

Université de Genève
Département de Minéralogie

J. SESIANO

**MONOGRAPHIE
PHYSIQUE
DES PLANS
D'EAU NATURELS
DU DEPARTEMENT
DE LA HAUTE-SAVOIE
FRANCE**

1993

TABLE DES MATIERES

| | |
|-----------------------|--|
| Remerciements | |
| Résumé - Abstract | |
| Introduction générale | |

A. REGION BORNES-ARAVIS

| | |
|---------------------------------------|----|
| Lac Charvin | 1 |
| - lac de Tardevant (Manigod) | |
| - lac de Champ-Tardif | |
| - lac de l'Arclosan | |
| Lac des Confins | 4 |
| - étang de Croix | |
| - mare de Lachat | |
| - mares du Danay | |
| Lac du Crof | 6 |
| - mares des Parchets | |
| - bassin de la Chartreuse du Reposoir | |
| Lac de Tardevant | 7 |
| - mare Rouge | |
| - mare du Parletelet | |
| Lac des Fours | 8 |
| - gouille de la Forclaz | |
| - autres mares voisines | |
| Lacs de Peyre | 9 |
| Lac de Lessy | 11 |
| - mare du Lainvouet | |
| - mare de Salin | |
| - mare du Jalouvre | |
| - mares de Cenise | |
| Lac Bénit | 14 |
| Plans d'eau des Bauges | 15 |
| - montagne du Semnoz | |
| - montagne d'Entrevernes | |
| - montagne d'Arcalod | |
| Conclusions Bornes-Aravis | |

B. REGION MONT-BLANC - AIGUILLES ROUGES

| | |
|--|----|
| Lacs des Aiguilles Rouges de Chamonix | 17 |
| Introduction | |
| - mare du Plan-de-la-Cry | |
| - lac Noir de L'Aiguillette | |
| - lac de l'Aiguillette | |
| - lac de Bellachat | |
| - lac de Pormenaz | |
| - laouchet de Pormenaz | |
| - lac de l'Oubli | |
| - lac du Brévent | |
| - lac du Creux-aux-Marmottes | |
| - lac Cornu | |
| - petit lac Cornu | |
| - lac Noir - d'En Haut | |
| - d'En Bas | |
| - lac de la Flégère | |
| - lac Blanc - d'En Bas | |
| - d'En Haut | |
| - lac de la Tête | |
| - lac de la Persévérance | |
| - lacs de Chéserys | |
| - lac de la Remua - d'En Bas | |
| - d'En Haut | |
| Lacs de la région Loria-Terrasse | 33 |
| - gouille de Sassey | |
| - étang de Tré-les-Eaux | |
| - lacs de la Terrasse - d'En Haut - nord | |
| - sud | |
| - lacs de la Terrasse - d'En Bas - nord | |
| - sud | |
| - lac du Rêt | |
| - mares des environs de Bérard | |
| Lacs du massif du Mont Blanc | 36 |
| - lac du Béchat | |
| - mares des chalets de Balme | |
| - lac de Charamillon | |
| - lac Bleu | |
| - lac d'Armancette | |
| - lacs Jovet | |
| Lacs de la région du col du Joly | 40 |
| - lac de Roselette | |
| - autres plans d'eau | |
| Lacs de la région de Mégève | 42 |
| - lac de Leutaz | |
| - autres plans d'eau | |

C. REGION DU HAUT-FAUCIGNY

Introduction

| | |
|----------------------------|----|
| Lac de Flaine | 46 |
| Lac Vernant | 49 |
| - lac des Gouilles Rouges | |
| - mare de Lays | |
| Lac de Gers | 51 |
| - lac Parchet | |
| Laouchets de Platé | 54 |
| Lac Vert | 56 |
| - lac Gris | |
| - lac de Chède | |
| - lac des Fins Soudans | |
| - lac des Bois de Joux | |
| - lac des Barbolets | |
| - mare du Gouet | |
| Lac d'Anterne | 59 |
| - lac des Chaux | |
| - mare du Villy | |
| Lac des Chambres | 62 |
| Lac de la Vogealle | 64 |
| - lac du Trou | |
| - mare du Sageroux | |
| - lac des Verdets | |
| - mare des Grappins | |
| Lacs du Plan-du-Buet | 66 |
| - lac du Grenier | |
| - lac du Cheval Blanc | |
| - gouille du Grenairon | |
| - mare du Tenneverge | |

D. CHABLAIS, GENEVOIS ET RESTE DE LA HAUTE-SAVOIE

| | |
|--------------------------|----|
| Lac d'Arvouin | 69 |
| - lac des Vonnes | |
| - mare de Vouerca | |
| - lac du Linga | |
| - étang de la Mouille | |
| - dépression du Tronchet | |
| - mare des Mattes | |
| - lac de la Torrens | |
| Lac de Tavaneuse | 71 |
| Lac de la Léchère | 72 |
| Lac de Fontaine | 73 |

| | |
|---|----|
| Lac de Bise | 74 |
| - mare de Charousse | |
| - mare d'Ugeon | |
| - lac de Neuteu | |
| Plans d'eau de la région de Novel | 76 |
| - lac de la Joux | |
| - mare des Trois-Peruis | |
| - mare de Corniens | |
| Lacs de la Case (Oche) | 77 |
| Lac de Darbon | 79 |
| - mare de Darbon | |
| - mare de Chillon | |
| Lacs de la Beunaz | 81 |
| - étang du Crozat | |
| Etang de Bénant | 83 |
| Lac Dou | 84 |
| - étang du Gremey | |
| - Cré Bouché | |
| - La Léchère | |
| - le Chéry | |
| Les Voua | 85 |
| - pulsoir d'Orcier | |
| - étang de Maugny | |
| Laousset de Tré-le-Mont | 90 |
| - étang du Mont-Forchat | |
| - étang de la Grange de Lullin | |
| - tourbière des Mouilles | |
| - lac Oui | |
| - le Petit Lac | |
| - tourbière du col de Terramont | |
| - mare d'Outannaz | |
| Etangs de Chez-le-Moine | 91 |
| Laoué de Miribel | 92 |
| Laouets de Noyer | 93 |
| - tourbière de Plaine-Joux | |
| - lac des Trables | |
| - lac du Môle | |
| - mares de Tholome | |
| - mare de la Joux | |
| - étang Noir du Vouan | |
| Lac d'Avoriaz | 95 |
| - lac du Brochau | |
| - lac des Mines d'Or | |
| - lac de Joux-Plane | |
| - mare des Chavannes | |
| - mouille aux Chats | |

| | |
|--|-----|
| Lac de Montriond | 98 |
| - gouille Rose | |
| - Creux des Boitons | |
| Lacs de Damoz-des-Moulins | 100 |
| - lac du Fouyet | |
| - lac de la Corne | |
| Lac de Pététoz | 103 |
| Lac de Vallon | 106 |
| Lac de Roy | 106 |
| Lac d'Anthon | 107 |
| - mare d'Ivoray | |
| - mare d'Ossat | |
| Plans d'eau de la région comprise entre le front des Préalpes, la Dranse, la frontière franco-suisse et le Léman | 108 |
| - lac de Morillon | |
| - lac Noir | |
| Plans d'eau de la région comprise entre l'Arve, la frontière franco-suisse, le Rhône, la frontière entre les deux Savoie et le front des Préalpes ... | 110 |
| - étangs de la vallée de l'Arve | |
| - étang de St Romain | |
| - plans d'eau du Salève | |

E. DISCUSSION

| | |
|-------------------------|-----|
| 1. Morphométrie | 115 |
| 2. Physico-chimie | 117 |

| | |
|----------------------------|-----|
| BIBLIOGRAPHIE | 121 |
|----------------------------|-----|

Table X : morphométrie des principaux plans d'eau de l'inventaire

Table Y : physico-chimie " " " "

REMERCIEMENTS

Dans la phase préliminaire de ce travail, j'ai pu compter sur l'appui du Professeur J. Charollais, du Département de Géologie et Paléontologie de l'Université de Genève, et de Madame Y. Gübler, responsable scientifique du Comité des Réserves naturelles de Haute-Savoie, et j'ai bénéficié des analyses d'eau faites au laboratoire de l'INRA, à Corzent près de Thonon, par Monsieur P. Blanc. Qu'ils soient tous trois remerciés.

Pour tenter d'identifier la provenance d'eaux souterraines, le Centre d'Hydrogéologie de l'Université de Neuchâtel a fait de très nombreuses détections de traceurs; j'ai pu apprécier la qualité de leur travail et l'efficacité des responsables.

J'ai utilisé pour l'extraction de ces traceurs le laboratoire de Spectrométrie de masse du Département de Chimie de l'Université de Genève dirigé par le Professeur A. Buchs. Je l'en remercie vivement.

Sur le terrain, des habitants m'ont facilité la tâche lors des traçages, en effectuant des prélèvements d'eau plusieurs fois par jour, ceci durant plusieurs jours parfois; je mentionnerai Madame et Monsieur G. Mariaz à Magland, Monsieur R. Mogenier à Sixt, Madame et Monsieur J. Moccand au Mollet ainsi que Monsieur H. Ducroz (†) à Nantbride, et Monsieur R. Dunoyer à Faverges. Je les en remercie.

Ma gratitude va au Laboratoire du Service des Eaux des Services Industriels de Genève, et particulièrement à son responsable, Monsieur P. Burkard (†), puis son successeur, Monsieur C. Cottet, pour le grand nombre d'analyses physico-chimiques qui ont très gracieusement été effectuées. Sans celles-ci, une partie importante de mon travail n'aurait pas pu voir le jour.

De nombreux vols ont été effectués sur la région pour contrôler l'état des plans d'eau, pour les photographier, et aussi parfois, pour avoir la chance d'en découvrir de petits. L'aide de Daniel Bois, habile pilote, a été très appréciée.

Lors de mes fréquentes visites aux plans d'eau de Haute-Savoie, j'ai souvent pu compter sur l'aide dévouée de ma femme et de mes filles, transformées pour l'occasion en "sherpani": je leur en suis reconnaissant.

L'appui du service de l'Eau et du Milieu Naturel du Conseil Général a été décisif pour me faciliter le travail de terrain.

Finalement, merci à Messieurs P. Zbinden et J. Metzger de la Section des Sciences de la Terre à l'Université de Genève, qui ont bien voulu dessiner mes nombreuses cartes bathymétriques et géographiques, ainsi qu'à Madame J. Berthoud, qui a soigneusement dactylographié ce texte à partir d'un manuscrit dont le déchiffrement était parfois impressionnant !

Ce travail a été soutenu par des crédits généreusement accordés par le Fonds national suisse pour la Recherche scientifique (No. 2.5004.86), la Société Académique de Genève, la Société vaudoise des Sciences naturelles et la Société pour la Connaissance des Alpes.

C'est enfin grâce à l'aide du Conseil Général de Haute-Savoie que l'impression de cet ouvrage a pu être réalisée.

RESUME

Mots-clé : limnologie, physico-chimie, hydrogéologie,
lacs alpins, Haute-Savoie, France

Cet inventaire, fruit d'une étude de 10 ans, présente tous les plans d'eau naturels du département de Haute-Savoie, dans les Alpes et Préalpes françaises, à des altitudes comprises entre 400 et 2600 m.

Les paramètres morphométriques ont été soigneusement mesurés et, pour les plans d'eau les plus importants, des cartes bathymétriques ont été dressées.

L'origine géologique des lacs a été recherchée. Pour tous ceux qui se vident souterrainement, que cela soit en zone de roches cristallines ou sédimentaires, de nombreux traçages à la fluorescéine ont été effectués afin de préciser le point de réapparition des eaux.

Des échantillons d'eau, en surface et au fond du lac lorsque sa profondeur est assez importante, ont été prélevés afin d'avoir une idée de la physico-chimie, ponctuelle dans le temps aussi bien que dans l'espace.

C'est ainsi que l'on a découvert quelques plans d'eau très minéralisés; mais la grande majorité se maintient dans des valeurs "normales", tant du point de vue de la composition chimique que du pH de l'eau.

Quant à l'origine des plans d'eau, elle est principalement glaciaire et glacio-karstique, avec quelques cas de barrage par éboulement ou moraine.

ABSTRACT

Key-words: limnology, physical-chemistry, hydrogeology,
alpine lakes, Haute-Savoie, France

A preliminary study over a period of ten years of all natural water bodies in the French Department of Haute-Savoie, both in the Alps and Prealps, has been undertaken.

The lakes morphometry was accurately measured, with bathymetrical maps being established for the largest lakes; water was sampled for physico-chemical analysis, and the geological origin deduced from field observations.

Numerous dye tracing experiments were performed in the case of underground drainage, to localize the water reappearance point.

Several highly mineralized waters were discovered, although the vast majority of lakes present "normal" physico-chemical characteristics as well as pH.

Most of the lakes are of glacial or glacio-karstic origin, although some of them are dammed behind rockslides or moraines.

ETUDE PRELIMINAIRE DES PLANS D'EAU NATURELS DE HAUTE-SAVOIE (FRANCE)

INTRODUCTION

C'est durant l'année 1981, à la suite de la rédaction d'un guide d'escalade dans la région des Bornes-Aravis, en Haute-Savoie, que l'idée nous est venue d'étudier quelques lacs de cette région, à savoir le lac Bénit et le lac de Lessy. De fil en aiguille, cette étude s'est développée jusqu'à inclure tous les lacs majeurs de la Haute-Savoie, puis finalement d'examiner également les étendues d'eau plus petites, mares, étangs ou gouilles, selon l'appellation locale. Cependant, le lac Léman et le lac d'Annecy, bien décrits dans des études antérieures et encore l'objet de recherches actuelles, ont été laissés de côté.

Cette étude semblait venir à son heure, puisqu'un intérêt certain se manifeste présentement pour ces plans d'eau restés le plus souvent à l'écart des perturbations directes apportées par notre civilisation, de par leur accès difficile ou leur environnement peu propice à l'implantation humaine. Ces conditions sont du reste en train de changer, puisque le retour à la nature constaté depuis quelques années leur vaut d'être, même pour les plus retirés, visités de plus en plus fréquemment par des citoyens en quête de détente. Indirectement, et plus sournoisement, ces lacs ont cependant été atteints par une gangrène qui a frappé pratiquement tous les plans d'eau des pays industrialisés et de leurs voisins, à savoir les pluies acides. Celles-ci rabattent au sol les émanations des villes et des usines, à de grandes distances parfois, acidifiant ainsi sols et lacs. On peut relever que certaines éruptions volcaniques agissent de même, mais le processus étant naturel, on ne saurait s'en plaindre ou l'éliminer.

La présente étude n'est que partielle, puisqu'elle ne cherche qu'à situer le lac dans son contexte géologique, à déterminer son origine, son hydrologie ou son hydrogéologie, ses paramètres physiques (dimensions, profondeur, surface et volume), ainsi que quelques valeurs ponctuelles physico-chimiques, variables dans le temps. Elle devrait déboucher, et c'est là le but de ce travail, sur des études plus approfondies concernant la paléo-climatologie et la sédimentologie, des chercheurs jetant leur dévolu sur l'un ou l'autre de ces lacs, au vu des paramètres succincts rassemblés dans le présent travail.

Il va de soi que seuls les plans d'eau naturels ont été décrits et leur eau analysée. Ceux qui sont entièrement artificiels ne sont mentionnés qu'en passant; ceux qui résultent de la remise en eau d'une zone humide, avec plus ou moins de perturbations par l'homme, sont donnés avec un peu plus de détails.

Il est sans doute utile de relever ici que certains lacs de Haute-Savoie ont déjà été mentionnés ou étudiés : le Léman, par Forel (1892) dans son monumental ouvrage ; le Léman, le lac d'Annecy, le lac de Montriond et quelques autres lacs de Haute-Savoie, par Delebecque (1898) dans un livre très complet sur les lacs de France; après une traversée du désert, c'est Dussart (1954) qui s'intéresse à une dizaine de lacs du Faucigny, d'une manière plus approfondie qu'auparavant ; Serra-Bertral (1976) consacre sa thèse à six lacs du Chablais, en en faisant une étude détaillée ; finalement, c'est Balvay (1978) qui étudie le lac Comu, puis, en collaboration avec Blavoux (1981), le lac Jovet.

Au vu de ce qui vient d'être énoncé, on se rend compte que l'étude des lacs de Haute-Savoie a débuté tardivement et que ce ne sont que les plus accessibles et les plus connus qui ont été choisis. C'est pour combler cette lacune et ouvrir de nouvelles perspectives que la présente étude a été entreprise.

Alors que ce travail était bien engagé, le professeur Charollais, du Département de Géologie et Paléontologie de l'Université de Genève, nous a mis en contact avec Madame Y. Gübler de Chamonix, responsable du Comité scientifique des Réserves naturelles du département de Haute-Savoie. Dans le cadre d'un inventaire des lacs de Haute-Savoie (lacs d'altitude, seulement), une étude similaire à celle conduite ici devait être mise en chantier. De plus, un groupe de chercheurs, dont J.M. Chacornac, de l'Université Claude Bernard de Lyon, allait commencer, sous la direction de Madame Y. Bouvet, l'étude du lac du Brévent plus spécialement. Et c'est ainsi que des groupes d'horizons différents se sont retrouvés dès l'année 1983 à travailler un sujet qui, négligé durant tant d'années, devenait brusquement brûlant d'actualité.

C'est durant les mois d'automne que la plus grande partie de ce travail a pu être menée à chef. En effet, la couverture neigeuse et glaciaire de certains lacs de Haute-Savoie ne disparaît parfois qu'à la fin du mois d'août ou au début septembre, pour se reformer dès le milieu ou la fin octobre, selon l'altitude, la profondeur et l'exposition du lac. A part les nappes d'eau des régions basses (moins de 700 mètres d'altitude), il ne faut pas compter commencer des mesures avant le mois de mai. C'est donc une saison courte qui est à disposition. Mais cela n'empêche pas de faire des mesures en hiver, pour autant que l'épaisseur de neige ne soit pas trop importante, ni l'accès au lac par trop scabreux.

La bathymétrie a été effectuée à l'aide d'un canot pneumatique à trois places (poids environ 8 kg) et d'une cordelette de nylon graduée de mètre en mètre. L'allongement dû au lest (une sphère de fer de 3 kg) et au poids de la cordelette, le tout diminué de la poussée d'Archimède, a fait l'objet d'un étalonnage dans le Léman, durant l'arrière-automne, lorsque ses eaux ont une température se rapprochant de celles trouvées dans les lacs de Haute-Savoie. Toutes les mesures qui suivent en tiennent compte. La précision des mesures est de 0.1 m. Aucun prélèvement systématique de vase n'a été fait, mais la nature du fond a pu souvent être déduite d'échantillons ramenés fortuitement par la sonde et, pour les lacs peu profonds, par essai direct à l'aide d'un tube d'aluminium. De même, la végétation aquatique est mentionnée lorsqu'elle a été observée ou ramenée par la sonde.

Quant à la forme du lac et à ses dimensions, c'est à l'aide des observations et des mesures au Topofil prises sur place, des cartes de l'IGN au 1 : 20.000 et/ou au 1 : 25.000 et des photos aériennes de l'IGN, qu'elles ont été déterminées. En outre, l'existence de certains petits lacs a été détectée fortuitement. La position des plans d'eau est donnée en coordonnées Lambert.

Les paramètres physico-chimiques ont été mesurés soit directement sur place (température, avec une précision de 0.2°C), soit au Laboratoire des Eaux des Services Industriels de la ville de Genève, laboratoire qui a également fait toutes les analyses d'eau données dans ce travail. Il peut être intéressant de relever qu'un certain nombre d'analyses chimiques sur des échantillons restreints d'eau avaient été faites antérieurement par l'INRA à Thonon pour un petit nombre de lacs seulement. On les trouvera dans Sesiano (1986a).

