ 2,5 jours, pour une distance de 1'450 m et une dénivellation de 930 m, soit environ 30 m/h. Cette valeur, assez faible, est sans doute due au stockage du traceur dans les conduits avec expulsion rapide lors de la crue orageuse.

On peut proposer le modèle de cheminement suivant: l'eau disparaît dans les roches fissurées du Sénonien inférieur et du Gault pour rejoindre l'Urgonien; elle se dirige ensuite en suivant le pendage vers l'axe de la gouttière synclinale, étant peut-être entre temps descendue jusqu'à l'Hauterivien imperméable. Comme le flanc oriental du synclinal est accidenté par une faille de direction méridienne, rejoignant plus bas un décrochement dextre issu de la Tournette, cela induit l'eau à émerger au captage après avoir rencontré l'écran du plan de faille. Lors des travaux pour la prise d'eau, on avait supposé que cette eau provenait de la Tournette. Il n'est pas nécessaire d'invoquer cette origine. En effet, avec un débit moyen annuel de 40 l/s (étage: une dizaine de l/s; crue de fonte des neiges durant quelques semaines: 200 à 300 l/s), des précipitations annuelles de l'ordre de 2 m compte-tenu de l'évapotranspiration sur le synclinal perché constituent une réserve suffisante pour alimenter cette émergence d'une manière pérenne, à condition que l'on étende un peu le bassin d'alimentation en direction de la pointe de la Becca, au nord.

2.3 LAC CHARVIN

Localisé à l'extrême SSW de la chaîne des Aravis, à 2'011 m d'altitude et à quelques km de

l'Arclosan, le lac Charvin est typiquement d'origine glacio-karstique. En effet, l'héritage glaciaire du cirque dans lequel il est logé ne fait aucun doute, ainsi que le fait remarquer dans sa thèse RIVANO-GARCIA (1978); d'autre part, il est excavé dans les calcaires du Crétacé supérieur et retenu par un seuil de Nummulitique. Une dissolution du calcaire (doline) a pu ainsi être exploitée par le glacier. L'écoulement du lac est souterrain, l'eau disparaissant au bout d'un chenal d'une quinzaine de mètres. L'enfoncement des eaux a du reste débuté il y a longtemps, puisqu'à l'aplomb du seuil et à son aval, on distingue encore vaguement les traces de l'écoulement aérien primitif de l'eau, avant que celle-ci ne trouve des échappées souterraines toujours plus basses; ceci est démontré par les restes d'entonnoirs jalonnant l'intervalle entre le seuil et la perte actuelle. Des sources pérennes alimentent le lac.

Bien que certains auteurs quelque peu mégalomanes aient imaginé faire émerger les eaux du lac Charvin aux sources d'Aix-les-Bains, 32 km à l'WSW, et malgré les légendes d'un lac très profond avec entonnoir central dans lequel aurait disparu du bétail, ceci confirmé par des plongeurs (!), la réalité nous semblait devoir être plus prosaïque. Après quelques mesures, la sonde indiquait 3 m de profondeur maximale, avec une cuvette en majeure partie plane. De grosses sources dans le ravin en aval du lac, à l'origine du Fier, nous orientaient vers la résurgence probable de l'eau. C'est ce que Lugeon avait supposé, du reste. Il restait à le prouver. Un premier traçage eut lieu le 5.10.1983 avec une injection de 150 g de fluorescéine, dans un faible débit à l'exutoire (étiage d'automne). La communication fut démontrée grâce à une forte crue survenue le 11.10.1983, mais la fourchette du passage s'étendait entre 17 h et 9,5 jours. L'expérience fut donc renouvelée le 4 juillet 1986, en situation de crue, avec l'injection de 0,5 kg du même traceur. 2 h15 plus tard, les eaux de l'émergence supposée étaient très visiblement teintées en vert, et cela durant une heure environ. Les eaux du lac ressortent donc 200 m plus bas, à une distance de 450 m, après s'être infiltrées dans le Nummulitique du seuil, fortement diaclasé, et avoir suivi le plan de chevauchement entre les deux écailles du Mont Charvin, le lac étant excavé dans l'écaille supérieure. Ce plan est très évident dans un ravin qui le recoupe plus bas (alt. 1'810 m env.), où les roches sont broyées, et c'est là que se trouvent les sources alimentées, en partie, par le lac Charvin; il est donc bien à l'origine du Fier.