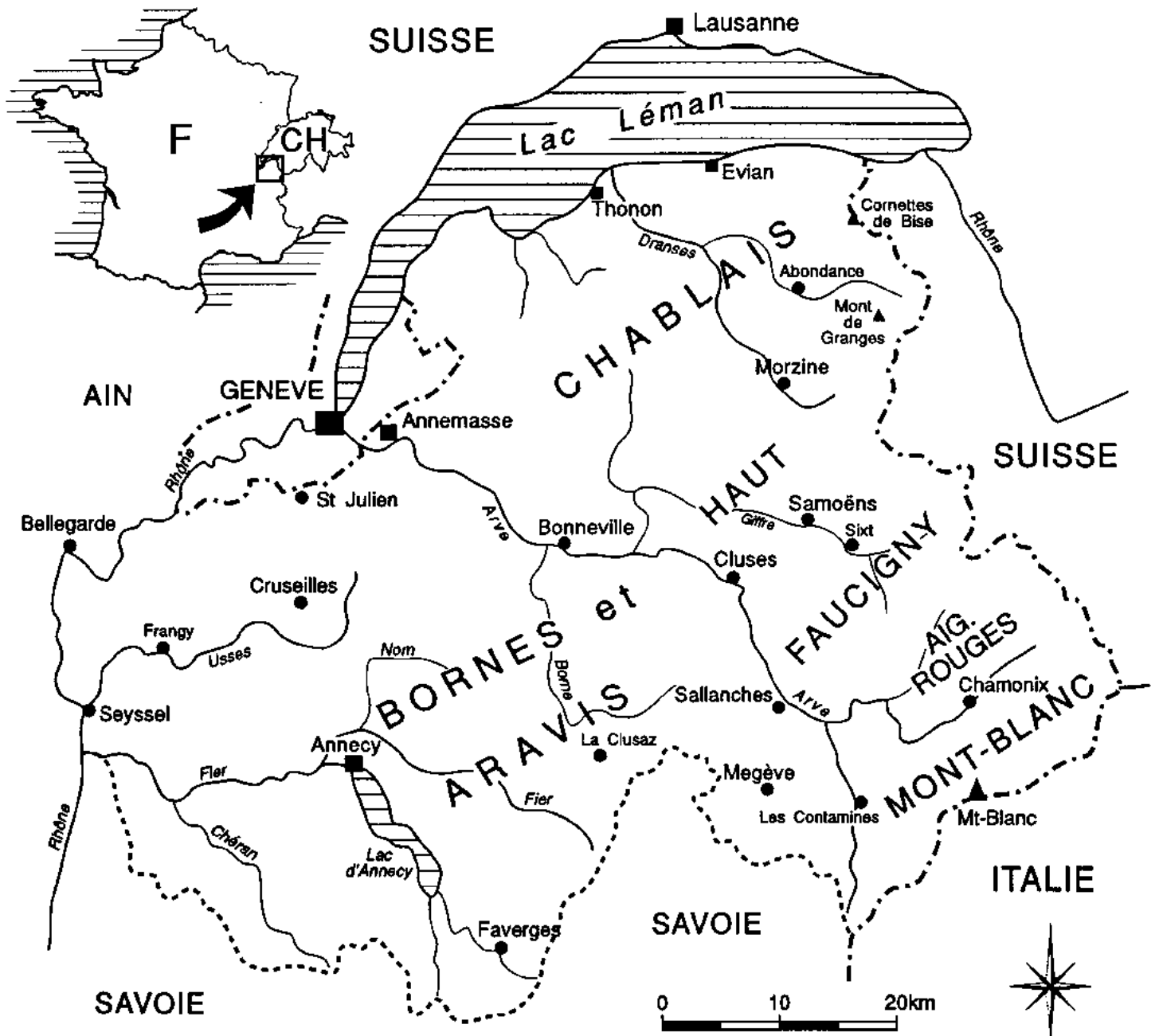
La description des lacs de l'inventaire débutera par le secteur Bornes et Aravis, puis par la région Mont-Blanc et Aiguilles Rouges; il se poursuivra par le Haut-Faucigny et se terminera par le Chablais et les parties basses de la Haute-Savoie. On trouvera pour chaque secteur une carte de situation des principaux plans d'eau. On récapitulera aux tables X et Y les paramètres morphométriques des lacs et la physico-chimie de leurs eaux. Une discussion de ces valeurs conclura le travail.

Finalement, pour les amateurs de chiffres, on peut mentionner que pour mener à bien ce travail qui s'est étalé sur dix ans, nous avons fait plus de 40.000 km en véhicule, parcouru des centaines de km à pied, et effectué des dizaines de milliers de mètres de dénivellation.

Légende

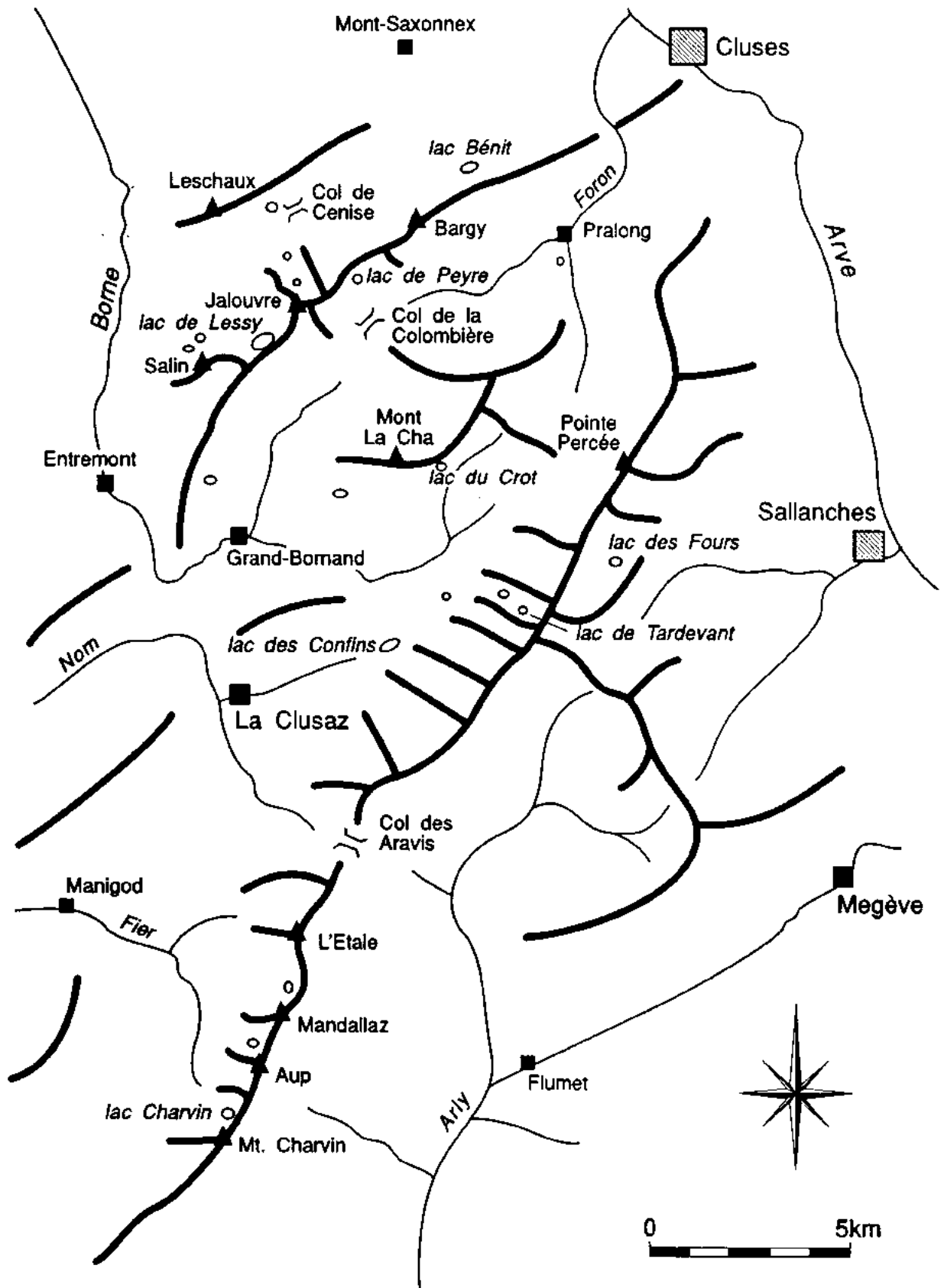
| | |
|--------|-------------------------------------|
| ----- | sentier |
| ⌒ ⌒ | roches moutonnées |
| ••••• | sable, gravier |
| ⊙ | galets cailloux |
| ----- | limite supposée |
| * * * | herbe |
| * * * | névé |
| ⌒ | plantes aquatiques (dans le lac) |
| //// | paroi de rocher bloc |
| ⊙ | perte |

La Haute-Savoie et les 4 secteurs de l'inventaire



SECTEUR
BORNES-ARAVIS

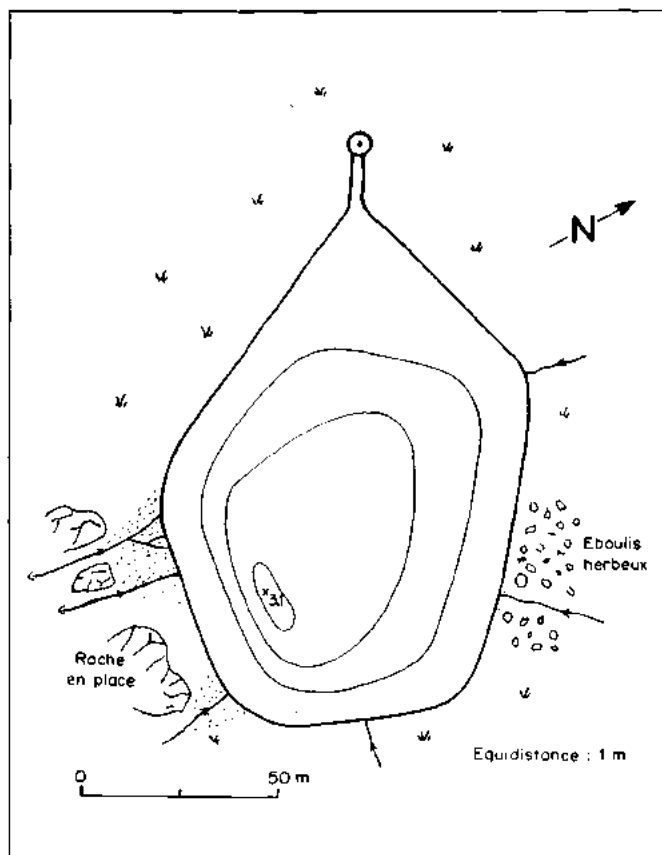
Région des Bornes - Aravis



A) BORNES ET ARAVIS

Les lacs décrits ci-dessous se trouvent dans une région limitée par l'Arve au nord-est, l'Arly et la vallée Ugine-Favergeres au sud, le lac d'Annecy à l'ouest, et le front des Préalpes au nord-ouest et au nord. Les lacs seront en général traités en partant du sud et en remontant vers le nord. Ils ont été placés sur la carte de situation (v. carte I).

Lac Charvin (917.500/098.090/2011)



a) Situation géologique et origine

Le lac Charvin se trouve à l'extrémité méridionale de la chaîne des Aravis, au pied nord de la pointe homonyme qui culmine à 2.412 mètres. Cette région est suffisamment complexe du point de vue géologique pour que S.O. Rivano Garcia lui ait consacré en 1978 un long et complet travail. En effet, on se trouve très près du contact entre le parautochtone des Aravis et la klippe de Sulens, et la tectonique en a été affectée. Dans l'unité du Charvin, on remarque ainsi un empilement d'écaillés que l'on peut identifier assez nettement dans le paysage. Le lac est creusé dans la dalle de Nummulitique de l'écaïlle supérieure.

Pour Delebecque (1898), l'origine du lac est à rechercher dans "l'érosion en terrain fissuré" (p. 323 et suiv., et p. 342). Cependant, comme on l'observe fréquemment dans un environnement calcaire, il est difficile de séparer les actions gla-

ciaires et karstiques. On peut cependant dire que l'on a affaire à une doline qui a sans doute été surcreusée par un glacier local. On en a pour preuve une morphologie de cirque à parois redressées et à fond plat ou gentiment vallonné, avec un verrou à l'aval. C'est sans doute le cirque glaciaire le mieux conservé de la région. Le glacier a dû subsister assez longtemps du reste: il n'est en effet pas rare de voir un névé d'année en année sur les éboulis recouvrant le pied des parois du Mont Charvin. Un seuil de Nummulitique ferme le vallon à l'aval. Des pentes herbeuses entourent le lac, avec quelques éboulis stabilisés à l'est et des affleurements rocheux proches du lac, au sud. Plus haut, les pentes calcaires (Crétacé supérieur) de cet ancien cirque sont fortement lapiazées.

b) Hydrogéologie

L'alimentation du lac se fait sur les rives sud et est, par des sources issues des affleurements rocheux voisins. Leurs débits varient selon la saison, mais à l'étiage (arrière-automne), elles peuvent tarir totalement. Comme on l'a dit précédemment, le lac Charvin se trouve dans un bassin actuellement fermé. Il se vide par l'intermédiaire d'une perte se trouvant au nord-ouest du lac, à l'extrémité d'un chenal aérien d'une quinzaine de mètres, entre les pierres duquel l'eau disparaît. Celui-ci s'arrête au pied de la barre herbeuse de Nummulitique, verrou dont le seuil domine le lac d'une dizaine de mètres. On observe en outre, entre la perte actuelle et le seuil, une perte fossile. A une époque encore antérieure, le lac s'est probablement vidé par-dessus le seuil, mais son lit n'est plus évident.

Les milieux scientifiques supposaient depuis longtemps que le lac était la source du Fier. Delebecque (1898) cite dans son livre (p. 370) une lettre inédite de Lugeon dans laquelle celui-ci est aussi de cet avis. En effet, on observe plus bas, au fond d'un étroit ravin dans une zone broyée et laminée, une source à l'altitude de 1.810 mètres environ. Elle présente des débits très variables. Elle rejoint immédiatement les eaux du torrent issu du vallon des Portettes, à l'ouest du lac Charvin. Après une rapide enquête au sujet de la page de l'Aup de Fier, il s'est avéré que cette source ne

devait pas avoir de rapport avec le lac, et que celui-ci, dont la profondeur avait été estimée à 14 mètres par des plongeurs spéléologues, se vidait par un entonnoir en son centre. Une vache y aurait disparu à jamais dans les tourbillons. Les eaux étaient sensées ressortir vers Aix-les-Bains, 42 km à l'ouest-sud-ouest à vol d'oiseau. Afin de contrôler ceci, la bathymétrie du lac fut entreprise et ramena la profondeur maximum à trois mètres ! Une coloration à la fluorescéine fut faite: le 5 octobre 1983 à 15 heures, 150 grammes de colorant furent déposés à la perte dont le débit n'était alors que d'environ un litre par seconde, suite à une période de sécheresse marquée. L'échantillonnage des eaux, poursuivi du traçage jusqu'à 9 heures le lendemain, n'indiqua à l'analyse pas la moindre trace de colorant. Pour un trajet souterrain de 450 mètres, cela commençait à être étonnant. Des capteurs de colorant (charbon actif) furent placés plus bas dans le lit du torrent, à l'altitude de 1.300 mètres. La période sèche fut interrompue le 6 octobre par une brève averse (env. 7 mm de pluie) qui fut sans grande importance sur un terrain et un aquifère assoiffés, puis le 10 et 11 octobre par des averses totalisant environ 15 mm. Le temps se remit alors au beau. Le 14, des précipitations tombèrent à nouveau (20 mm) avec en fin de période, de la neige jusqu'à 1.700 mètres. C'est alors que le jour suivant, une visite au torrent, dont le débit avait décuplé, nous montra, à l'oeil nu, une eau visiblement colorée, ce que confirmèrent du reste l'analyse des eaux et l'extraction des charbons actifs. Le traceur avait donc séjourné plusieurs jours durant dans les conduits souterrains avant d'être expulsé par la crue; ce cas est du reste assez fréquent. C'est ainsi que les temps de transit peuvent être très variables, dépendant fortement du débit du cours d'eau.

Afin de mieux cerner le temps de passage, un second traçage fut effectué le 4.7.1986, en situation de crue. La perte était alors submergée sous 30 cm d'eau - le débit, déduit des affluents, était d'environ 5 à 8 l/s. Un demi-kilo de fluorescéine fut injecté. 2 h.15 plus tard la source du Fier était clairement colorée. Un compte-rendu de l'expérience a été donné dans Sesiano (1990).

La preuve était donc faite de ce qui n'était jusqu'alors qu'une supposition: le lac Charvin est bien la source du Fier. Du point de vue géologique, on peut penser que l'eau disparaît dans les larges diaclases de la dalle nummulitique, au voisinage de la perte, avant de suivre obliquement le plan de chevauchement des écaillles inférieure et supérieure du Mont Charvin, au contact duquel elle ressort (zone de calcaire nummulitique broyé et laminé de la source).

La perte du lac étant de niveau, des fluctuations existent cependant car elle n'est pas encore à même d'évacuer de larges débits. L'amplitude s'élève à 30 cm. Les eaux sont transparentes. Le fond du lac est recouvert d'un limon léger gris apparaissant aux rares endroits laissés libres par une envahissante végétation aquatique recouvrant presque toute la cuvette, sauf la zone côtière (beine de quelques mètres) et quelques taches centrales. L'asymétrie de la cuvette est sans doute due à un surcreusement du glacier qui dévalait l'abrupte pente rocheuse dominant le lac au sud, d'où sourdent les sources. Le remblayage par un delta se poursuivant, la zone de profondeur maximum est en train de s'estomper sous le limon.

Les principaux paramètres morphométriques sont donnés dans la table X et l'analyse des eaux dans la table Y.

c) Observations

Les paramètres donnés résultent de visites au lac faites entre 1983 et 1986.

| | |
|---------------------------------|----------------------------------|
| Largeur maximum : | 87 m |
| Longueur maximum : | 120 m |
| Profondeur maximum : | 3.1 m |
| Surface du bassin-versant : | 36 ha |
| Surface du lac : | 0.85 ha |
| Rapport des surfaces lac/b.-v.: | 2.4 % |
| Température de surface : | 9°C (20.9.83) 11°C (29.8.87) |
| Température du fond : | 7°C (20.9.83) 9.5°C (29.8.87) |
| Forel : | XI |
| Transparence : | jusqu'au fond |
| Volume du lac : | 11.700 m ³ |
| Temps de renouvellement : | 27 j.(débit de 5 l/s) |
| Débit à la perte : | de 0 à une dizaine de l/s |
| Fluctuations : | 0.3 m |

L'accès le plus direct au lac se fait à partir de Thônes, puis Manigod. La route remontant la vallée du Fier est asphaltée un peu au-delà du hameau de Sous l'Aiguille. C'est ensuite un chemin à jeep à circulation restreinte qui monte à l'Aup de Fier (1.756 m). Un sentier mène ensuite au lac.

Autres plans d'eau voisins:

Lac de Tardevant (Manigod) (918.780/101.380/1985)

Ce petit lac, qui porte le même nom que celui qui se trouve dans le nord de la chaîne des Aravis, se niche au fond d'un cirque glaciaire, dans la vaste combe ravinée ouverte entre la pointe de Mandallaz et l'Étale. Elle a été creusée dans un Hauterivien souvent marneux, avant d'être reprise par l'érosion torrentielle qui a effacé en grande partie les vestiges glaciaires originaux. Les pentes entourant le lac sont herbeuses avec quelques affleurements rocheux. Il a une forme elliptique et ses dimensions sont de 20 m sur 18, avec une profondeur maximum d'eau de 0.2 m. Surface et volume valent donc respectivement 300 m² et 30 m³. Un décimètre de vase recouvre un fond de cailloux. Il n'y a pas de végétation aquatique. L'alimentation se fait par infiltrations et l'exutoire est aérien, en direction de l'ouest. D'après les habitants de la vallée, il y aurait toujours de l'eau dans la cuvette, mais nous l'avons vue totalement à sec le 29.10.1988, malgré de bonnes pluies au milieu du mois ! Lors de la visite du 13 septembre 1983, la température de l'eau était de 17°.

On accède au lac de Tardevant à partir de la vallée du Fier. Du hameau de l'Arblay (1120 m), un sentier sinueux s'élève jusqu'au lac.

Lac du Champ Tardif (918.020/099.730/1885)

Ce lac est situé entre la tête de l'Aup et la pointe de Mandallaz. On a également ici affaire à un ancien cirque glaciaire taillé dans l'Hauterivien. Une butte morainique herbeuse le retient au nord et à l'est. Des touffes d'herbes aquatiques drues couvrent le lac en fin de saison et sont en voie de le faire disparaître. Des débris amenés par des avalanches (vernes cassées, mottes d'herbe et cailloux) se déposent périodiquement dans le lac. Sa forme est triangulaire avec pour dimensions, 68 et 43 m. L'eau a une profondeur maximum de 0.5 m et il y a plus de 0.5 m de vase. La surface est de 1700 m² et le volume de 350 m³. Le lac peut s'assécher presque totalement en automne. L'alimentation est diffuse; les eaux s'échappent par une perte située à l'extrémité ouest du lac, entre des blocs d'éboulis. Le lac est juxtaposé à un ancien lac asséché (actuellement une plaine herbeuse) de surface équivalente et se trouvant à l'est.

L'accès au lac du Champ Tardif est le même que celui pour le lac Charvin. Du chalet de l'Aup de Fier, un sentier monte au plan d'eau.

Remarque: au nord-est du lac Charvin et à l'altitude de 1930 m, existait un lac dans la combe hau-

terivienne, entre la pointe de la Goenne et celle de la Rouelle. Celui-ci était retenu par un système de moraines de diverses périodes. Il s'est vidé après que les eaux eurent trouvé un cheminement souterrain. Il ne reste plus qu'un entonnoir dans le terrain, évacuant les eaux à la fonte des neiges ou lors d'abondantes précipitations. L'émergence des eaux se fait plus bas, dans le vallon, un peu en dessous du sentier menant au lac Charvin. Des éboulis actifs ennoient partiellement ces moraines. En aval de la moraine principale, haute d'une dizaine de mètres, et retenu par une éminence secondaire, à côté des ruines d'une bâtisse, on observe une petite mare (env. 150 m²) pouvant s'assécher en fin de saison.

Lac de l'Arclosan (907.080/095.330/1765)

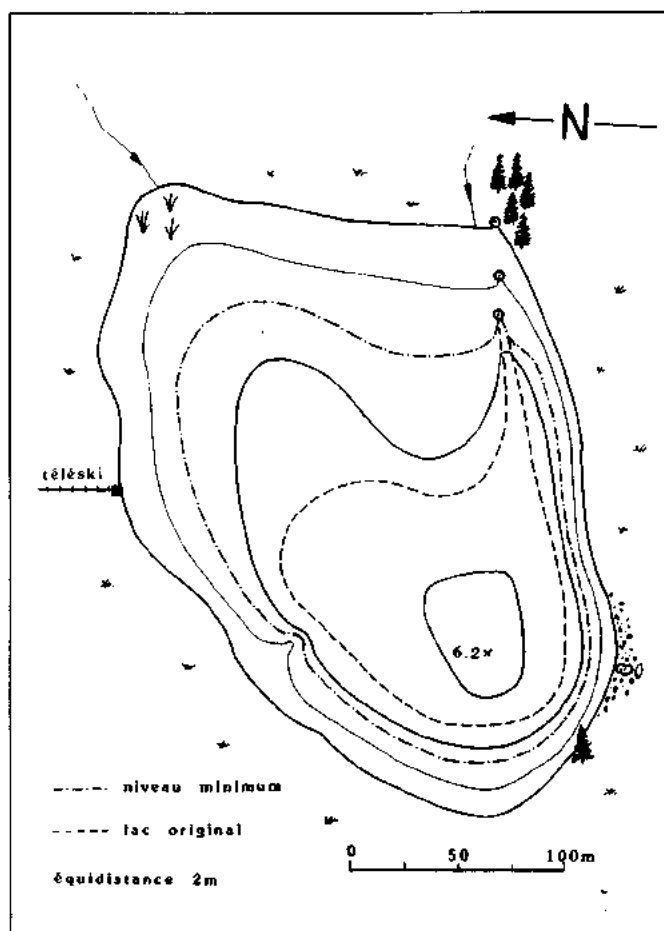
L'Arclosan est un petit massif situé à l'ouest du Mont Charvin et au sud de la Tournette ; c'est un synclinal perché, accidenté d'importantes failles d'orientation subméridienne.