2.4 LAC DU PLAN-DU-BUET

Le Buet est le point culminant des Alpes calcaires du Haut-Faucigny (3'099 m). Il fait partie de la zone de transition entre la nappe de Morcles, vaste pli déjeté et charrié vers le SW, et la zone Bornes-Aravis, à la couverture sédimentaire plissée et décollée. La tectonique régionale est assez complexe, et il n'est pas rare que des chevauchements y côtoient des replis disharmoniques complexes de la couverture, selon la compétence des roches, principalement au niveau du Jurassique moyen et supérieur, le Dogger et le Malm (PIERRE ET USELLE, 1966). On observe de plus une très forte montée axiale des plis dès la localité de Sixt, dans la vallée du Giffre, avec culmination dans la région du Grenairon pour le Malm, niveau qui nous concerne plus particulièrement. C'est ici, en effet, la roche karstifiable par excellence dans les dépôts du Jurassique. En arrière de son ossature résistante, le Callovo-Oxfordien fait souvent bourrage. C'est ce que l'on constate au Buet et dans le vallon qui a éventré le replat structural au NW et au N de ce sommet (cirque des Fonts et combe du Buet). Ce sont du reste probablement des accidents importants du socle qui ont donné naissance tant au cirque voisin du Fer-à-Cheval qu'à celui des Fonts. Par la suite, l'érosion glaciaire a été importante dans le modelé de ces vallons en forme d'auge caractéristique.

En ce qui concerne notre problème hydrogéologique, le lac du Plan-du-Buet est situé à l'altitude de

2'590 m. Il est limité à l'est par l'arête nord du Buet, formée des terrains sombres du Callovo-Oxfordien (schistes avec passées calcaires). Au nord et au NW se dressent les arêtes découpées du Grenier de Commune (2'775 m) et du Grenairon (2'737 m), formées d'un Malm clair très karstifié. Le lac est situé sur un replat structural des schistes noirs tendres, à quelques mètres d'un affleurement (front de pli couché, fig. 2) de calcaire (Malm). Il doit son origine à un glacier issu de la région du Cheval Blanc, au NE, et qui a laissé une série de vallums morainiques très frais, retenant le lac. C'est après la décrue glaciaire du début du XXe siècle qu'il a vu le jour. En période de hautes eaux (fonte des neiges), le lac, dont la surface atteint alors 1.3 ha, a des émissaires aériens et souterrains: le premier, en direction du cirque des Fonts, le second, vers la base du Malm qui côtoie le lac. A l'étiage d'automne, seul ce dernier est actif, la surface du lac ayant très fortement diminué (il y a du reste séparation en deux bassins).

En vue de traçages, des points de surveillance furent établis dans le cirque des Fonts et le long de la branche du Giffre issue du Fer-à-Cheval, en rive gauche où sourdent plusieurs sources, soit: en face de Nant-Bride, au Vivier (émergence pérenne importante) et à Sixt même, à côté de la mairie (bassin circulaire avec venue d'eau permanente). Deux torrents, le Dard, dont les deux bras prennent naissance sous le grenier de Commune (grosses sources à la base d'éboulis), et le Sougy (plus à l'ouest), ont également été surveillés.

Un premier traçage (semi-crue) eut lieu le 14.8.1986, avec l'injection de 2 kg de fluorescéine dans les pertes qui sont situées au fond du lac le plus proche de la base du Malm. Les fluocapteurs laissés du 14 au 18 août au Vivier furent très positifs, ainsi que ceux du Dard et du Sougy (un peu moins) et ceux de Sixt (encore un peu plus faiblement). Il en fut de même pour les capteurs placés du 18 au 26 août. Un second traçage (étiage), précédé d'une expérience à blanc, se déroula le 28.9.1988, au même point, avec l'injection de 3 kg de fluorescéine. Les capteurs placés au Dard et au Vivier du 2 au 9 octobre témoignent du passage du traceur, alors que ceux de Sixt et du Sougy sont plus difficiles à interpréter. Nous pouvons ainsi proposer le schéma suivant (fig. 2): les eaux rejoignent après quelques mètres au travers des éboulis la charnière du pli couché de Malm, puis le suivent au contact du flanc inverse et de l'Oxfordien sous-jacent imperméable. Un plan de fracture NW-SE provoque un changement de direction de 90°. Du plan de strate (contact tectonique), l'eau suit alors le plan de faille qui la fait émerger dans les éboulis au pied des parois du Grenier de Commune, à l'altitude d'environ 1'830 m. Cependant, une partie de l'eau a pu traverser à la longue le plan de faille et continuer selon la direction initiale de l'axe du pli, qui s'abaisse très fortement. On a finalement émergence au niveau de la vallée du Giffre, au Vivier (alt. env. 800 m), et peut-être enfin 600 m au SW, un peu plus bas, à Sixt. Le trajet total est de 6 km pour une dénivellation de 1'800 m, tout le parcours s'effectuant dans le Malm. Ajoutons encore qu'en cas de crue, ce sont toutes les sources, jusqu'en haut comme le Sougy, qui dégorgent, alors qu'à l'étiage, seule l'émergence la plus basse, le Vivier, assure l'évacuation des eaux.