Voisine de chalets homonymes et entourée de pentes herbeuses et d'éboulis, la mare occupe le fond d'une doline creusée au contact des calcaires de l'Albien et des calcaires à silex du Sénonien. C'est un ovale approximatif dont les dimensions sont de 17 m sur 30, avec une profondeur maximum, à la fonte des neiges, de 0.4 m. Une vingtaine de centimètres de vase recouvrent le fond. L'écoulement se fait par une perte, entre des blocs d'éboulis, à l'ouest de la nappe d'eau. La roche en place affleurant sur la moitié est du lac (couches subverticales), on peut supposer que les eaux vont se rassembler au fond de la gouttière synclinale avant de se diriger vers le sud-est; on observe du reste une grosse émergence, en partie captée, à l'altitude de 834 m, à quelques centaines de mètres du hameau de Fontany. Afin de prouver le passage, un traçage à la fluorescéine eut lieu en juin 1988. Grâce à la bienveillance d'un orage, le traceur fut éjecté et détecté 2.5 jours plus tard à l'émergence, après un trajet de 1.450 m et une dénivellation de 930 m. L'eau descend donc bien au niveau de l'Urgonien avant de suivre un plan de faille subméridien, parallèle à l'axe de la gouttière synclinale. Un compte-rendu de cette expérience se trouve dans Sesiano (1990).

La température de la mare atteignait 17° le 27.6.1988 (perte active: env. 0.1 l/s), mais 29° le 18.8.1990 (perte inactive).

On atteint le lac depuis le Fontany (780 m) par un sentier passant par Arpette.

Les paramètres morphométriques se trouvent dans la table X et l'analyse chimique de l'eau dans la table Y.



a) Situation géologique et origine

Le lac des Confins, autrefois appelé lac de Leytez, est situé à 1358 mètres d'altitude, au pied nord-ouest de la chaîne des Aravis, près de la Clusaz. Au nord se trouve la klippe des Annes, sur le fond d'un vaste synclinal d'axe NE-SW bordé par la chaîne des Aravis et celle des Vergy. Son flanc sud (côté Aravis) comporte une petite ondulation secondaire, culminant à la Tête de Danay (1731 m), dans laquelle s'est édifié le hameau des Confins (Rosset, 1957). Un manteau de terrains glaciaires locaux recouvrant la région environnante, il n'est pas possible de situer exactement la zone de transition entre le Mésozoïque et le Cénozoïque autochtone des Aravis ; mais elle se trouve à peu près à l'aplomb du lac, sous une épaisseur indéterminée de terrain morainique.

La nappe d'eau du lac des Confins est retenue derrière une moraine frontale qui la domine d'une quinzaine de mètres. Le glacier qui l'a déposée était issu de la combe de Bella-Cha, dont les hauts, à 2500 mètres environ, sont du reste encore aujourd'hui le siège d'un névé permanent. Ce val-lum est lui-même situé derrière une moraine latérale déposée par un appareil qui descendait de

la combe voisine, celle de la Balme. C'est aussi l'avis de Favre (1867). Mais Bocquet (1983) juge que le lac est retenu par trois moraines frontales. Il est certain que chaque combe nord de la chaîne des Aravis a été occupée par un glacier durant le Würm. Lors du retrait du glacier principal occupant la vallée du Grand-Bornand, les appareils tributaires ont subi des oscillations et phases d'arrêt durant lesquelles des moraines très localisées ont pu être édifiées. On ne peut donc pas parler ici de surcreusement, mais simplement de barrage morainique.

b) Hydrogéologie

Aux extrémités est et nord-est du lac, de part et d'autre d'un vaste cône de déjection issu de la combe de Bella Cha, deux affluents apportent ensemble en période normale environ 5 litres d'eau par seconde. Mais ce ne sont que les eaux de ruissellement sur les dépôts glaciaires imperméables du Quaternaire. En effet, le bassin-versant a une surface considérable et les eaux y circulent en profondeur surtout, sur les marnes imperméables de l'Hauterivien, après avoir traversé les calcaires fortement diaclasés de l'Urgonien. Elles semblent donc se rassembler au fond du synclinal, sous la klippe des Annes, pour alimenter la nappe alluviale s'écoulant dans la direction de Thônes.

On peut relever que des eaux colorées par F. Bocquet (loc. cit.) dans la région de la Pointe Percée (Aravis), sont ressorties dans la vallée de l'Arve, vers le Pont, en face de Magland. On était cependant là de l'autre côté de la culmination axiale.

L'état du lac des Confins a été fortement modifié. En 1960, son propriétaire décide d'en augmenter la surface en faisant remonter le plan d'eau pour couvrir la partie est, composée de marécages et de tourbières.

Les dimensions du lac étaient alors de 170 m sur 110, sa surface de 1.5 ha, sa profondeur maximum de 1.5 m et son volume d'environ 10.000 m³. Les eaux disparaissant dans un sol caillouteux, à l'angle sud-est du lac, un bulldozer recouvrit de terre la surface d'infiltration. Le niveau s'éleva pour se stabiliser à la cote actuelle. A la fonte des neiges, le lac peut monter de quelques mètres, ce qui permet aux eaux de s'infiltrer dans une région où se trouvent d'autres pertes, plus haut que le colmatage. Au fur et à mesure de la baisse de niveau, ces pertes sont de moins en moins alimentées, si bien que le niveau finit par se stabiliser lorsque l'alimentation est égale à l'évaporation et aux infiltrations diffuses : la surface du lac a alors

diminué de près de moitié. La carte bathymétrique est donnée pour la hauteur maximum des eaux, soit 6.2 m. En hiver, elle n'atteint plus que 2.8 m. A noter que ce niveau de crue ne dure que quelques jours par an.

c) Observations et accès

Entouré de chalets d'alpage et de pâturages, le lac des Confins semble être dans un état eutrophe. La transparence des eaux est faible, semblable aux lacs de Gers et de Lessy, qui présentent du reste le même environnement. On observe de nombreuses plantes aquatiques en nappes dans les eaux du bord du lac, et en bosquets dans la partie est du lac ; seule la partie ouest plus profonde est libre de végétation. Une épaisseur de vase de plus de 40 cm recouvre le fond. On peut relever que le lac des Confins est privé, M. Bonaventure Goy de la Clusaz en étant le propriétaire. Les paramètres suivants ont été mesurés entre 1982 et 1988 :

| | |
|-----------------------------|------------------------|
| Largeur du lac : | 240 m |
| Longueur du lac : | 350 m |
| Profondeur du lac : | 6.2 m |
| Volume du lac : | 131.000 m ³ |
| Temps de renouvellement : | 300 jours |
| Transparence : | 3 m (10.10.82) |
| | 1.9 m (15.10.83) |
| | 3.8 m (27.5.87) |
| | 1.5 m (29.9.88) |
| Profondeur moyenne : | 3 m |
| Surface du lac : | 51.400 m ² |
| Surface du bassin-versant : | 350 ha |
| Rapport des surfaces : | 1.5 % |
| Affluents: | env. 5 l/s |
| Fluctuations : | 3.5 m |
| Forel | VII |
| Tsurf | 10.5° (15.10.83) |
| Tfond | 10° " |
| Tsurf | 12° (27.5.87) |
| Tfond | 9° " |

L'accès au lac est aisé. Une route mène de La Clusaz au hameau des Confins, puis un chemin permet d'atteindre les rives sud du plan d'eau. Les paramètres morphométriques sont donnés à la table X, l'analyse des eaux à la table Y.

Remarque : à 1500 m au nord-est du lac des Confins, on observe un bassin fermé, le Plan, où se forme à la fonte des neiges par engorgement de

la perte, un lac temporaire de quelques centaines de m² et de 2 à 3 m de profondeur. En temps normal, l'écoulement se perd au fond d'une doline, après un parcours aérien de quelques décimètres. Il rejoint sans doute celui issu du lac des Confins. Ses coordonnées sont: 921.810/111.620/1314.

Autres plans d'eau voisins:

Étang de Croix (919.230/113.650/1339)

Situé à 2.2 km à vol d'oiseau du Grand-Bornand, vers l'ENE, cette petite nappe d'eau fait face au sud, à la lisière de la forêt de "sur Blay". Ce n'est que le reliquat d'un lac qui s'est fortement comblé depuis le début du siècle, faute de soins. En effet, cette petite dépression, logée sur le relief assez mou de la klippe des Annes, dans une loupe de glissement, a servi de bassin de pisciculture. Sa surface était alors de plus de 2000m². L'alimentation se faisait (et se fait encore) par deux torrents (un à deux litres/seconde) venant des pentes supérieures. Le lac se vidait par-dessus une levée naturelle. La végétation a envahi peu à peu le lac qui s'est aussi ensablé et envasé (exploitations forestières au-dessus), si bien qu'il ne reste actuellement qu'une mare de 8 m sur 8 dans la partie ouest de la cuvette, avec une profondeur de 0.3 m. On a une épaisseur équivalente de vase. Le reste du lac est marécageux. Les eaux disparaissent par infiltrations et ressortent dans le pâturage, un peu plus bas. L'accès se fait à partir du Grand-Bornand, d'où une route asphaltée passant par Nant-Robert atteint l'étang.

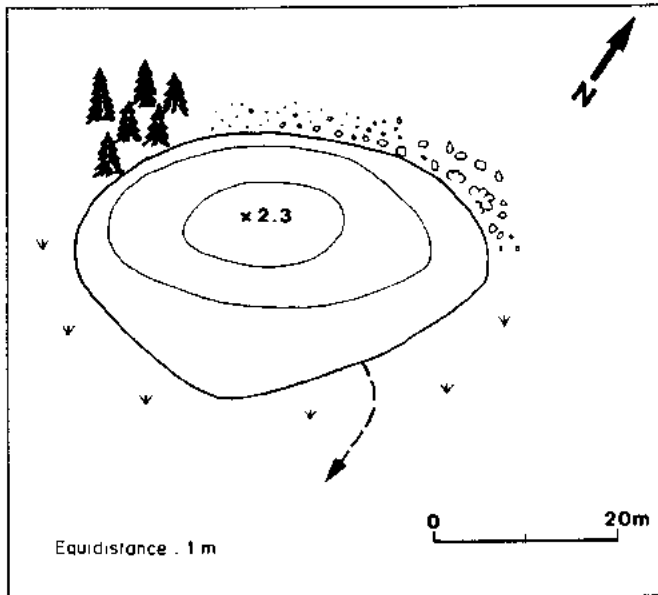
Mare de Lachat (912.260/110.460/1412)

Cette petite mare est située au-dessus de Thônes. Circulaire, son diamètre atteint 8 m et sa profondeur 1 m. A quelques dizaines de mètres d'un chalet, elle est partiellement naturelle et doit son existence à un replat structural; une faille, parallèle à l'axe de l'anticlinal du mont Lachat, a abaissé le compartiment SE, ce qui a conservé le gault marneux. Sur celui-ci s'est établi le plan d'eau.

Mares du Danay (918.400/111.060/1565)

On observe au-dessus de St Jean de Sixt, deux mares à 30 m l'une de l'autre. Elles sont situées sur un col, dans une clairière de la forêt de sapins, en terrain argileux. C'était à l'origine une zone humide qui a été recreusée, il y a quelques années, pour y créer deux points d'eau pour le bétail. La mare ouest a pour dimensions 10 m sur 8 et 1.5 m de profondeur, mais l'eau n'y est pas permanente, alors que la mare est en contient toujours, de couleur très brune. Ses dimensions sont de 30 m sur 10 avec une profondeur de 2 m.

Lac du Crot (921.800/115.340/1660)



Le lac du Crot est situé sur la klippe des Annes, face à la chaîne des Aravis et au-dessus du vallon de la Duche, 1 km à l'est du Mont La Cha. On se trouve ici sur un compartiment de la crête qui a glissé en bloc vers l'aval. Dans la "loupe" ainsi créée, de l'eau s'est accumulée et a formé un lac de 45 m sur 30 au maximum, de forme ovoïde, et de 2.3 m de profondeur maximum; les fluctuations de niveau sont fortes, plus d'un mètre. Aux hautes eaux, l'exutoire est aérien (0.5 l/s), par-dessus un seuil. Plus tard, le niveau de l'eau baisse lentement par évaporation. Un traçage négatif a montré qu'il n'y a pas de communication avec le petit torrent, récemment capté, sortant de terre un peu plus bas (5 l/s au maximum) et qui saute la barre rocheuse avant de passer à côté des chalets du Crot (1594 m). Les eaux du lac sont limpides jusqu'au fond : sur celui-ci, on observe quelques plantes et gros blocs de rocher issus des parois et de l'éboulis dominant le lac et le comblant peu à peu. La vase, épaisse de 0.4 m environ, dégage du méthane lorsqu'on la remue ; sa teinte rougeâtre est due aux affleurements de calcaires marneux rouges du Crétacé supérieur, largement répandus dans les falaises au-dessus. La cuvette est régulière et la profondeur maximum est atteinte dans la partie ouest du lac. Surface et volume varient fortement, ayant respectivement pour valeur 900 m² et 1050 m³ (maximum), et 650 m² et 450 m³ (minimum). La bathymétrie, donnée à la table Z, est établie pour l'état de crue. Le lac était homotherme (19°) le 8.8.1986 ainsi que le 24.10.89 (10°), mais l'eau avait 8° en surface et 5° au fond le 27.5.1987.

On atteint le lac en partant du Grand-Bornand et en remontant le Borne. Du hameau des Plans, on

s'élève vers la Duche. Un peu au-delà, près d'une chapelle, un chemin non asphalté part à gauche et gagne le lac.

La morphométrie est donnée à la table X et l'analyse chimique de l'eau à la table Y.

Mares des Parchets

Situées à 1.5 km au nord-ouest du Grand Bornand, ces deux mares sont très petites et ne sont données que par souci d'être complet. Seule la seconde est permanente. La **mare supérieure des Parchets** (916.320/114.620/1495) est une petite gouille de 6 m sur 6, et de 0.2 m de profondeur, avec une épaisseur de vase de 0.1 m ; elle occupe le fond d'une doline, dans un bois clairsemé, à côté du chemin. Son niveau varie selon la saison.

En continuant cet étroit chemin vers l'ouest sur 350 mètres, on sort de la forêt, près d'une grande ferme, et l'on voit en contre-bas la mare inférieure des Parchets (916.100/114.360/1485). Elle est circulaire avec un diamètre de 5 m et une profondeur de 0.4 m. La vase atteint 0.3 m. Elle est en voie de comblement, envahie qu'elle est par la végétation. Il n'y a ni alimentation, ni perte visibles.

L'accès se fait par le Grand-Bornand et la route du col de la Colombière. Au hameau des Faux, on tourne à gauche pour s'élever vers la Frasse, puis les Mouilles et les Parchets.

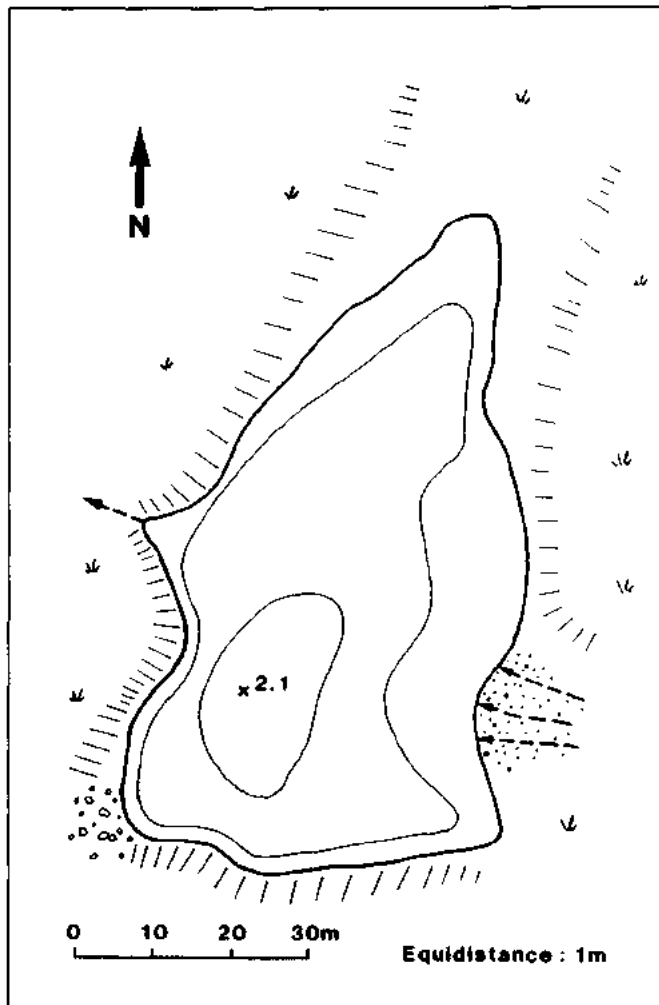
Bassin de la Chartreuse du Reposoir (925.200/120.470/1025)

Logé à quelques centaines de mètres au sud de Pralong, ce bassin est le résultat de l'aménagement par l'homme d'un plan d'eau qui a existé antérieurement. En effet, comme R. Perret (1931) l'avait remarqué, la Chartreuse du Reposoir a été édifiée au sommet d'une moraine frontale déposée par un glacier issu de la chaîne des Aravis. Cette moraine a été complétée artificiellement là où elle avait été érodée, de façon à former une digue sur la gauche du vallon. Une vanne permet la vidange hivernale du lac dont la superficie est d'un hectare et la profondeur d'un mètre à l'amont et de 3 m à l'aval.

L'accès se fait par Cluses, puis Pralong sur la route du col de la Colombière.

Mentionnons encore la **mare de la Frasse** (928.690/124.020,1000), au bord de la route menant de Pralong à Cluses par Romme, elle aussi artificielle. C'est un bassin à l'abandon, avec deux vannes, en voie de comblement. Il mesure 10 m sur 5 et a 0.5 m de profondeur. Il est entouré de prés arborisés. Il était alimenté par le ruisseau voisin et servait à la scierie située en-dessous.

Lac de Tardevant (924.100/111.350/2110)



Parmi la dizaine de combes ouvertes dans les pentes nord-ouest de la chaîne des Aravis, seule la combe de Tardevant possède un lac. Son origine semble tectonique, mais il est clair que les glaciers ont aussi joué un rôle important. Le lac est en effet placé près d'une grande faille inverse, d'orientation NNE-SSW, presque transverse à la combe. Le compartiment aval a été réhaussé. Une faille secondaire a sans doute déterminé l'emplacement du lac. Cependant pour Bocquet (1983), le lac ne serait dû qu'à l'érosion différentielle d'un glacier sur des bancs hauteriviens de résistances différentes. On aurait ainsi une structure en verrous et ombilics. L'accumulation d'eau s'est faite facilement, car on se trouve dans l'Hauterivien marneux et imperméable. Lors des dernières glaciations, l'érosion mécanique a adouci les formes, tout en exploitant cette zone de faiblesse. Les dépôts glaciaires ont cependant disparu du haut de la combe et c'est seulement vers sa sortie que l'on trouve de belles moraines.

Le lac se présente sous forme d'une cuvette ovale dont le grand axe est celui de la faille. Elle est pra-

tiquement entourée de tout côté par la roche en place, sauf à ses deux extrémités où l'on a, vers le NNE, un petit vallon couvert de pelouses, et, vers le SSW, une arrivée d'éboulis issus des pentes de la Tête de Paccaly (2468 m). Du haut de la combe (est) arrive un torrent occasionnel qui a construit un petit delta. Aux hautes eaux, l'exutoire est aérien : l'eau s'échappe au milieu du lac par une brèche, vers l'ouest. Aux basses eaux, on a évaporation. Les fluctuations sont ainsi assez grandes, et l'on a une profondeur maximum, dans la partie sud-ouest du lac, variant d'environ 0.9 m en automne à 2.1 m à la fonte des neiges. Le fond de la cuvette est très régulier. Les dimensions maxima du lac sont de 91 m sur 50 m. La surface est alors de 3000 m² ; elle est plus faible de 15 % à l'étiage. Le volume peut également passer de 2900 m³ à 1060 m³. Lors d'une visite le 28 août 1983, la transparence Secchi n'était que de 0.6 m (eau de couleur verdâtre), mais de 1.4 m le 29.8.87. La température de surface atteignait 11°C et celle du fond 10°C; le lac était isotherme, 9.5°C, le 29.8.87 de même que le 23.10.89 (5°). La teinte Forel est de X. On n'observe pas de plantes aquatiques, et le fond est vaseux ou pierreux, selon l'endroit. L'accès au lac est indiqué ci-dessous.

Les paramètres morphométriques sont donnés à la table X, la physico-chimie à la table Y.

Autres petits plans d'eau voisins :

Mare Rouge (923.800/111.950/1840)

On trouve à 250 m au nord-est des chalets de Tardevant, une petite mare ovale, la mare Rouge, de 10 m sur 5, et de 0.3 m de profondeur. Elle est entourée de pâturages. La surface de l'eau était recouverte d'une pellicule rouge lors d'une visite, le 28.8.83 (d'où son nom), et le fond, vaseux (10 cm) et beige, laissait dégager du gaz lorsqu'on le remuait. Le même phénomène a été du reste observé à de nombreuses autres occasions. Elle repose sur un placage quaternaire. D'après les bergers, cette mare ne s'assèche jamais. Elle se déverse dans les pâturages qui l'entourent par un faible filet d'eau franchissant un seuil.

L'examen microscopique de l'eau a montré que des Flagellés (*Euglena* sp.) sont l'espèce dominante de la mare (95 %) ; ils sont probablement responsables de la coloration rouge. On observe encore des Diatomées (*Closterium* Sp. et *Navicula* Sp.) ainsi que quelques rotifères non déterminés. L'eau est aussi riche en fer 5.4 mg/l. (déterm. Lab. des Eaux, Genève).

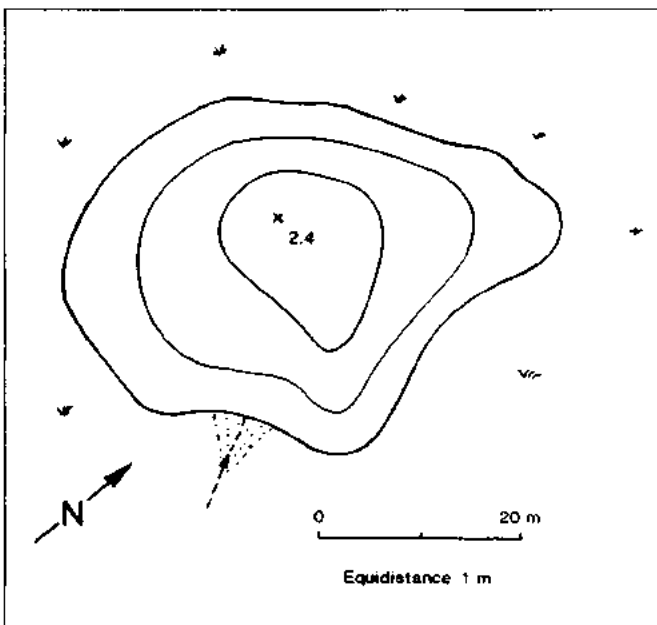
Mare du Parletelet (922.760/112.000/1485)

Au bas de la combe de Paccaly (qui jouxte à l'ouest celle de Tardevant), on a une petite étendue d'eau, la mare du Parletelet. La profondeur et les dimensions varient fortement selon la saison, mais il y a toujours de l'eau. Les valeurs moyennes sont de 8 m sur 15 m, avec une profondeur de 0.3 m et plusieurs décimètres de vase. L'alimentation est diffuse ainsi que les infiltrations. L'origine du lac est purement glaciaire. Il est situé sur un placage morainique à la sortie de la combe.

Enfin, dans la cuvette glaciaire de Paccaly, une petite mare de quelques m² est tout ce qu'il subsiste d'un lac autrefois bien plus vaste (plusieurs hectares).

L'accès à ces deux petites nappes d'eau ainsi qu'au lac de Tardevant se fait à partir du lac des Confins. La route, d'abord asphaltée, se transforme ensuite en un chemin à jeep, à circulation interdite aux non-alpagistes, jusqu'à l'aplomb de la combe de Tardevant. Un sentier s'élève ensuite vers les chalets et le lac homonymes.

Lac des Fours (926.590/112.610/2035)



Le petit lac ou gouille des Fours est situé dans la partie nord de la chaîne des Aravis, sur le versant faisant face au Mont-Blanc. Il a la forme d'un oeuf dont l'extrémité pointue serait dirigée vers le nord-est. Des pentes herbeuses et douces entourent le lac excavé dans les couches du Berrisien, sous un placage local de quaternaire (Villars, 1984).

L'origine du lac semble devoir être à la fois karstique et glaciaire. En effet, on se trouve ici en présence d'une dalle de calcaires marneux tendres à

pendage moyen (35°), le plateau du Greppon, mais assez fortement diaclasée, surmontant le Tithonique. La dissolution chimique peut donc être intense dans de telles conditions. A l'appui de ceci, on relèvera les nombreuses dolines parsemant les alentours, créées par soutirage du matériel susjacent; certaines renferment du reste de petites mares de quelques m². Quant à l'action glaciaire, elle ne fait pas de doute si l'on parcourt la combe des Fours, située au nord-ouest du lac; de belles moraines sont visibles en plusieurs endroits.

On pourrait donc imaginer le scénario suivant : apparition d'une série de dolines dans la région du plateau du Greppon avec un drainage indéfini et/ou souterrain ; installation d'un glacier dans la combe des Fours, dont l'érosion mécanique se fait sentir sur un axe SW-NE, avec un cirque d'accumulation ou une digitation débordant sur le plateau. Un verrou est créé entre la plateau et la combe des Fours : ce sont les calcaires moins argileux du sommet du Berrisien, mécaniquement plus résistants; après le retrait glaciaire, la cuvette colmatée forme un lac d'une dizaine d'hectares, dont l'émissaire s'écoule vers le nord-est (restes bien marqués d'un vallon) ; le verrou est bientôt scié (d'abord dissolution chimique sur une diaclase, puis érosion mécanique par écoulement d'eau turbide) ; le lac est alors drainé et il reste un delta sous-lacustre torrentiel et un fond de lac marécageux, entaillés actuellement par le torrent qui les traverse. On y observe du reste des coupes montrant des varves et des restes de tourbière. Le lac des Fours ne serait donc que le reste excentrique de ce grand lac.

Les dimensions du lac des Fours sont de 35 m sur 50, et sa profondeur maximum atteint 2.4 m. On a donc une surface de 1200 m² et un volume de 1300 m³ paramètres assez stables car les fluctuations de niveau sont faibles. Le 18 septembre 1983, la transparence Secchi était de 1.6 m; en surface, la température était de 12°C, alors qu'au fond, on avait 6° ; le 31.10.87, la température était de 8° en surface et de 6.5° au fond. La couleur Forel était VII. Le fond était visible. Le lac est entouré de pâturages, et il n'y a pas de plantes aquatiques sur le fond formé de galets et de limon consolidés. L'alimentation se fait par un filet d'eau qui, lors des crues, a créé un petit delta dans l'angle sud-est du lac. L'eau disparaît occasionnellement par infiltrations au travers d'un seuil bas, vers le sud-ouest. Contrairement à ce qu'indique Bocquet (1983), les eaux du lac ne se perdent pas dans le Tithonique pour émerger au pied de cette formation. Son niveau est en effet trop constant, et il semble y avoir en général équilibre entre l'alimentation diffuse et l'évaporation.

On trouvera la morphométrie à la table X et la physico-chimie à la table Y.

L'accès se fait à partir de Sallanches; on monte ensuite en direction du nord-ouest. La route est asphaltée jusque vers 1200 m, puis non asphaltée jusqu'à 1450 m (Praeros). Un sentier escarpé s'élève vers la cascade et la combe des Fours, franchissant quelques barres rocheuses.

Gouille de la Forclaz (927.800/118.100/2205)

Ce petit plan d'eau, à surface variable selon la saison, mais ayant toujours de l'eau, mesure 28 m sur 21. Il est situé sur la grande fracture orientée NW-SE qui a donné naissance au col de la Forclaz, une centaine de mètres plus haut. Un affleurement de marnes à foraminifères de l'Oligocène de 2 m de hauteur au maximum le retient à l'ouest. Une échancrure sert d'exutoire, lorsque les apports diffus dépassent l'évaporation. Sur les autres rives, on a de la pelouse alpine et, au nord, un cône d'éboulis colonisé issu de la tête du Château. L'eau, transparente, atteint au maximum un demi-mètre. Le fond est formé d'un limon gris clair assez ferme de plus de 50 cm d'épaisseur. Cette gouille sert de point d'eau aux troupeaux de moutons.

Autres petites mares de la région :

Dans la combe de Chérente, on observe une mare artificielle de 8 m de diamètre au point 928.330/119.000/2015. A côté des chalets de Chérente, (928.750/119.350/1946), se trouve une mare artificielle, presque colmatée.

Dans la combe voisine de Vormy, **la mare de Champ Fleuri** (927.860/119.320/2005) mesure 15 m sur 8 et 0,2 m de profondeur. Au pied d'une faille, elle reçoit un filet d'eau qui l'alimente en permanence. Un ressaut de calcaire Priabonien la retient, au nord et à l'est, coupé par une profonde échancrure qui a été colmatée pour garder l'eau.

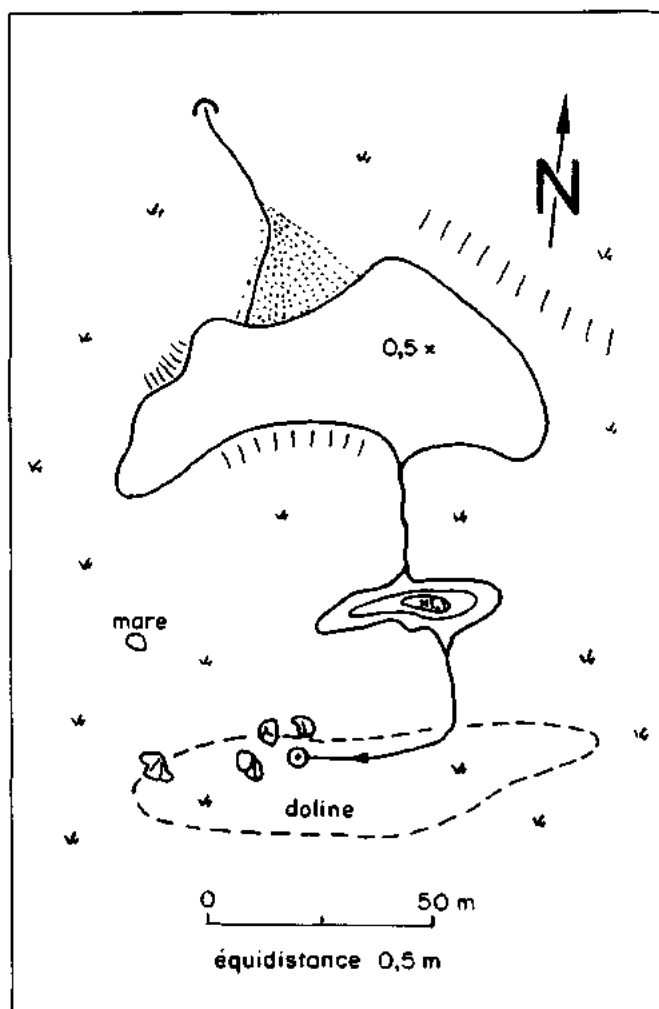
La mare du Château (927.720/119.460/2000) est entièrement naturelle. Il s'agit d'une doline, au fond colmaté, de 8 m de diamètre et de 0,2 m de profondeur. Lors d'un apport d'eau important, le niveau monte et elle se déverse dans une perte, 2 m au sud de la mare. Le Crétacé supérieur affleure à quelques mètres. Toujours sur le même replat structural, **la mare de la Gueule-à-Vent** (927.700/119.700/1990) est une vague doline colmatée de 5 m sur 8 et de 0,1 m de profondeur. Une levée de terre a été faite sur son bord est. Un

peu plus loin, **la mare des Muets** (927.800/120.130/1980) a été réexcavée à l'emplacement d'une plus grande mare artificielle qui s'était envasée. Elle mesure 5 m sur 4 et est profonde d'environ 40 cm.

Au bord du chemin menant à Vormy, sous la Tête de la Sallaz, on observe une petite mare d'une vingtaine de m², artificielle (928.500/121.300/1915).

Mentionnons enfin que dans le grand glissement de terrain situé sous les Quatre Têtes, où l'Oxfordien flue sous le Tithonique, une zone marécageuse d'un hectare s'est développée dans une loupe de glissement. L'eau libre affleure sur quelques centaines de m². Les coordonnées de cette zone sont : 928.750/113.500/1470.

Lacs de Peyre (919.840/119.690/2085).



Au nombre de deux, mais de surfaces très inégales, les lacs de Peyre se trouvent tout en haut de la large combe ouverte entre les pontes du Midi (2364 m) et la pointe Écarène (2437 m). Les pentes de cette combe, orientée vers le sud, sont en position structurale selon le pendage de

l'Hauterivien qui affleure largement. Les parois la bordant des deux côtés sont des restes de la carapace urgonienne. Elles sont affectées de nombreuses failles et diaclases parallèles à l'axe de l'anticlinal. Une faille particulièrement importante est sans doute responsable de l'existence des lacs ; elle peut être suivie sur près de cinq kilomètres, des environs du lac de Lessy jusque vers le Bargy, un peu au nord-est de la ligne de crête. Il s'agit d'un chevauchement du type de celui que l'on observe dans l'anticlinal parallèle des Aravis.

Comme dans les autres combes de la chaîne, les traces glaciaires sont abondantes et ont fait l'objet d'un relevé (Sesiano et al., 1986). On observe ainsi une moraine (glaciaire ou de névé) 200 m à l'ouest du lac. Le haut de la combe présente du reste les caractéristiques d'un cirque glaciaire, avec un creusement plus important au voisinage du lac. La dépression ainsi créée a, depuis, été partiellement comblée par des alluvions. Fréquentées par les moutons, des pentes herbeuses où affleure l'Hauterivien, entourent les deux lacs. On observe quelques dolines aux alentours. C'est pourquoi une origine des lacs partiellement karstique, surtout pour le petit, également axé sur une importante faille traversant la combe d'ouest en est, ne peut pas être écartée.

En ce qui concerne l'hydrologie, le lac d'En Haut est alimenté par une source pérenne issue de la roche en place, quelques dizaines de mètres en amont du lac. Son débit moyen est d'environ 0.5 l/s. Elle rejoint le lac où elle a formé, lors des crues, un petit delta. Le plan d'eau a une forme triangulaire, de dimensions 100 m sur 40 au maximum. La profondeur atteint un demi-mètre. Le fond de la cuvette, qui présente une horizontalité remarquable, est recouvert d'une épaisseur de limon fin et gris, dépassant 50 cm ; un fort dégagement de méthane est observé lorsqu'on le remue. On y remarque de nombreux tritons. Lors des observations, le 31 août 1983, le lac était homotherme, 18°C; il était également homotherme le 20.10.87 à 8.5° et le 31.10.87 à 5°. La surface est de 2500 m² et le volume de 600 m³, paramètres assez stables vu les faibles variations de niveau (un décimètre).

Ce lac se déverse par un effluent qui rejoint 20 mètres plus bas le second lac de Peyre. Il est plus petit et de forme rectangulaire, avec pour dimensions 40 m sur 12 m. Il est orienté selon une diaclase, et sa profondeur atteint 1.1 m au centre. Ici aussi, les fluctuations de niveau sont pratiquement nulles. La surface, 360 m², et le volume, environ 180 m³, sont stables. Le fond, qui est visible, est recouvert de 10 cm de limon reposant sur la roche en place. On observe un très faible dégagement

de méthane lorsqu'on le remue. Lors des mesures, le 31.8.83, la température de surface était de 19°C et celle du fond de 17°. Il était homotherme le 20.10.87, à 8.5° et le 31.10.87 à 5°. Le lac est limité au sud par un petit seuil rocheux suivi d'une dalle fissurée. L'écoulement se fait selon des diaclases approfondies par la corrosion, et l'effluent atteint une dizaine de mètres plus bas une vaste doline à fond plat, d'environ 200 m sur 40 ; c'est de toute évidence un ancien lac. A la fonte des neiges, elle se remplit et atteint environ 1.2 m de profondeur ; cette situation est très éphémère, quelques jours au plus. Le ruisseau serpente sur le fond en se dirigeant vers l'ouest, avant de disparaître dans une petite cavité ouverte dans l'Hauterivien. Comme on n'observe pas de résurgence plus bas dans la combe, correspondant au débit à la perte (environ 5 l/min à l'étiage, mais 5 l/s à la fonte des neiges), il semble que l'eau se dirige vers un collecteur souterrain drainant les eaux de ce versant de la chaîne du Bargy et celles des Aravis, sous la klippe des Annes. Afin de s'en assurer, un traçage à la fluorescéine a été tenté le 26.6.86 avec l'injection de 1,5 kg à la perte. Les émergences surveillées soit : - à Neyrolles ; - au captage d'eau sous l'oratoire de N.D. des Grâces ; - au Reposoir (ces trois points dans la cluse du Foron du Reposoir) et aux Arjules, un peu en amont du Petit-Bornand, n'ont pas indiqué trace de colorant. L'expérience répétée le 20.7.87 avec 1 kg d'un autre traceur, utilisé pour la première fois sur le massif (sulfo-rhodamine B), a été également négative malgré une surveillance des mêmes émergences durant 3 mois. L'hypothèse donnée ci-dessus semble donc confirmée.

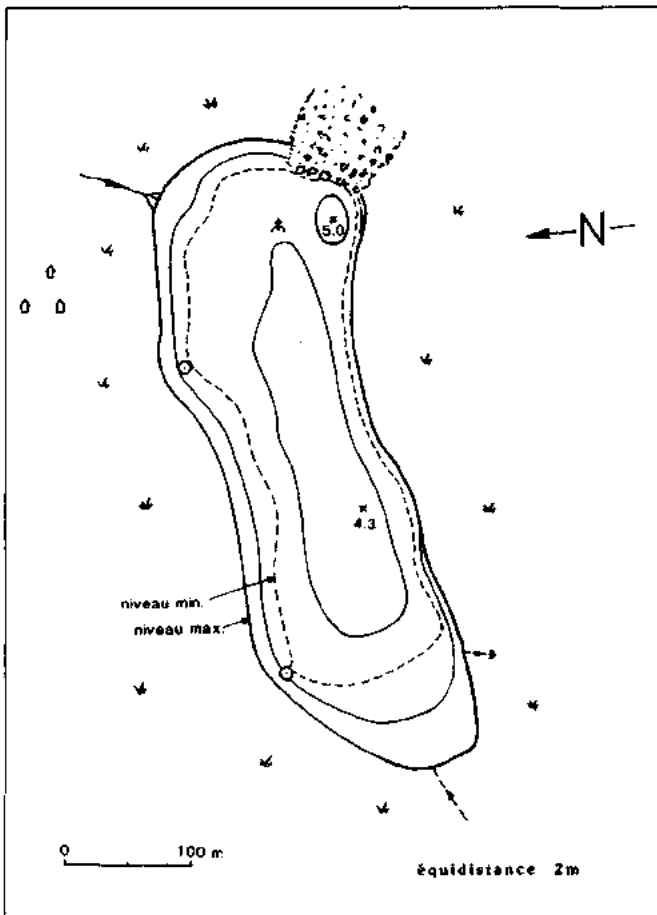
L'accès aux lacs de Peyre se fait à partir du col de la Colombière. Un sentier balisé remonte la combe jusqu'aux lacs.

La morphométrie et la physico-chimie se trouvent aux tables X et Y.



Lac de Lessy

Lac de Lessy (917.600/118.000/1733)



a) Situation géologique et origine

Le lac de Lessy se trouve dans le massif des Bornes, à l'extrémité sud-ouest de la chaîne du Bargy (ou des Vergy). Le plan d'eau est à l'altitude de 1730 mètres environ ; il est dominé par des sommets tels que l'aiguille Verte (2045 m), le Buclon (2072 m) et le Jalouvre (2408 m). La cuvette dans laquelle est confiné le lac est creusée dans les marnocalcaires tendres du Néocomien (Charollais, 1988; Büttler, 1928). La carapace de calcaire urgonien, depuis longtemps démantelée par l'érosion tant mécanique que chimique, apparaît de chaque côté du vallon, tout au moins en amont et en aval du lac. La géologie des lieux est cependant plus complexe que celle d'un anticlinal légèrement déjeté vers le nord-ouest et simplement éventré. En effet, de nombreuses failles, d'orientation nord-ouest - sud-est entre autres, accidentent le massif; elles délimitent des compartiments élevés ou abaissés, bien visibles dans le paysage. C'est ainsi que les pentes verdoyantes de l'Hauterivien dominant le lac (aiguille Verte) voisinent avec des secteurs de roches lapiazées de l'Urgonien (Buclon).

L'origine du lac semble donc être due aux causes suivantes: l'abaissement d'un compartiment de l'anticlinal, selon une section oblique par rapport

à l'axe du pli d'un angle de 50°, puis une dissolution karstique sur et aux extrémités du secteur abaissé. Celle-ci va progresser parallèlement à l'axe du pli, la carapace urgonienne finissant par disparaître complètement; le point bas du pourtour de la cuvette se situe alors à l'emplacement du compartiment abaissé, sur le côté déjeté de l'anticlinal. Dans un troisième temps, l'action glaciaire s'est certainement manifestée par un surcreusement de la cuvette. On trouve du reste des traces glaciaires à plus basse altitude et à peu de distance, au nord des rochers de Salin (Sesiano et al., 1986), mais autour du lac, les roches sont très tendres et les terrains mobiles, si bien qu'elles ont été effacées.

b) Hydrogéologie

Ainsi qu'on l'a dit plus haut, le lac de Lessy est un bassin fermé, sans émissaire aérien. Les habitants de la vallée se doutaient depuis longtemps qu'une grosse source pérenne dans la vallée du Borne devait être alimentée par le lac. C'est probablement ce que veut dire J.F.A. Beaumont dans son livre (1802) lorsqu'il écrit (t. II/2, p. 221) que "le lac de Larissa (sic!) est la source du torrent de Cenise". D'autre part il existe une légende du folklore local qui veut qu'au siècle passé, de jeunes mariés se soient baignés dans les eaux du lac (pourtant peu engageantes !), pour y disparaître à jamais. Seul, le voile de l'épouse serait réapparu dans une grosse source de la vallée du Borne, sans doute la même à laquelle Beaumont fait allusion.