2.5 LAC DE PERUA

Si l'on remonte la vallée du Giffre dont nous avons parlé dans l'expérience précédente, on atteint le Fer-à-Cheval, puis le Fond de la Combe, magnifique auge glaciaire. A 2'000 m d'altitude, en rive droite, se trouve le lac de la Vogealle dont le traçage a fait l'objet d'un article (SESIANO, 1989). 1 km à l'est de ce lac et 240 m plus haut, on observe un petit lac d'environ 0.6 ha, le lac de Pérua. Il est alimenté par plusieurs petits torrents et par une source, et il a deux émissaires souterrains, ce qui explique ses importantes variations de surface. Au vu de la tectonique complexe de la région, il nous semblait que ses eaux pouvaient soit rejoindre le Fond de la Combe où l'on observe une grosse émergence pérenne, soit venir se greffer sur le système hydrogéologique Vogealle-Fontanil (SESIANO, loc. cit.). En fait, la solution a été bien plus simple. Le traçage eut lieu le 3.8.1989

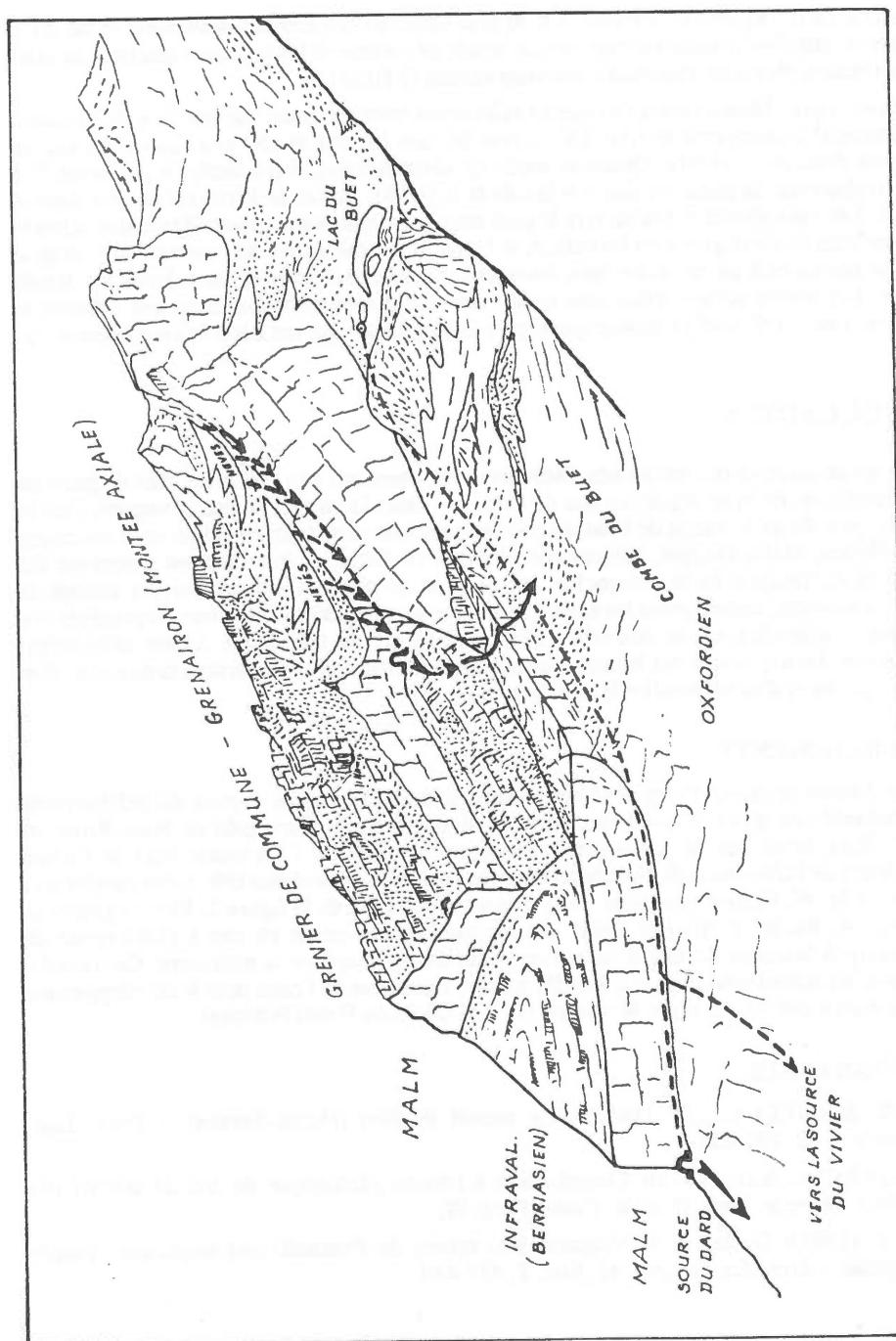


Figure 2: Schéma montrant l'hydrogéologie proposée du lac du Plan-du-Buet

avec l'injection de 0.2 kg de fluorescéine. 2 h 30 plus tard, l'un des torrents alimentant le lac de la Vogealle présentait d'indubitables teintes vertes, troubant fortement les quelques touristes au bord du lac. Trois heures plus tard, tout était à nouveau normal (à l'oeil nu).

D'autres sources plus basses furent également faiblement teintées, mais que pendant 90 minutes. Le point principal d'émergence se situe 130 m plus bas que la perte et 650 m à l'ouest. La vitesse du traceur est donc assez élevée. Quant au mode de cheminement, il est facile (a posteriori !) à expliquer en observant la paroi dominant le lac de la Vogealle. Le lac de Pérua est excavé dans le Valanginien. Les eaux s'infiltrent et suivent le plan stratigraphique Valanginien-Berriasiens selon le pendage (une dizaine de degrés vers l'ouest). A la faveur d'une faille inverse bien visible et dont le plan a donné naissance à un ravin, les eaux émergent pour aller 100 m plus bas rejoindre le lac de la Vogealle. Les autres sorties d'eau sont le fait des très nombreuses diaclases qui hachent le secteur. C'est donc ici d'abord la stratigraphie, puis la tectonique qui ont dicté le cheminement de l'eau.