L'écoulement se fait donc d'une manière souterraine par deux exutoires situés sur la rive nord, espacés de 250 m environ (voir carte bathymétrique). Aux basses eaux, celles-ci disparaissent entre des cailloux après un parcours aérien de deux mètres. La cuvette a un fond très régulier et peu profond (au maximum 1.3 m à l'étiage), sauf dans l'angle sud-est du lac, au pied de l'éboulis issu du Buclon, où une dépression circulaire de 50 m de diamètre accuse en son centre une profondeur de 1.7 m (aux basses eaux). C'est peut-être une perte fossile, car son fond est recouvert de vase, ce qui ne serait pas le cas si c'était une source sous-lacustre; elle est bien visible sur photo aérienne ou en dominant le lac, car les nombreuses plantes aquatiques se développant ailleurs y font totalement défaut. Ce pourrait être aussi les restes d'une cuvette de surcreusement partiellement comblée par les éboulis, au pied des raides parois du Buclon. Il faut relever que les pertes actives sont axées sur des diaclases d'orientation nord-ouest - sud-est sur les photographies aériennes de 1964 et les voit du reste se prolonger vers les grandes failles du Buclon.

Le débit moyen total des exutoires a été estimé à environ 15 litres par seconde, mais il dépend fortement du niveau du lac (les pertes sont plus ou moins sous l'eau, la pression hydrostatique est donc plus ou moins élevée). Un traçage à la fluorescéine eut lieu en septembre 1981. Deux grosses sources (émergences des Arjules) dans la vallée du Borne, entre Entremont et le Petit-Bornand, sources auxquelles il a été fait allusion plus haut, furent surveillées. Elles se trouvent à 850 m d'altitude et 3300 m à vol d'oiseau à l'WNW du lac. Des échantillons d'eau et des fluocapteurs détectèrent, faiblement il est vrai, le transit une quinzaine d'heures plus tard. Un gros orage nocturne avait peut-être favorisé le passage (Sesiano et al., 1983).

Une équipe du laboratoire d'hydrogéologie de l'Université d'Orléans (P.-H. Mondain, M. Lepiller et Ph. Cardin) refit l'opération en septembre 1986, mais avec des résultats plutôt négatifs, l'échantillonnage ayant été perturbé par une panne durant une forte crue (comm. orale Lepiller). Afin d'éclaircir finalement la situation, nous répétâmes le traçage le 26.10.91 avec l'injection d'un kilo de fluorescéine à chacune des pertes. Une couche de glace recouvrant le lac, le débit aux pertes put être correctement estimé par la baisse de niveau entre l'expérience à blanc et le traçage, soit 6 cm en 3 jours, malgré un apport des affluents de 7 l/s ; ce débit global se montait à environ 12 l/s.

Ce furent finalement les fluocapteurs, régulièrement changés, placés aux deux émergences du 29.10.91 au 7.11.91 qui détectèrent le traceur, d'une façon indubitable. A noter que le débit total des émergences était d'environ 200 l/s. Une autre émergence potentielle, au pied du Bargy, versant Reposoir, près du barrage sur le Foron, fut aussi surveillée, mais en vain : le Centre d'Hydrogéologie de l'Université de Neuchâtel, responsable des analyses, ne mit en évidence qu'un fort spectre de matière organique.

Le temps de transit a été élevé, suite sans doute aux conditions d'étiage : la neige recouvrait déjà toute la région jusqu'à l'altitude de 1600 m. Quant au débit des émergences, il s'explique par le fait qu'elles drainent la région du synclinal de Cenise, la retombée sud de l'anticlinal des Leschaux et de celui du Jalouvre, en plus de la "petite" contribution du lac de Lessy.

En ce qui concerne l'alimentation du lac, elle se fait par une source permanente alimentant les chalets de Lessy (1770 m), au nord-est du lac, par un petit affluent temporaire au sud-est, ainsi qu'en quelques points diffus : le débit total moyen est d'environ 8 l/s, mais en étiage sévère, il se monte à 1 à 2 l/s. On peut noter enfin que le lac a dû atteindre autre fois un niveau plus élevé que

l'actuel, de 35 m environ, car on observe au nord des chalets de Lessy, un abaissement de la ligne de crête entourant le lac, atteignant l'altitude de 1765 m. Les eaux dévalaient alors un vallon bien marqué (on y observe de nombreuses marmites et polis torrentiels au passage de la barre urgonienne), actuellement presque toujours à sec, pour rejoindre le Jalandre, torrent issu du col de Cenise. Les exutoires souterrains actuels ne sont du reste pas encore à même d'évacuer le débit des hautes eaux (fonte des neiges, orages), si bien que le niveau du lac est soumis à de fortes fluctuations (3.0 m). A l'opposé, plus le niveau du lac est bas, plus le débit aux pertes devient insignifiant, et l'on atteint ainsi un niveau minimum. Il est relativement exceptionnel en été, puisqu'un diction relatif à un rocher pouvant émerger aux très basses eaux et porteur autrefois d'une croix, dit: "Lorsque tu me verras, tu pleureras", une allusion à la sécheresse pouvant être responsable de cet événement. A noter qu'il dépassait de 5 cm la surface gelée du lac le 24 novembre 1983, après 130 jours presque sans précipitations.

c) Observations

Les paramètres du lac varient fortement selon la saison car, du fait de la faible profondeur et des grandes fluctuations de niveau, surface et volume changent appréciablement. On a donc donné les paramètres maximum observés (en juin), et des valeurs minimum entre parenthèses (automne). Ils ont été acquis au cours de nombreuses visites entre 1981 et 1991. On peut relever que les valeurs données dans Coupé et al. (1982) sont approximativement des chiffres d'étiage.

| | |
|-----------------------------|---|
| Longueur du lac : | 520 m (450 m) |
| Largeur maximum du lac : | 170 m (150 m) |
| Profondeur maximum du lac : | 5 m (1.7 m) |
| Surface du lac : | 7.1 ha (4.5 ha) |
| Surface du bassin versant : | 109 h |
| Rapport des surfaces : | env. 6.5 % |
| Volume du lac : | 205.000 m ³ (40.000 m ³) |
| Débit total aux pertes : | env. 20 l/s (5 l/s) |
| Temps de renouvellement : | env. 600 jours |
| Transparence : | 2.5 m (28.6.87) jusqu'au fond (11.10.83) |
| Affluents : | env. 5 l/s |
| Fluctuation : | 3.0 m |
| Forel : | VI |
| Tsurf : | 9°C (11.10.83) 14°C (28.6.87) |
| Tfond : | 8°C (11.10.83) 6°C (28.6.87) |

Le 28.6.87, au fond de l'entonnoir (profondeur 5 m), la température était de 5°C. A relever qu'elle atteignait au même endroit 15°C à la surface, 8.5°C à 1 m et 7°C à 2 m de profondeur.

La morphométrie se trouve à la table X, la physico-chimie à la table Y.

Autres petits plans d'eau de la région :

Mare de Lainvouet (915.230/117.250/1605)

C'est une petite mare artificielle logée sur un replat du terrain au nord-ouest des rochers de Salin. Elle est entourée de pentes herbeuses et se trouve à côté des chalets homonymes. Ses dimensions sont de 4 m sur 14 m et sa profondeur varie de 0.2 à 0.3 m selon la saison. L'épaisseur de vase, beige et légère, est de plus de 0.6 m. L'accès est donné ci-dessous.

Mare de Salin (915.730/117.740/1595)

Les rochers de Salin (1850 m) forment au nord un beau cirque à parois presque verticales. Au fond du cirque, près d'un chaos de blocs et entourée de sapins et de pentes herbeuses, on trouve la mare de Salin. A la fonte des neiges, elle mesure 8 m sur 12 m, avec une profondeur de 0.4 m. L'épaisseur de vase dépasse un demi-mètre. Après une période d'étiage, il peut arriver que la mare s'assèche presque complètement. L'alimentation se fait par un filet d'eau issu des éboulis, au sud; l'exutoire est aérien aux hautes eaux, vers le nord. Il ne fait pas de doute que cette mare occupe le fond d'une belle cuvette glaciaire excavée dans la charnière du pli renversé des rochers de Salin; sa sortie est barrée par une moraine actuellement échancrée. A une époque antérieure, la nappe d'eau a pu atteindre une surface de près d'un hectare.

L'accès se fait à partir du Petit-Bornand, en montant vers Paradis, sur le plateau des Arjules. De La Cha, à 1380 m, un chemin à jeep gagne Paradis, puis le Lainvouet. De là, un sentier mène à la mare de Salin.

Mare du Jalouvre (918.350/119.530/1875)

Ce petit lac permanent, appelé aussi Lé Tolet, est situé dans la vaste combe qui s'ouvre au nord du Jalouvre (2408 m). L'érosion a entaillé jusqu'au coeur l'anticlinal de la chaîne du Bargy, ici déjeté vers le nord-ouest, mettant à nu l'Hauterivien et laissant subsister ici et là des lambeaux d'Urgonien (sommets du Jalouvre, de la Pointe Blanche, etc.). Le lac est entouré de trois côtés par des parois rocheuses et des pierriers, alors que vers le nord, ce sont des pentes herbeuses et vallonnées. L'origine du lac est glaciaire, et il semble être retenu

par la moraine latérale droite d'un petit glacier issu de la dent du Jalouvre et qui se dirigeait vers le verrou urgonien formé par la pointe de Sosay et le Voray (flanc renversé de l'anticlinal). Le lac, piriforme, a environ 40 m de longueur et 25 m de largeur maximum; la profondeur atteint au plus 0.4 m. Il n'y a pas plus de 0.2 m de vase sur un fond pierreux. L'alimentation se fait par infiltrations au pied des éboulis; l'exutoire est aérien, en direction de l'ouest, au travers d'une échancrure dans la moraine. La superficie est d'environ 800 m² et le volume de 160 m³, paramètres pouvant croître de 30 % à la fonte des neiges. Un peu en-dessous, au nord, une petite source sort d'une diaclase de l'Hauterivien, pour se perdre un peu plus bas au contact urgonien-hauterivien. Son débit est de quelques l/s. Elle draine le cirque nord du Jalouvre et n'a pas de rapport avec le lac; celui-ci n'est que l'expression d'un drainage superficiel de ce même cirque.

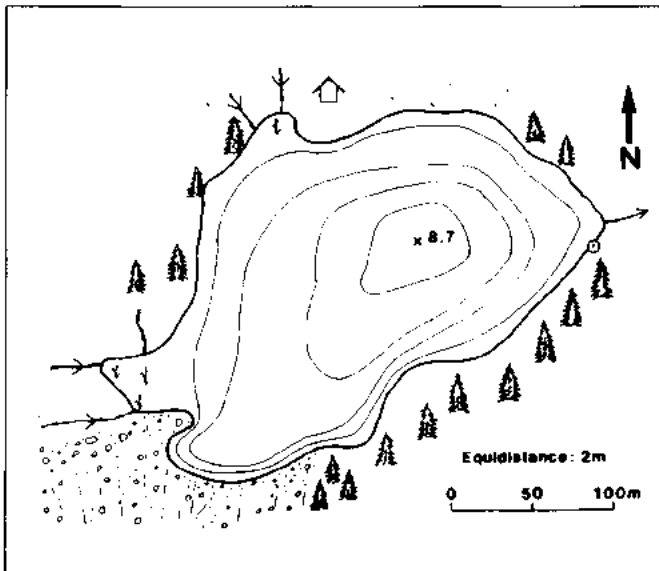
A la fonte des neiges, un autre plan d'eau peut se former à quelques dizaines de mètres au nord-est, alimenté par un affluent temporaire au parcours sinueux (débit : quelques l/s). De forme ovale (diamètre maximum : 50 m), il atteint une profondeur de 1.5 m. Des pertes évacuent peu à peu l'eau jusqu'à vidange complète. L'accès au lac est donné ci-dessous.

Mares de Cenise

Entre la chaîne du Bargy et les rochers de Leschaux s'étend le plateau herbeux de Cenise. Du Quaternaire recouvre une certaine épaisseur de Flysch et de Nummulitique, eux-mêmes reposant sur l'Urgonien. Une vingtaine de dolines accidentent le plateau et, colmatées par de l'argile, plusieurs gardent de l'eau en permanence. La plus importante, voisine des rochers de Leschaux, a pour coordonnées 917.900/121.450/1685. Elle est circulaire, d'environ 20 m de diamètre et a 2.4 m de profondeur maximum. Le 23.10.91, le disque de Secchi était visible jusqu'au fond, malgré une mince couche de glace recouvrant la mare. L'épaisseur de vase dépasse 0.7 m, avec un niveau interne plus résistant (calcaire précipité ?). Elle semble être alignée, ainsi que plusieurs autres dolines, sur une faille, ce qui pourrait s'expliquer par soufrage du Cénozoïque suite à la dissolution du calcaire sous-jacent, 800 m au sud, deux autres dolines présentent des surfaces d'environ 100 m², avec une profondeur d'un demi-mètre. Elles sont en voie de comblement par la végétation. Les autres dépressions du col de Cenise sont soit plus petites (une dizaine de m²), soit artificielles (diamètre: 20 à 25 m; levées de terre sur les côtés), servant à abreuver le bétail fréquentant ces riches pâturages.

L'accès se fait à partir du Petit-Bornand. La route est asphaltée jusqu'à 1500 mètres d'altitude. Au-delà, elle est carrossable, mais raide, jusqu'au col où se trouvent les mares. Il est ensuite facile de gagner le lac du Jalouvre par un sentier se dirigeant vers le sud; il franchit par un pas rocheux la barre d'Urgonien, au pied de la pointe de Sosay, avant d'entrer dans la combe nord du Jalouvre.

Lac Bénit (922.580/122.730/1452)



a) Situation géologique et origine

Blotti à 1450 mètres d'altitude aux pieds des magnifiques dalles urgoniennes du Petit Bargy, le lac Bénit est typiquement d'origine glaciaire. En effet, on se trouve ici dans une zone de faiblesse caractéristique, au contact entre les couches verticales à renversées du Crétacé inférieur (Urgonien) formant le flanc nord de l'anticlinal du Bargy, et les terrains du Crétacé supérieur et du Tertiaire, calcaires et grès nummulitiques d'une part, schistes et grès du Flysch de l'autre (Sarasin, 1903 ; Büttler, 1928). La nature pétrographique et structurale du terrain explique donc l'excavation glaciaire à cet endroit. La tectonique intervient également: une faille importante, perpendiculaire à l'axe du pli, est responsable d'un vaste cirque s'ouvrant au-dessus de l'extrémité sud-ouest du lac, le cirque d'Encrenaz, dont le sommet des parois domine le lac de 700 mètres

L'anticlinal a ainsi été éventré par l'érosion jusqu'à l'Hauterivien, et c'est près de 300 mètres de Barrémien et Aptien qui ont été enlevés. De beaux lapiés sont visibles au sommet de la montagne, et il n'est point douteux que ce travail de débâclement a été autant l'oeuvre d'une dissolution chimique que d'une cryoclastie intense sur un terrain si fissuré.

Pourtant, l'origine glaciaire n'a pas été évidente aux yeux de tous. Favre (1867, § 361) rapporte que le lac serait dû à un effondrement dans lequel aurait disparu une forêt de sapins. Un vieillard de Brizon affirmait en 1845 que cela se serait passé dans la jeunesse de son père ! Plus près de nous, Coupé et al. (1982) mentionnent la légende qui veut qu'une avalanche ait vidé le lac, inondant ainsi Marnaz au bas de la montagne. Le clergé local serait monté en procession au lac afin de bénir le site pour éviter le retour d'une telle catastrophe, d'où le nom de lac Bénit.

Corrosion et cryoclastie sont actives actuellement, contrairement à l'action d'érosion mécanique glaciaire qui a cessé. En effet, ce cirque, orienté plein nord, remplissait bien son rôle de bassin d'alimentation pour un petit appareil dont la langue, une fois sortie de la montagne, surcreusait la zone de contact mentionnée plus haut. Actuellement, il n'est pas rare de voir de la neige subsister dans ce cirque jusqu'au mois d'août.

Un système de trois arcs morainiques emboîtés, latéraux et frontaux, est visible sur les rives nord-ouest et nord du lac Bénit. Celui-ci est retenu par un seuil de Nummulitique recouvert d'un placage morainique. Le déversoir original a été obturé par une digue d'environ 2 m en 1964 pour augmenter la superficie du lac. On peut enfin relever la présence d'un énorme cône d'éboulis actif, situé à la base du cirque d'Encrenaz, et comblant peu à peu la cuvette lacustre, dont un tiers a déjà disparu. Le reste du lac est entouré de pentes herbeuses et de sapins.

b) Hydrogéologie

A la fonte des neiges ou lors d'abondantes précipitations, le lac se déverse par une échancrure du seuil. En période normale, une petite perte est visible sous un rocher en rive droite, 10 m avant le déversoir : son débit est estimé à 1 ou 2 l/s. En basses eaux, soit environ 60 cm sous le seuil, la perte n'est plus alimentée et le niveau du lac se stabilise. Un traçage a été effectué le 17.5.86. Un demi-kilo de fluorescéine a été déversé à la perte (débit env. 1 l/s). Des fluocapteurs ont été placés à quelques sorties d'eau dans la cluse du Foron, en aval du Reposoir (versant SE du Bargy), soit à l'émergence de Neyrolles, à celle du captage d'eau (N.D. des Grâces) et à l'émergence de la grotte du Reposoir, et des prélèvements d'eau ont été faits. Seule la première émergence a montré des traces de colorant (coord.: 926.050/124.020/770). Le temps de transit, environ 18 h, et la distance, environ 3600 m, donnent une vitesse moyenne de 200 m/h. L'eau ne fait donc que suivre la partie externe des couches verticales à renversées de

l'Urgonien, parallèlement à l'axe du pli, pour émerger à la faveur de la coupe engendrée par la cluse du Foron. On trouvera ailleurs un compte-rendu de l'expérience (Sesiano, 1990).

Quant à l'alimentation du lac, elle est due à quelques sources : l'une, au nord du lac, est utilisée par le chalet-buvette dont elle n'est séparée que de quelques pas ; une autre sourd au fond de la combe, au sud-ouest du lac, rassemble des infiltrations et devient un petit ruisseau comblant peu à peu le bras du lac où il se jette. Ces deux affluents plus quelques points d'eau diffus apportent au lac quelques litres par seconde en temps normal.

On peut remarquer enfin que les fonds nord-ouest et ouest du lac sont envahis par une riche végétation aquatique. Dans les zones plus profondes du lac, des vases noires recouvrent le fond et du méthane a été dégagé par la sonde. Il semble donc que les eaux profondes soient très pauvres en oxygène.

c) Observations

Comme mentionné ci-dessus, les paramètres du lac ont été modifiés en 1964 par l'obturation partielle du déversoir. Coupé et al. (1982) indiquent que les travaux ont augmenté la surface de 50 % et la profondeur d'environ 3 m. Les paramètres donnés sont donc ceux de l'état actuel; ils résultent de plusieurs visites entre 1982 et 1989

| | |
|-----------------------------|----------------------------------|
| Longueur maximum : | 300 m |
| Largeur maximum : | 160 m |
| Profondeur maximum : | 8.7 m |
| Surface du lac : | 4.1 ha |
| Surface du bassin-versant: | 90,6 ha |
| Rapport des surfaces : | 4.5 % |
| Volume du lac : | 157.000 m ³ |
| Affluents : | env. 2 l/s |
| Temps de renouvellement: | env. 700 j. |
| Transparence : | 3 m (12.10.82) 3.3 m (3.6.87) |
| Fluctuation : | 0.6 m |
| Mesures du 11.10.83, | |
| en surface: | température : 10° |
| " " au fond : | " 9° |
| " 3.6.87, en surface: | " 10.5° |
| " au fond: | " 6° |

L'accès au lac se fait à partir de Bonneville, puis Mont-Saxonnex. Quelques kilomètres au-delà, un chemin à jeep mène au bord du lac.

La morphométrie se trouve à la table X, la physico-chimie à la table Y.

Plans d'eau des Bauges

Bien que n'appartenant pas à la région Bornes-Aravis, située plus au NE, nous traiterons ici l'extrémité des Bauges qui appartient à la Haute-Savoie. En fait, tous ces plans d'eau sont de très faibles surfaces et surtout artificiels, mais nous les mentionnerons par souci d'être complet. Ils ont surtout servi comme points d'eau pour le bétail.

Montagne du Semnoz

Au départ d'Annecy, une excellente route permet de s'élever sur la chaîne du Semnoz dominant, à l'ouest, le lac d'Annecy. Peu après être sorti de la forêt, vers 1550 m, on distingue en contrebas de la route une dépression où se situent les deux **Mares de l'Abbaye** (892.670/095.920/1535). La plus ancienne des deux mesure 10 m sur 10 et a 0.8 m de profondeur ; elle est envahie de plantes aquatiques. L'autre, plus récente, mesure 20 m sur 15 et a 1 m de profondeur. Son fond présente quelques dm de limon. Elle alimente le chalet voisin.

Continuant un peu au-delà, on atteint le point culminant de la montagne, le Crêt de Châtillon. Au SW du sommet se trouve la **mare de Châtillon**, mesurant 20 m sur 8 et ayant 0.5 m de profondeur. Elle est de création récente. Coordonnées : 892.690/095.450/1665.

En poursuivant sur la route, on atteint l'Hôtel du Semnoz, derrière lequel se trouve la **mare de l'Hôtel** (!) mesurant 8 m sur 12, avec un demi-mètre de profondeur. Ses coordonnées sont: 892.600/095.080/1640.

Un peu au-delà, sur la crête, au point 892.325/094.540/1660, on ne remarque plus que les traces des deux **mares de Leschaux** : elles ont en effet été comblées.

1.5 km au sud, on trouve en-dessous d'un groupe de chalets la **mare de Gruffy**, de création récente. Elle mesure 20 m sur 15 et a 0.7 m de profondeur. Coordonnées : 892.060/093.100/1595.

Sous le Crêt de Châtillon, dans un virage de la route, on observe au point 893.050/095.250/1585 une mare récente de 8 m sur 8 et de 0.8 m de profondeur.

Finalement, 1.4 km au SSE du Crêt de Châtillon, on a une ancienne mare envahie par des plantes aquatiques, à côté des chalets de Villiard. Elle ne mesure que 2 m sur 3 avec 2 dm d'eau. Coordonnées : 893.100/094.130/1445

Montagne d'Entrevernes

Au sud de Duingt, sur la rive occidentale du lac d'Annecy, s'ouvre la vallée d'Entrevernes. A 2.5 km au-delà de la localité homonyme, on a la **mare de Thoron** (899.240/093.090/1165). Il s'agit d'une mare artificielle ancienne, de forme triangulaire et mesurant 8 m de côté. Elle a 1.5 m de profondeur. Son fond, vaseux, est recouvert de végétaux en décomposition, si bien qu'il dégage du méthane. Située à une quarantaine de mètres à l'intérieur de la forêt, elle n'a ni affluent, ni émissaire.

Montagne d'Arcalod

Au sud du lac d'Annecy, à cheval entre la Haute-Savoie et la Savoie, s'élève la pointe d'Arcalod. Sur son arrête NE, en direction de Faverges, on observe plusieurs mares, au-dessus de La Motte. Passons-les en revue.

Un peu plus loin que le chalet du Gros Tilleul, au point de coordonnées 905.570/088.550/1425, on a une mare de 5 m sur 5 et de 3 dm de profondeur. En continuant le sentier sur la crête, on trouve encore une gouille (3 m sur 3 sur 0.2) avant d'arriver au chalet du Charbon. A côté de celui-ci, on observe une mare de 10 m sur 5 et de 0.5 de pro-



Lac du Charvin

fondeur ; c'est la plus ancienne de toute la série (905.450/088.360/1450). Poursuivant sur la crête, on dépasse trois petites gouilles récentes (3 m sur 3 sur 0.2), avant d'arriver à une mare en voie de comblement, au point 904.800/087.690/1435.

Toutes ces mares sont artificielles, servant de points d'eau pour les bêtes.

On les atteint en partant de Faverges, en gagnant St Ruph, puis La Motte par un sentier.



Lac Bénit

CONCLUSIONS

Les lacs, mares et étangs donnés dans le tableau récapitulatif (Table X), ont en général été repérés sur les cartes au 1/20.000 ou au 1/25.000 ; parfois leur existence a été apprise fortuitement sur le terrain et confirmée sur les photos aériennes de l'I.G.N. Il ne semble pas que, dans la région décrite, il y en ait d'autres naturels qui soient permanents: on peut donc considérer cet inventaire comme complet.

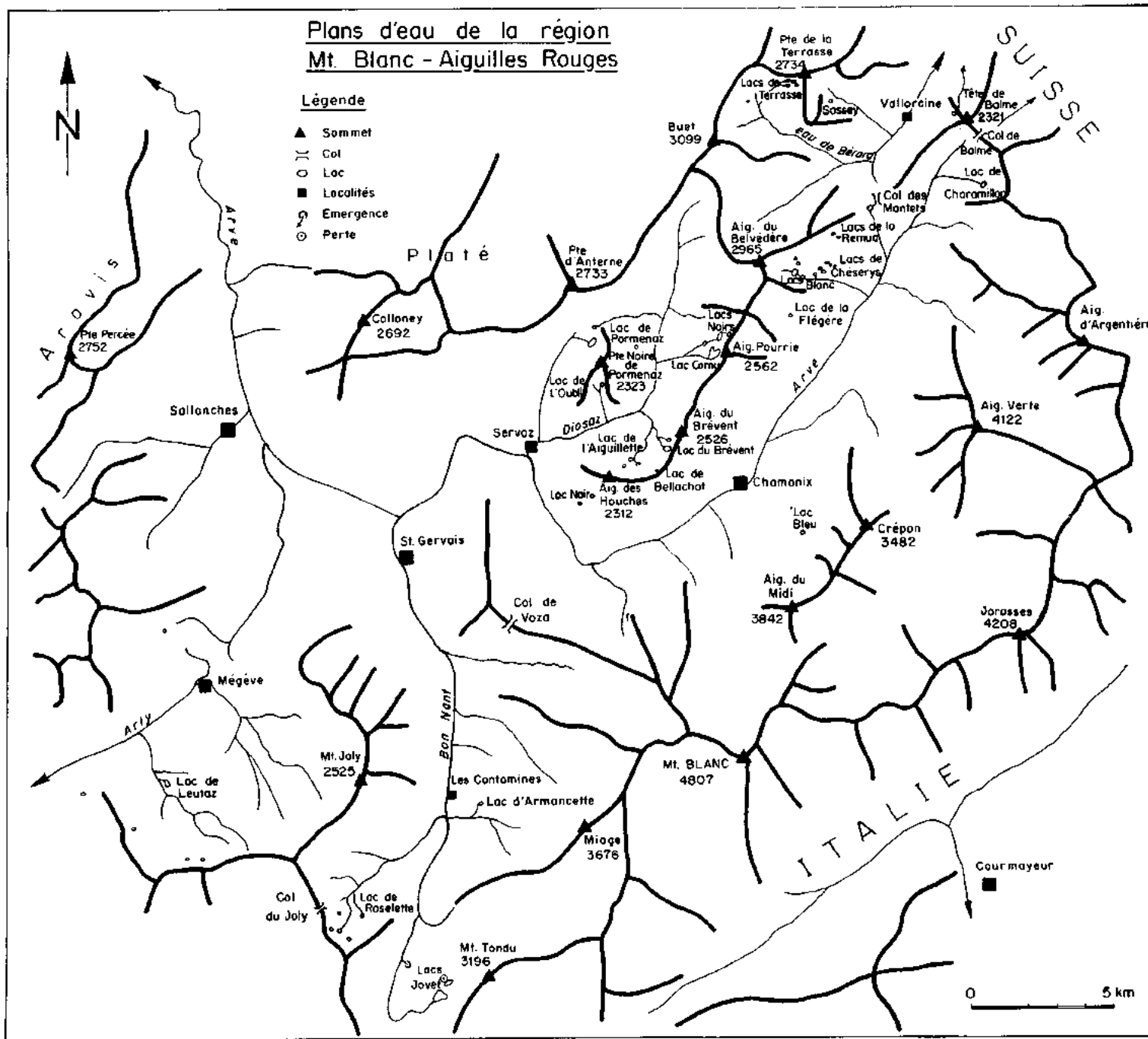
En ce qui concerne les paramètres morphométriques donnés, on peut relever que seuls trois lacs ont des surfaces et des volumes relativement importants: il s'agit du lac Bénit, du lac des Confins et du lac de Lessy, ce dernier présentant de fortes variations. Quant aux profondeurs, elles sont en général faibles, sauf pour le lac Bénit qui se distingue nettement des autres. On est cependant bien loin des lacs insondables du folklore régional ! Les paramètres physico-chimiques donnés dans la table Y n'ont bien entendu qu'une valeur indicative. Ce ne sont que des mesures ponctuelles qui peuvent fluctuer, dans certaines limites, au gré des saisons et des événements météorologiques pouvant affecter les plans d'eau.

SECTEUR
MONT-BLANC
AIGUILLES ROUGES

Plans d'eau de la région Mt. Blanc - Aiguilles Rouges

Légende

- ▲ Sommet
- ∩ Col
- Lac
- Localités
- ⊙ Emergence
- ⊖ Perte



B) MONT-BLANC ET AIGUILLES ROUGES

I. AIGUILLES ROUGES DE CHAMONIX

1. INTRODUCTION

La chaîne des Aiguilles Rouges s'étend sur une quinzaine de kilomètres, limitant à l'ouest et au nord le bassin effondré (ou couloir de cisaillement) de Chamonix, d'orientation NE-SW. Au nord-ouest de la chaîne, on observe les terrains sédimentaires des nappes helvétiques, recouvrant un substratum autochtone. Les altitudes sont comprises entre 1000 et 3000 m. Les Aiguilles Rouges sont formées en grande partie de roches cristallines : mica-schistes, gneiss, amphibolites, injectées de filons (aplites) ou de lentilles métamorphiques (cipolins) ; elles sont d'âge paléozoïque. L'orogène hercynienne a tectoniquement marqué la chaîne par des failles et des diaclases dont l'orientation principale est méridienne. Cette direction peut du reste varier sur des distances de l'ordre du kilomètre, les fractures ayant tendance à s'incurver vers l'est.

Lors de la formation des Alpes, cet ancien matériel a réagi aux nouvelles contraintes d'une manière cassante. C'est ainsi que l'on peut observer un rajeunissement de la tectonique ancienne (rejeu de failles, formation d'écaillles chevauchantes), mais aussi l'apparition de nouveaux accidents, cette fois d'orientation NE-SW : ils viendront donc se superposer aux directions hercyniennes (Gourlay, 1986 ; Oulianoff, 1949 ; Corbin et Oulianoff, 1926). De nombreuses zones de faiblesse (mylonitisation) vont donc se rencontrer aux intersections de failles d'orientations différentes (angles variant entre 20 et 50°). Elles seront exploitées par les agents météoriques (gélifraction, décomposition chimique) et les glaciers. En ce qui concerne ces derniers, relevons qu'on observe dans les combes et cirques abrités de nombreux petits glaciers et névés permanents.

Bien que n'appartenant pas sensu stricto à la chaîne des Aiguilles Rouges, nous incluerons dans notre étude le massif de Porménaz situé à l'ouest de la chaîne, dernier pointement cristallin avant la couverture sédimentaire.

Au sujet des travaux antérieurs accomplis dans la région qui nous occupe, on peut mentionner ceux sommaires de Delebecque (1898), de Dussart (1954) et de Edouard (1983), ainsi que les études plus approfondies mais ponctuelles de Balvay (1978), de Balvay et Blavoux (1981). On peut

encore citer l'ouvrage de Coupé et Martinot (1982) qui s'adresse à un large public.

2. ORIGINE GENERALE DES LACS

Tous les lacs du massif doivent leur existence à la présence de glaciers, antérieurement bien plus étendus. Cela peut se traduire par l'exploitation par le glacier des zones de faiblesse de la roche : intersections de failles et de diaclases, filons de roches plus tendres (amphibolites, par exemple). Cela peut être aussi une moraine frontale fermant l'entrée d'un vallon. Dans le premier cas, on aura formation d'une cuvette avec une contre pente en aval. Les axes du lac ou de ses bras seront en général orientés selon des accidents tectoniques ou des filons. On peut aussi avoir formation de roches moutonnées, les cuvettes s'étant remplies d'eau par la suite, ou même durant la présence du glacier (nappe sous-glaciaire). Le seuil du lac peut se présenter sous la forme d'un verrou, zone de roche plus résistante à l'érosion mécanique glaciaire.

3. MORPHOLOGIE ET MORPHOMETRIE DES LACS

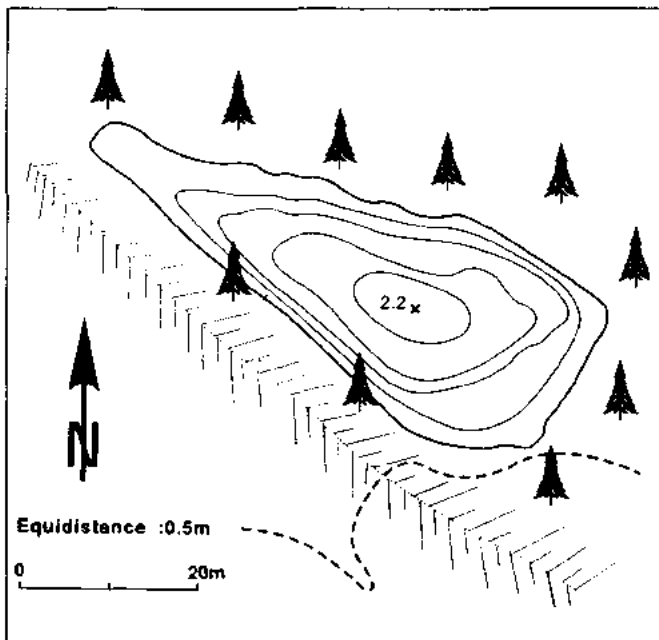
Nous allons examiner les lacs de ce massif, du sud au nord. Des cartes bathymétriques ne seront données que pour les plus importants d'entre eux. Quelques idées seront avancées sur l'origine de chacune des nappes d'eau, puis un tableau récapitulatif rassemblera les principaux paramètres morphométriques et physico-chimiques. Les lacs seront situés à l'aide des coordonnées Lambert.

4. INVENTAIRE

Mare du Plan de la Cry (945.410/110.770/1435)

Ce petit plan d'eau, mesurant au maximum 35 m sur 15, se trouve sur un replat structural (affleurements de roches moutonnées à une trentaine de mètres au nord), recouvert de dépôts morainiques. Le 26.5.85, sa profondeur atteignait 0.2 m et un petit affluent au débit d'environ 1 l/s, l'alimentait par l'ouest. L'eau est évacuée par un émissaire et par infiltrations. Lors de crues, la profondeur maximum peut atteindre 0.5 m et la surface augmenter d'un tiers. Aux périodes d'été, il peut s'assécher entièrement. Le 10.6.87, avec une profondeur de 0.5 m, il était homotherme à 8.5°.

Lac Noir de l'Aiguillette (946.170/110.760/1528)

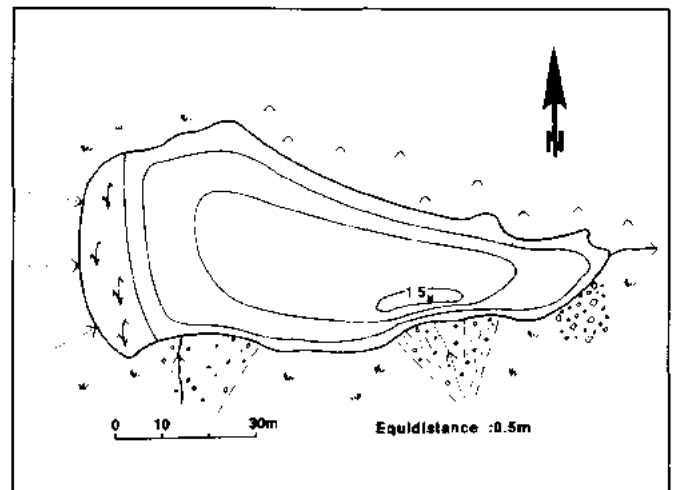


Situé dans les forêts de sapins des pentes sud de l'Aiguillette des Houches, ce petit lac a la forme d'un triangle d'environ 60 m sur 25. Sa profondeur maximum atteignait 1.8 m lors des mesures, le 5.12.82 (une vingtaine de points de sondage à travers 12 cm de glace), mais 2.2 m le 26.5.85 et le 10.6.87. Son extrémité NW disparaissait alors sous la végétation (buissons, troncs et branches tombées). Il est retenu par une belle moraine latérale de l'ancien glacier de l'Arve que l'on peut suivre depuis le Merlet et d'orientation NW-SE, franchie à une échancrure (exutoire de très hautes eaux) par le sentier issu du Plan de Cry (voir lac précédent). Celle-ci domine donc le lac de 1 à 6 m. L'alimentation ainsi que la disparition des eaux se font par infiltrations. Quelques plantes aquatiques se développent sur le fond du lac, formé d'une vase gris-beige, épaisse de 0.4 m au centre, et recouvrant du matériel morainique grossier.

Le disque de Secchi était visible jusqu'au fond, et du gaz était dégagé par la sonde. Les variations de niveau se montent à 0.6 m. Le 10.6.87, le lac était homotherme (9°), et sa couleur de XVI sur l'échelle de Forel, c'est-à-dire brun-jaune. Ses paramètres morphométriques sont donnés dans la table X, l'analyse physico-chimique de l'eau dans la table Y.

Les deux lacs précédents sont atteignables depuis le Coupeau, en face des Houches.

Lac de l'Aiguillette (946.900/112.600/2117)



On trouve sur le versant septentrional de l'Aiguillette du Brévent, dans la zone de Carlaveyron, un grand nombre de dépressions qui ont été, ou sont encore, occupées par des nappes d'eau. Les mares n'atteignent que quelques dm de profondeur et sont presque entièrement envahies par la végétation. Mais le plus vaste plan d'eau libre est le lac de l'Aiguillette. De forme triangulaire (115 m sur 50) et d'axe E-W, son rivage sud est situé au pied d'un escarpement d'où sont issus plusieurs éboulis. Ceux-ci correspondent plus haut à des ravins occupés par des torrents temporaires arrivant au centre du lac, ou pérennes (à l'angle S-W), qui ont construit de petits deltas. On observe aussi des apports d'eau d'une zone marécageuse située à l'ouest du lac.

Dominant le lac de quelques mètres, des roches moutonnées forment son pourtour nord. L'exutoire, aérien, se trouve à la pointe du triangle, en direction de l'est; son débit était de 3 l/s lors des mesures (27.9.83). La profondeur maximum atteint 1.5 m en rive sud, au pied des escarpements. Les variations du niveau de l'eau sont négligeables. Aucune plante aquatique n'était visible sur le fond, recouvert au centre de plus de 0.4 m de vase gris foncé, grasse et compacte, et de 0.2 m sur les bords. Le lac doit son origine au surcreusement d'un compartiment plus faible situé entre deux failles hercyniennes, le glacier se dirigeant vers la Diosaz, au nord. La température de l'eau atteignait 14° en surface et 12° au fond, le 27.9.83, mais 15.5° le 7.8.89 (homotherme). On peut relever que l'affluent pérenne (environ 2 l/s lors des mesures) provient d'un plan d'eau envahi à 80% par la végétation, de dimensions équivalentes à celles du lac de l'Aiguillette, et situé 250 m au SW de ce dernier, au-dessus de l'escarpement. En zone libre, au centre, on mesure environ 0.8 m d'eau sur un fond de plusieurs décimètres de vase. Son origine est aussi due à un surcreusement dans les gneiss.

Les paramètres morphométriques et l'analyse physico-chimique de l'eau du lac de l'Aiguillette se trouvent aux tables X et Y, respectivement.

Lac de Bellachat (947.850/112.200/2145)

Ce petit lac aux eaux extrêmement limpides est de forme ovale (50 m sur 28), avec une profondeur maximum de 1 m les jours de mesures (27.9.83 et 1.10.87). Son fond est entièrement recouvert de gros galets cristallins (absence totale de végétation car il peut s'assécher complètement). Aux hautes eaux, soit environ 0.3 m plus haut que nos mesures, l'émissaire est aérien, en direction du ravin de Vouillouds, alors qu'en automne, les eaux s'échappent par infiltrations. La température de l'eau atteignait 15° en surface et 13° au fond le 27.9.83, mais le lac était homotherme (11.5°) le 1.10.87. A la première de ces dates la conductivité de l'eau était de 9 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et le pH (à 25°) de 5.72, alors qu'on avait 16 et 5.09 le 29.8.85. Le lac doit son origine à un barrage morainique situé en rive sud, alors qu'ailleurs autour du lac, on observe quelques affleurements de roche en place et des dépôts morainiques recouverts de pelouse rase ; un surcreusement n'est donc pas exclu, mais il est actuellement masqué.

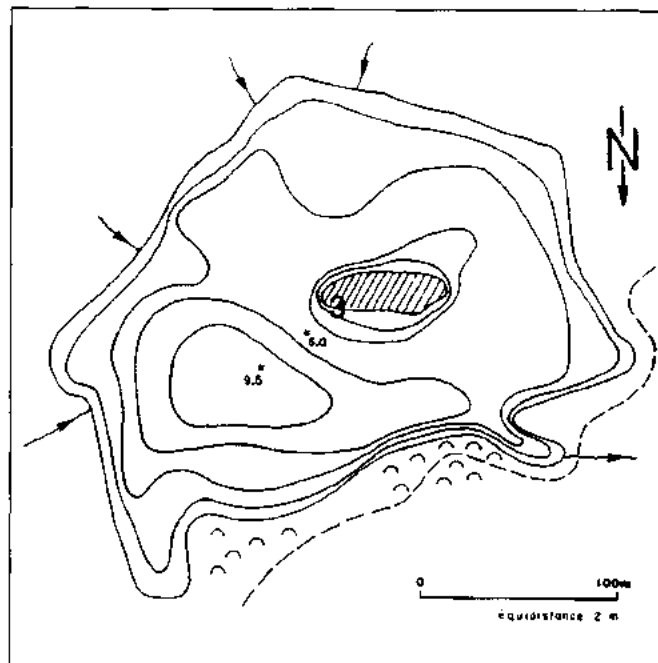
On peut noter la présence 250 m au NE du lac, d'un plan d'eau en forme de croissant (environ 0.5 ha), actuellement couvert de végétation, se développant dans quelques décimètres d'eau et de vase. La sortie des eaux se fait aussi vers le ravin des Vouillouds, et l'origine du lac semble identique à celle du lac de Bellachat ; cependant, il est retenu au nord par un vaste dôme de matériaux morainiques, restes d'une probable diffluence du glacier de l'Arve vers le valon de la Diosaz.