3. CONCLUSIONS

Cinq exemples de traçages ont été donnés, dans des environnements très différents, tant du point de vue de la tectonique, de la stratigraphie que de l'altitude. Dans la plupart de nos exemples, c'est la stratigraphie qui a dirigé le transit de l'eau, au contact entre une zone calcaire et une zone marneuse (Urgonien-Flysch, Malm-Dogger, Néocomien-Berriasiens). Mais le cheminement a souvent été entravé par la tectonique: faille, décrochement ou plan de chevauchement qui ont changé la direction d'écoulement, contraignant les eaux à se diriger vers l'extérieur. Plusieurs hypothèses ont pu ainsi être confirmées, et de nouvelles observations sur la tectonique locale effectuées. L'hydrogéologie, bien qu'ayant ses limites, permet souvent d'ausculter la partie inaccessible d'un massif montagneux et d'en débrouiller la structure.

REMERCIEMENTS

Je remercie d'abord ceux qui m'ont aidé sur le terrain, dans la besogne ingrate du prélèvement régulier d'échantillons d'eau, à savoir les familles Moccand au Molliet, près de Nant-Bride, et Mogenier à Sixt, ainsi que M. Dunoyer à Faverges, au pied de l'Arclosan. Puis le Centre d'Hydrogéologie de l'Université de Neuchâtel pour les nombreuses analyses effectuées rapidement et avec soin, et M. W. Flumet, géologue, à qui revient la paternité de la figure 2. Merci également au Professeur A. Buchs de m'avoir laissé utiliser son laboratoire de chimie à l'Université de Genève, ainsi qu'à Madame Berthoud qui a bien voulu dactylographier ce manuscrit. Ce travail a été financé par des subsides de la société Académique de Genève et du Fonds pour le développement de la Connaissance des Alpes, et par le subside No 2.5'004.86 du Fonds National.

BIBLIOGRAPHIE

- PIERRE, X. & USELLE, J.P. (1966): Le massif de Sixt (Haute-Savoie). - *Trav. Lab. Géol. Grenoble*, t. 42, 203-235.
- RIVANO-GARCIA, S.O. (1978): Contribution à l'étude géologique du SE du massif des Bornes. - *Thèse 3e cycle, Univ. P. et M. Curie, Paris VI*.
- SESIANO, J. (1989): Du lac de la Vogealle à la source du Fontanil: une importante percée hydrogéologique. - *Arch. Sci. Genève*, 42, fasc. 2, 437-446.