L'accès aux deux lacs précédents se fait en 2 h à partir du Merlet, en face des Houches.



Lac de Pormenaz

Lac de Pormenaz (945.350/116.660/1945)



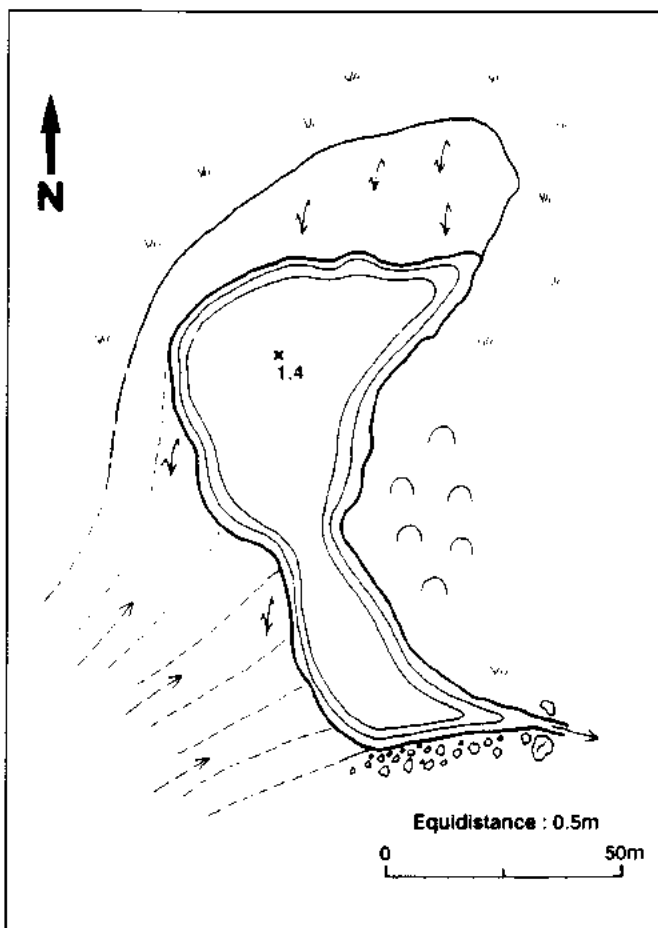
Ce lac, d'environ 4 ha, est l'un des plus grands de la région. Il comporte en son centre une île. Beaumont (1802) décrit ce plan d'eau comme "un charmant petit lac... avec au milieu, un rocher isolé". Ce rocher, l'île, a quand même 1100 m² de surface ! Il relève aussi la limpidité de l'eau (t.II/2, p. 184). Des pentes herbeuses, quelques arbustes et des affleurements de roche en place forment ses rives. Il est situé environ 600 m au NW de la Pointe Noire de Porménaz (2323 m), séparée de la chaîne des Aiguilles Rouges par la profonde vallée de la Diosaz, affluent de l'Arve à Servoz. Ce sommet laisse apparaître des micaschistes, des gneiss grenus et des migmatites à filons acides sur ses pentes sud et est, alors que les pentes NW présentent encore la base sédimentaire autochtone des nappes helvétiques. On observe ainsi de bas en haut en partant du lac, des conglomerats assez grossiers, des grès et des schistes ardoisiers du Houllier, des dolomies, des carneules et du gypse du Trias ainsi que des lambeaux de Malm (calcaires marneux). Le lac est donc situé entièrement sur le Houllier.

Comme dans le cas des Aiguilles Rouges, la tectonique présente plusieurs directions préférentielles de fractures, soit 20°N, 65°N et 90°N (=est), facilement identifiables sur les photos aériennes de l'IGN. L'origine du lac est donc à rechercher dans l'action glaciaire sur une zone d'intersection de failles majeures (nombreuses roches moutonnées et polies autour du lac), mais également, comme l'a suggéré Douxami (1910) dans la présence d'une ondulation synclinale de la couverture sédimentaire, bien visible dans l'escarpement qui domine au sud le lac.

Le lac de Porménaz est alimenté par de petits filets d'eau issus soit des névés presque permanents tapissant les flancs nord de la Pointe Noire, soit de petites cuvettes marécageuses (tourbières) établies sur le Houiller imperméable, laissant s'écouler très lentement les précipitations. L'émissaire se trouve au NW du lac, à l'extrémité d'un petit golfe axé sur une faille. Son débit était de quelque 3 l/s lors d'une visite le 3.10.82, mais de 7 l/s le 30.8.87. Les fluctuations de niveau du lac sont faibles. La transparence de l'eau est remarquable, le disque de Secchi étant visible jusqu'au fond du lac, soit 9.5 m. La température de l'eau atteignait 11° en surface et 9° au fond le 3.10.82, alors qu'on mesurait 16° et 10° le 30.8.87, avec une teinte Forel de III. La carte bathymétrique présentée est basée sur 70 points de sondage. On remarque que le lac présente deux bassins séparés par une faille : à l'ouest, une zone peu profonde (au maximum 5 m), englobant l'île, et à l'est une cuvette plus profonde, atteignant 9.5 m. On peut finalement relever la forte pression humaine sur ce lac touristique, dont le proche voisinage est accessible en véhicule.

Les paramètres morphométriques sont donnés à la table X, l'analyse physico-chimique de l'eau à la table Y.

Laouchet de Porménaz (945.560/117.640/1945)

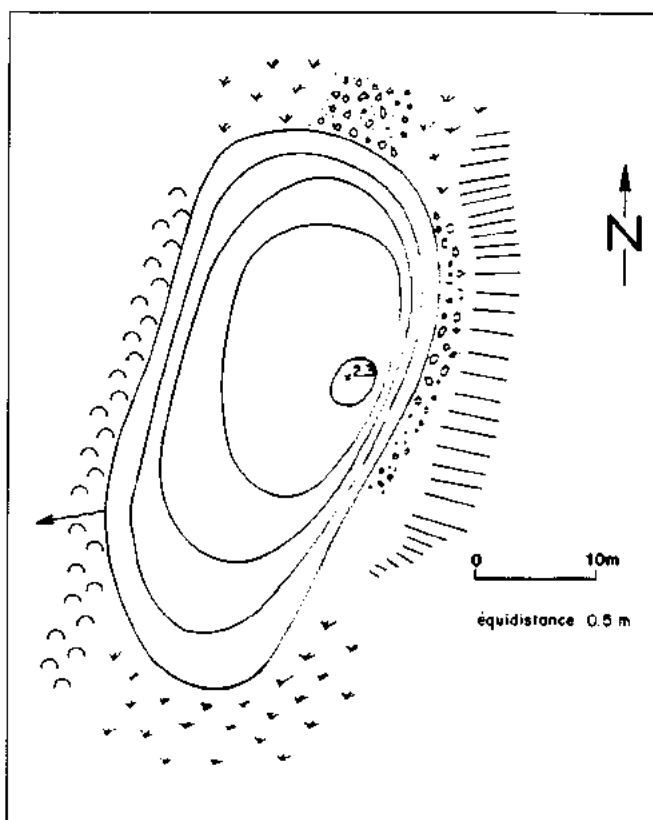


Situé dans une dépression des terrains imperméables du Houiller, ce petit lac d'environ 3600 m², n'est que le reliquat d'une nappe autrefois trois fois plus étendue. Il se trouve 800 m à l'WSW des chalets de Moède, et est entouré de pentes herbeuses. Il présente une cuvette peu profonde à fond presque plat, en voie de comblement. En effet, de faibles venues d'eau issues de terrains meubles au SW, ont construit un delta actif, et la végétation aquatique monte à l'assaut du lac à partir de toutes les rives, sauf à l'est où l'on trouve une petite éminence de roche en place. Lors de sécheresse, la surface du plan d'eau peut s'abaisser de 0.7 m. Une épaisse vase gris-clair recouvre le fond. L'exutoire, aérien, se trouve à l'extrémité sud du lac. Le débit était d'environ 0.5 l/s lors de la visite (21.9.83). La température de l'eau atteignait 11° (homotherme) le 21.9.83 et 12.5° le 7.7.90. Le fond est visible.

La carte bathymétrique a été construite à partir d'une vingtaine de points de sondage.

Les paramètres morphométriques et l'analyse de l'eau se trouvent aux tables X et Y.

Lac de l'Oubli (945.780/115.900/2235)



Ce lac a jusqu'à récemment (1990) été omis sur les cartes IGN, d'où son nom. Il est situé sur un petit replat 400 m au sud de la Pointe Noire de Porménaz. Ce replat est sans doute dû à l'érosion

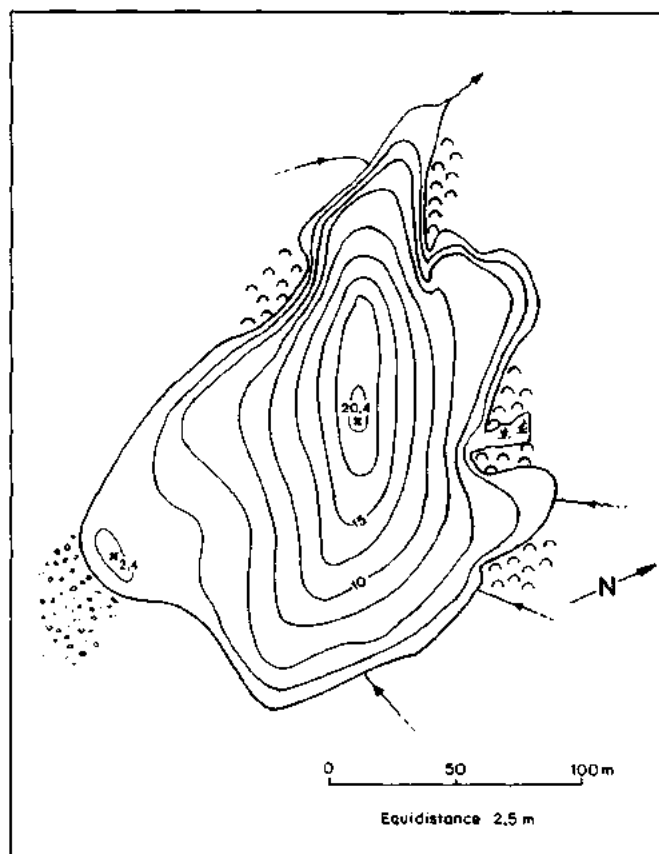
mécanique du glacier sur une zone de faiblesse des roches, ici le contact entre les gneiss des Aiguilles Rouges sur la rive est du lac, et le Carbonifère affleurant sur la rive ouest. Des pentes herbeuses l'entourent de toute part, sauf à l'est où l'on trouve un éboulis. Sur l'autre rive, un étroit seuil rocheux (quelques mètres de largeur) le sépare de la profonde combe de Rochy. Ses dimensions sont de 48 m sur 23, avec une profondeur maximum de 2.3 m. Son exutoire, 0.5 l/s lors des visites le 21.9.83 et le 30.8.87, s'y déverse. Un limon fin recouvre le fond, qui se caractérise par l'absence totale de végétation. L'eau est très limpide. Sa température atteignait 9° en surface et 8° au fond le 21.9.83 et 14° et 12.5° le 30.8.87. Une vingtaine de points de sondage ont permis d'établir la carte bathymétrique.

Les paramètres morphométriques et la physico-chimie de l'eau sont donnés aux tables X et Y.

Remarque : il existe sur les flancs de la Pointe Noire de Porménaz une multitude de cuvettes en voie de comblement par la végétation (tourbière). Parfois, on constate encore l'existence d'un plan d'eau restreint. On peut relever parmi ceux-ci : **le laouchet nord de Moëde** (945.820/117.550/1955), de 1.1 m de profondeur maximum, avec plus de 0.5 m de limon, et envahi par la végétation. Sa surface est d'environ 0.1 ha ; - **le laouchet sud de Moëde** (945.880/117.430/1975), de 1.2 m de profondeur maximum, et présentant les mêmes particularités que le précédent. Sa superficie est d'environ 0.2 ha ; - **les mares de la Sourde** : 300 mètres au SSW du précédent. Leur profondeur atteint un peu moins d'un mètre. Elles sont dans les mêmes conditions précédentes et présentent des surfaces de quelques centaines de m². D'autres mares se trouvent au voisinage des laouchets, mais leurs paramètres sont similaires à ceux qui viennent d'être donnés. Au SE de la Pointe de Porménaz et axé sur une faille, **le lac du Pertuis de Cluse** (946.920/116.530/1880) a été omis sur les cartes IGN. C'est lors d'un vol destiné à faire des photos des lacs que son reflet a attiré notre attention. De forme ovale, il mesure 15 m sur 30. Sa profondeur atteint 1 m, avec des variations de niveau de ± 0.1 m. Il est dépourvu de végétation. Un ancien sentier passe sur sa rive est.

L'accès aux lacs de Porménaz et de l'Oubli se fait à partir du chalet-hôtel de Moëde, relié à la vallée par un chemin à jeep.

Lac du Brévent (948.150/113.130/2125)



Le lac du Brévent se trouve sur l'envers des Aiguilles Rouges, et c'est peut-être l'un des plus connus de cette chaîne. L'effet de cette pression humaine sur son environnement a fait du reste l'objet d'une étude par J.M.Chacornac du Département de Biologie Animale et Ecologie, Université Claude Bernard à Lyon (Chacornac, 1986). C'est la raison pour laquelle notre traitement sera assez succinct. Situé dans les mica-schistes granulitiques, il est sans aucun doute le résultat d'un surcreusement glaciaire au point de rencontre de plusieurs fractures importantes. Elles sont responsables des nombreuses indentations accidentant la rive nord du lac. Entouré de pelouse alpine et de roches moutonnées, il est largement ouvert au nord, vers les Hautes Alpes calcaires. Au sud, un petit éboulis actif, issu de la Tête de Bellachat (2263 m) atteint le lac ; un névé peut le recouvrir assez tard dans la saison. Il est du reste responsable de la petite moraine de névé sous-lacustre visible sur la carte bathymétrique. A l'est s'élève le vaste cirque d'alimentation du glacier responsable de la cuvette lacustre ; il est suspendu au-dessus de cette dernière. Son point culminant en est l'aiguille du Brévent, à 2526 m. Lorsque la fonte des neiges est terminée (fin-juillet), l'alimentation pérenne se fait par un petit affluent rejoignant le lac sur sa rive occidentale, près du déversoir, ainsi que par des infiltrations diffuses qui

sourdent autour du lac, particulièrement sur la rive est. L'évacuation des eaux se fait à l'extrémité du petit golfe le plus occidental, par un étroit chenal traversant un seuil rocheux moutonné (débit 1 l/s le 12.9.82, de même que le 1.10.87, mais de 20 l/s le 8.8.85). L'amplitude des variations de niveau est faible (quelques dm). Lors de l'établissement de la carte bathymétrique, basée sur 75 points de sondage, du méthane a été dégagé par la sonde. Il semble donc que le fond soit anoxique. Le 21.12.85, sous 30 cm de neige et glace, la température de l'eau atteignait 0.2° à 50 cm de profondeur, 1.2° à 1 m, 3.3° à 2 m, 3.5° à 3 m, 3.7° à 5 m, puis 4° de 10 m jusqu'au fond.

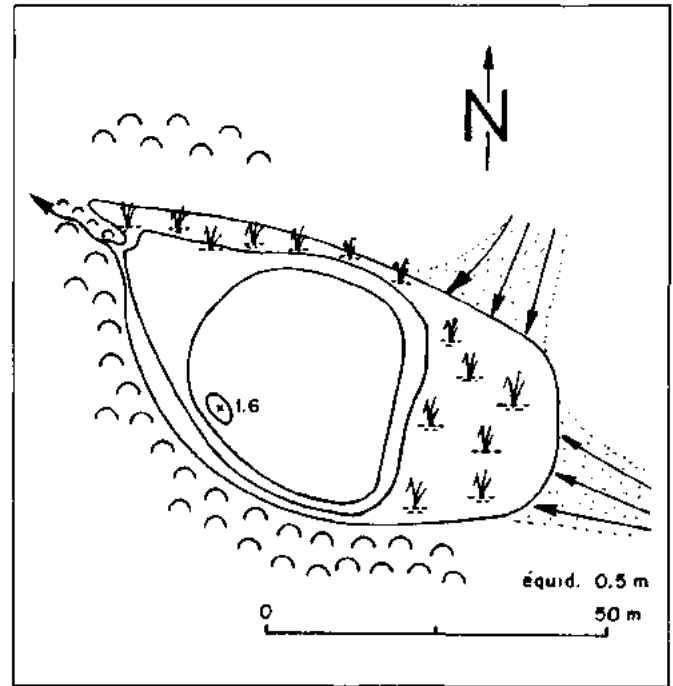
A la même date et aux profondeurs de 1, 10 et 20 m, les conductibilités valaient 37, 38 et 23 uS/cm, les pH 7.55, 6.13 et 6.21, la dureté totale (TH) 0.43, 0.25 et 0.59 °Fr et le degré d'alcalinité (TAC) 0.97, 0.67 et 1.03 °Fr.

Le 1.10.87, la température de surface était de 12°, alors que le 30.7.87, l'eau avait 12° en surface et 7.5° au fond. Le disque de Secchi était visible jusqu'à 5.1 m. La couleur Forel est de V (1.10.87).

Relevons enfin que de Saussure, dans le tome I de son "Voyages dans les Alpes" mentionne au § 516 de belles sources issues du pied de la montagne, aux environs de l'actuel lac Sinclair (artificiel), près de Chamonix. Citant les gens du pays, il dit que ceux-ci croient que le lac étant "le réservoir de ces fontaines est derrière la plus haute sommité du Mont Brévent, il n'a aucune issue apparente, et reçoit cependant les eaux d'une assez grande surface de rochers". Beaumont (1802, t. II/2 p. 81) reprend à peu près la même chose en des termes un peu plus vagues. Favre (1867 : t.II, § 457) cite également ces sources, les plaçant pratiquement au contact entre les schistes verdâtres du Houllier (?) et les roches cristallines. Ce n'est de toute évidence pas le cas, le déversoir semblant évacuer toute l'eau du lac. Alors, la situation il y a 150 à 200 ans était-elle différente ? Ou bien, ces trois naturalistes ne semblant pas s'être rendus directement sur les lieux, ont-ils été abusés par des renseignements imprécis des habitants, applicables, il est vrai, à d'autres lacs voisins (voir plus loin les lacs de Chéserys, de la Tête et de la Persévérance). Sans doute, cette seconde hypothèse est-elle la plus vraisemblable.

Les paramètres morphométriques et l'analyse de l'eau sont données aux tables X et Y. La carte bathymétrique donnée ci-dessus est différente de celle de Chacornac (loc.cit.)

Lac du Creux-aux-Marmottes (948.150/113.425/2115)



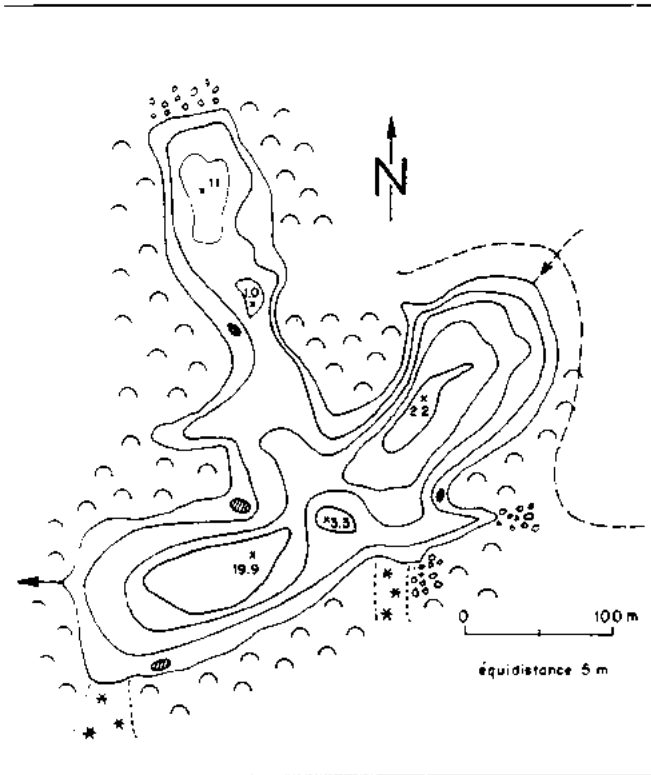
Ce petit lac de 80 m sur 40 est situé 200 m au nord du lac du Brévent. Il est entouré à l'ouest et au sud par de superbes roches moutonnées, alors qu'au nord on trouve de la pelouse alpine au pied d'une petite paroi formant verrou. A l'est, le lac devient marécageux, envahi par la végétation qui se développe sur les sédiments d'un large delta : c'est en effet là que se fait l'alimentation du lac, sous forme de venues d'eau diffuses issues des cirques voisins. Les plantes aquatiques progressent aussi en rive nord, et elles ont du reste colonisé le petit golfe voisin de l'émissaire (débit : environ 1 l/s le 27.9.83, 0.5 l/s le 1.10.87 et 7.8.89, mais 10 l/s le 8.8.85).

Le lac, peu profond, est donc une belle cuvette de surcreusement, en bonne partie comblée. Les failles, exploitées par l'érosion glaciaire, sont parfaitement discernables ; elles forment le grand axe du lac, parallèlement à la rive SW. Le fond, partout visible, est constitué de vase sur laquelle se développent des plantes. La température de l'eau atteignait 15° en surface et 14° au fond le 27.9.83, 10° le 1.10.87, mais 15.5° le 7.8.89 (homothermie).

On trouvera la morphométrie et l'analyse de l'eau aux tables X et Y.

L'accès aux deux lacs précédents se fait en 2 h à partir du Merlet, en face des Houches.

Remarque : Il existe à l'ouest de ce lac de nombreuses petites dépressions remplies d'eau ou en voie de comblement.

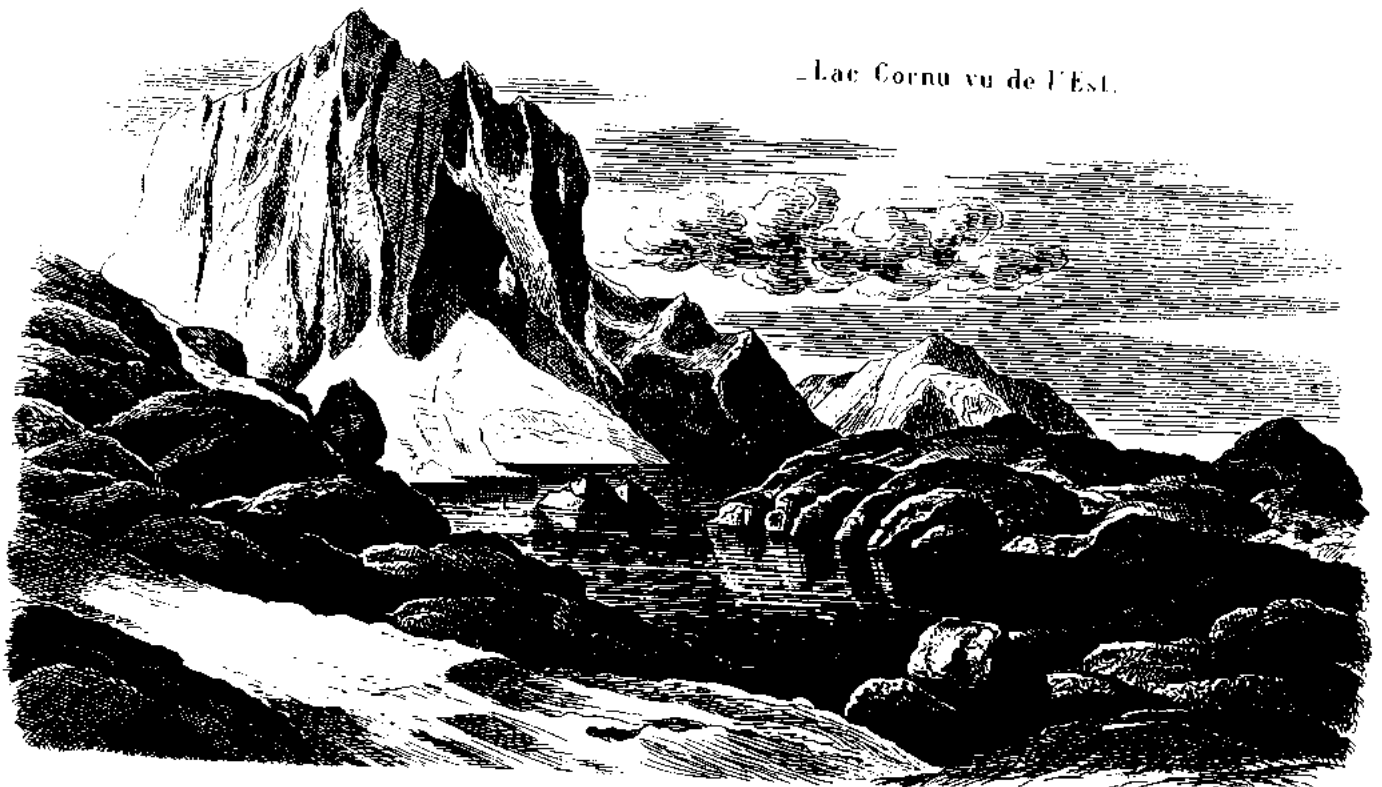


Un des plus grands, mais aussi, avec 22 m, le plus profond des lacs de Haute-Savoie, mis à part le Léman et le lac d'Annecy, le lac Cornu est situé dans un cirque austère et typiquement d'origine glaciaire. Il est largement ouvert vers l'ouest et le nord, alors qu'à l'est, il est dominé par l'aiguille

Pourrie (2562 m) et au sud par l'aiguille de Charlanon (2549m). Le lac doit sa forme en T à la géologie locale. En effet, on observe dans cette partie des Aiguilles Rouges des traînées parallèles et discontinues d'éclogites et d'amphibolites, roches basiques, au sein d'un gneiss grenu, en couches verticales et orientées nord-sud (Joukowsky, 1902). Le caractère particulier des roches entourant le lac n'avait pas échappé à L.A. Necker qui les avait déjà décrites en 1828. Les bras du lac sont donc orientés selon des diaclases majeures subméridiennes et NE-SW, et des filons de duretés différentes.

Les roches entourant le lac fournissent de superbes exemples de roches moutonnées et striées que A. Favre a excellemment représentées dans son atlas, dont la vue ci-dessous est tirée (Favre, 1867). Ce glacier local, responsable du surcreusement, était tributaire du grand glacier de la Diosaz (Douxami, 1910).

Quant à l'hydrologie du lac, l'alimentation est due à la fonte de deux névés presque permanents, l'un dans une large zone faillée au pied de l'aiguille Pourrie, l'autre au bas des pentes nord de l'aiguille de Charlanon. Ce dernier peut atteindre les bords du lac en automne encore. Des suintements diffus alimentent en outre le pourtour du lac, particulièrement le bras oriental. L'émissaire, issu du bras occidental, rejoint la Diosaz un peu plus bas. En temps normal (automne), son débit est de 1 à 2 l/s.

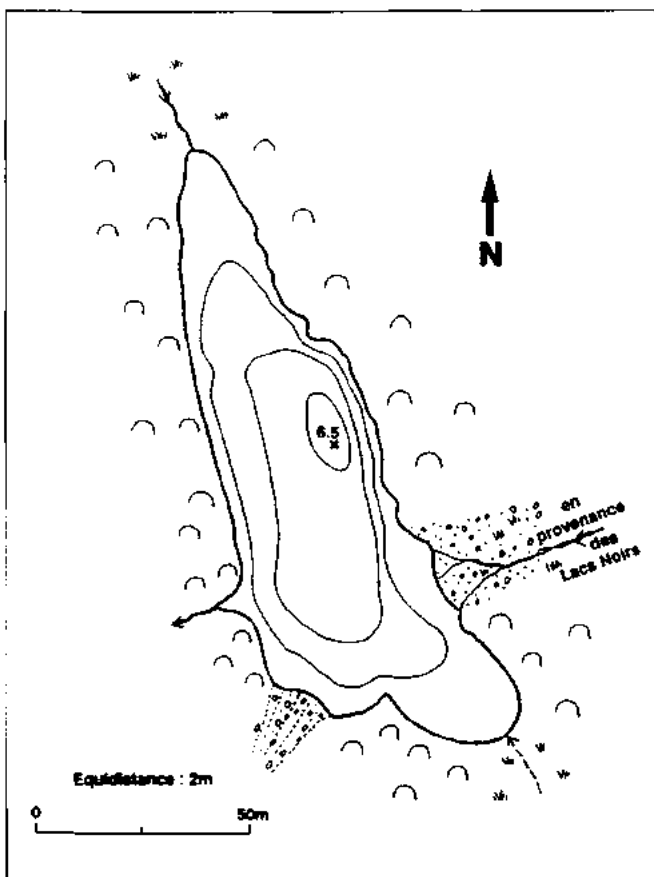


- Lac Cornu vu de l'Est.

Les variations de niveau sont faibles, quelques décimètres. Le plan d'eau peut rester gelé tard dans la saison, en août parfois (Balvay, 1978). Les eaux sont très sombres, mais la transparence élevée. Lors d'une visite le 22.9.83, l'eau de surface avait 7°, mais 6° à 10 m et 4,5° au fond. Le disque de Secchi était visible jusqu'à 12.2 m. Le 18.9.88, en surface, on mesurait 8° et au fond 7° avec une transparence identique. Le 16.9.90, on avait 12° en surface. A titre de comparaison, il est intéressant de noter que Balvay avait mesuré une transparence de 12.5 m en septembre 1974. Relevons enfin qu'une étude physico-chimique du lac a été réalisée par Balvay(1978).

La morphométrie est donnée à la table X, l'analyse de l'eau à la table Y ; la bathymétrie est basée sur 120 coups de sonde.

Petit lac Cornu (949.180/116.800/2243)



Cette petite nasse d'eau, de moins d'un demi-hectare, se trouve environ 500 m au NW du lac Cornu. Elle est axée sur un important faisceau de failles NNW/SSE coupant tout le massif, lui-même recoupé par un accident orienté ENE/WSW, issu des lacs Noirs (voir ci-dessous). De magnifiques roches moutonnées sont observables autour du lac, particulièrement à l'ouest où elles forment

verrou. Les stries et l'environnement nous indiquent que le glacier responsable du surcreusement provenait du bassin des lacs Noirs dont nous parlerons plus bas. La cuvette du lac est en voie de comblement aux extrémités nord et sud (petits vallons herbeux avec affluents très modestes) et à l'est, à l'arrivée d'un affluent important issu des lacs Noirs (4 l/s le 22.9.83, mais 1 l/s le 16.9.90) et qui a construit un petit delta. Un étroit chenal au travers des roches moutonnées à l'ouest fonctionne comme déversoir. Les variations de niveau sont faibles, et le fond à 6.5 m (vase légère, gris-noir) était visible lors de mesures le 22.9.83; mais la transparence n'était que de 4.6 m le 16.9.90. Le lac était homotherme à 9° le 22.9.83, mais à 12.5° le 16.9.90. A relever que ce lac est appelé par les gens de la vallée "Gouille à Gilloz", et que de nombreux poissons sont visibles au fond de l'eau.

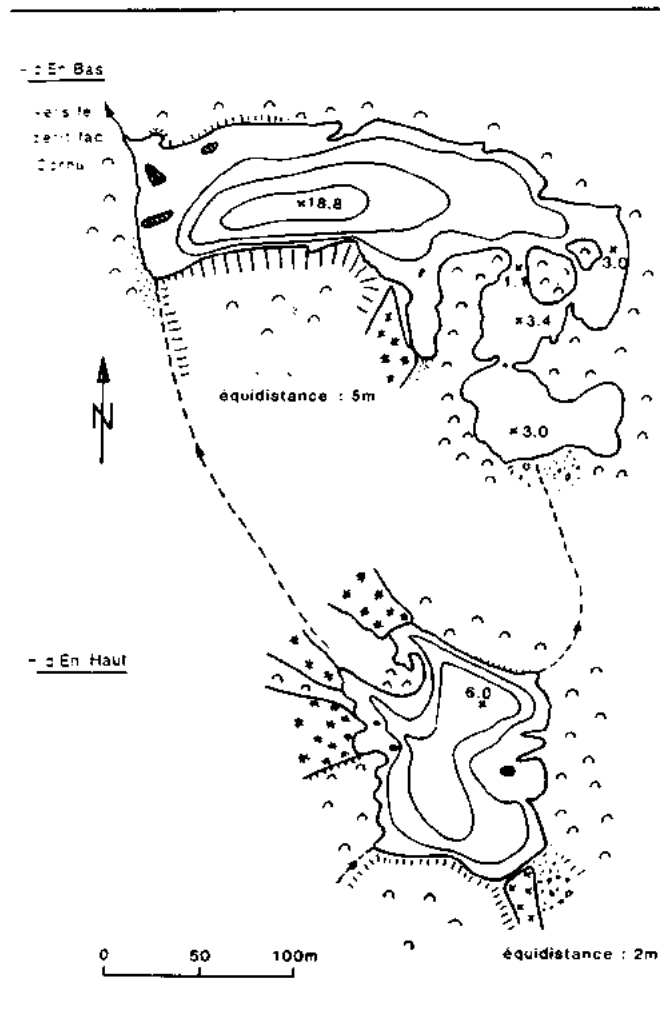
On trouvera la morphométrie et la physico-chimie aux tables X et Y.

Remarque : aux alentours des lacs Cornu, il existe de très nombreuses gouilles dans les innombrables dépressions des roches moutonnées. Leurs surfaces varient de quelques dizaines à quelques centaines de m², et les profondeurs ne dépassent pas 1.5 m.



Lacs Noirs

Lacs Noirs



Situés dans un environnement entièrement minéral, ces lacs sont au nombre de deux, l'un environ 40 m plus élevé que l'autre. Un petit glacier issu de la crête des Aiguilles Rouges et du col des lacs Noirs, entre 2600 et 2680 mètres d'altitude, est responsable de leur formation. De très beaux exemples de roches moutonnées sont du reste visibles autour du lac d'En Bas surtout. C'est à nouveau l'intersection de diaclases importantes qui a joué le rôle de zone de faiblesse. L'altitude relativement élevée de ces plans d'eau fait qu'ils sont souvent pris par la glace et entourés de névés très tard dans la saison, ou même parfois en permanence pour le lac d'En Haut, le plus encaissé. On est en effet assez proche de l'isotherme 0°, moyenne annuelle : plusieurs auteurs ont déterminé pour la région voisine des Hautes Alpes calcaires une telle limite climatique à 2550 mètres (Perret, 1922 ; Gauthier, 1973).

- Lac Noir d'En Haut (950.100/117.200/2535)

Sa forme semblait être celle d'un ovale, en tout cas d'après la carte IGN au 1: 10000 (feuille "La Flégère"), dont les relevés aériens et sur le terrain dataient de 1949, période voisine de l'optimum climatique de ce siècle. Lors de notre visite au lac (22.9.1983), un tiers était recouvert d'une bouillie glacée de 10 cm d'épaisseur à travers laquelle le bateau se frayait difficilement un chemin, le reste du lac étant encore sous la glace et la neige de l'hiver. Après la péjoration climatique de la fin 1970 - début 80, qui a vu l'avancée spectaculaire de certains glaciers du Mont-Blanc (Sesiano, 1982), la situation s'est améliorée tant et si bien que le 29.9.85, le lac était totalement dégagé, permettant le lever de la carte bathymétrique. Le fond, formé de galets et de roche en place, était partout visible. L'alimentation n'est pas ponctuelle (fonte des névés environnant), et le déversoir se situe au sud, en direction du lac Noir d'En Bas. Le 22.9.83, la température de surface était de 1°, alors qu'au fond, on mesurait 4°. Le fond du lac, à 5.9 m était visible. Le 29.9.85, on avait 9° en surface et 7° au fond, avec la même transparence. Quant au 18.9.88, on mesurait 6° en surface et 5° au fond, toujours avec le fond visible.

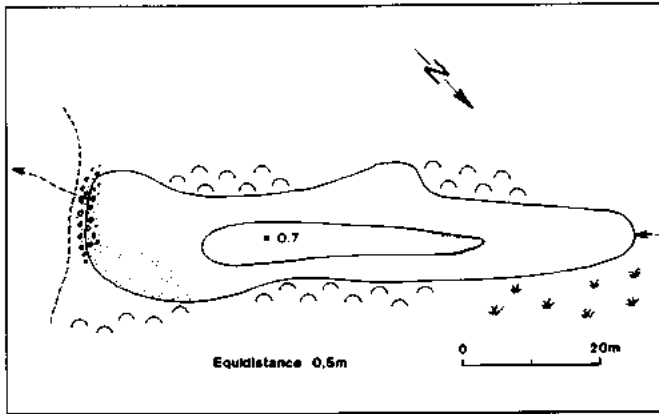
- Lac Noir d'En Bas (949.800/117.100/2494)

Ce lac a été visité par Favre (1867) qui, en août encore, y avait observé de la neige et de la glace dans l'eau (t. II, § 465). Il l'a jugé très profond, contrairement à Coupé et al. (1982) qui attribuaient aux lacs Noirs 2 à 3 m. Nos sondages, sur un lac totalement dégagé le 22.9.1983, nous ont indiqué 18.8 m au maximum, dans sa partie sud, au pied d'une paroi lisse qui se poursuit donc sous la surface. La transparence était assez bonne (8.5 m), les eaux ayant en suspension des matières minérales issues du lac d'En Haut dont l'émission l'alimente. La température de l'eau était de 5° en surface et de 4° au fond ; ce dernier est formé par la roche en place (polie) recouverte dans les dépressions par un limon fin gris foncé. L'émissaire, à l'extrémité sud du lac, suit la même grande diaclase provenant du lac d'En Haut et se dirigeant vers le petit lac Cornu, le débit étant d'environ 3 l/s lors de la visite. Les fluctuations de niveau sont faibles. Le 18.9.88, la température était de 7° en surface et 6° au fond, avec une transparence remarquable de 15.5 m.

La morphométrie et l'analyse de l'eau des deux lacs se trouvent aux tables X et Y.

Les lacs Cornu et Noirs sont atteignables en 2 min depuis le téléphérique Chamonix-Planpraz.

Lac de la Flégère (952.450/117.860/2015)



Le lac de la Flégère, situé dans la partie inférieure de la combe des Aiguilles Crochues, se trouve sur le versant sud des Aiguilles Rouges. Il résulte du surcreusement glaciaire d'une diaclase orientée NE/SW. De nombreuses roches moutonnées affleurent autour du lac, au milieu des pentes herbeuses. Atteignant 80 m de longueur et 20 m de largeur maximum, il est très peu profond, moins d'un mètre lors des mesures faites le 8.9.83, en période d'étiage. L'alimentation est diffuse, à l'extrémité NW du lac. La sortie de l'eau se fait au travers de dépôts morainiques barrant la cuvette, rehaussés par une digue artificielle peu étanche. Les fluctuations de niveau sont donc importantes et peuvent presque doubler la profondeur du lac. On peut relever que ce lac a fonctionné autrefois comme réservoir d'alimentation des pâturages de la Flégère (nombreux chalets actuellement en ruine) sur le tracé d'une conduite (un bisse) qui amenait l'eau depuis le lac Blanc. Le fond du lac est recouvert d'une vase brune. La température de l'eau atteignait 17°(homotherme), le 8.9.83.

A relever la forte pression humaine sur ce lac situé à côté d'un sentier très touristique.

La morphométrie et la physico-chimie de l'eau se trouvent aux tables X et Y.

Remarque : 800 m à l'ouest du lac de la Flégère se trouve le lac du Foué (951.630/117.870/2355). Il s'agit d'une petite nappe d'eau temporaire de 20 m sur 20 et d'un demi-mètre de profondeur au maximum. Elle occupe une dépression des roches moutonnées, recouverte de matériaux morainiques, et souvent occupée par les restes d'un névé. L'alimentation et la perte sont diffuses. Le niveau varie fortement au gré des saisons, elle peut même s'assécher.

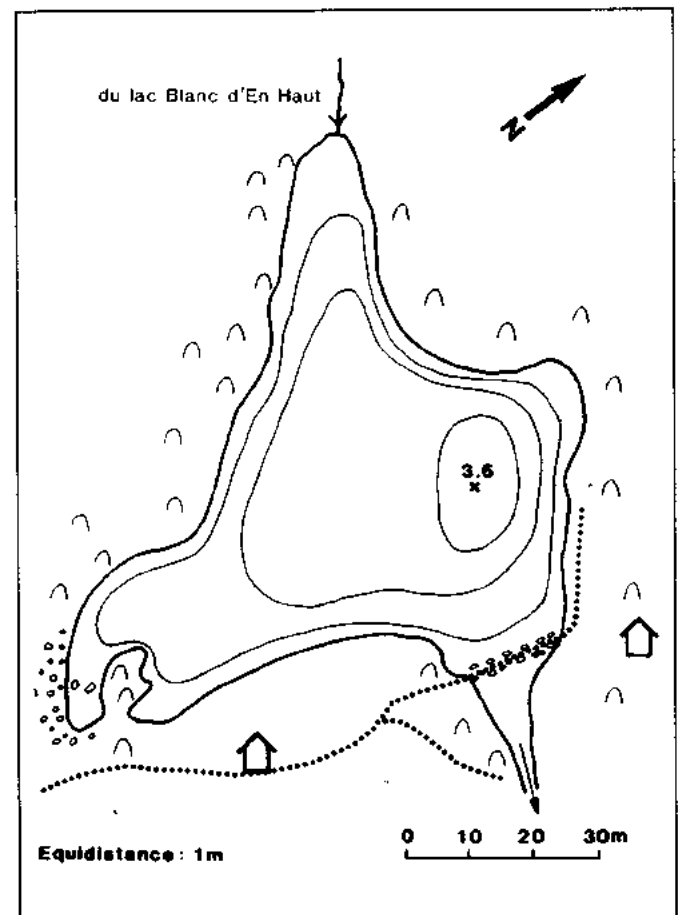
Une autre petite nappe d'eau se trouve 600 m au NW, **la mare des Aiguilles Crochues** (952.120/118.380/2235). Elle mesure environ 20 m sur 15 avec une profondeur maximum de 1.5 m.

C'est un petit surcreusement des roches en place avec barrage morainique. Apports et pertes se font par infiltrations. Elle n'a plus, en fin de saison, que 0.5 m de profondeur avec une surface réduite de moitié. Son fond est constitué de blocs et de galets.

Lacs Blancs

Le lac Blanc est en fait composé de deux plans d'eau nettement séparés par un chenal d'une cinquantaine de mètres de longueur au travers d'un verrou. Il ne fait guère de doute que c'est le glacier du Belvédère qui est à l'origine du surcreusement d'une zone affaiblie, à une intersection de fractures. En effet, une importante faille dans l'axe des deux lacs (NW/SE) se retrouve au col du Belvédère et dans le vallon du glacier de Bérard, sur le flanc nord des Aiguilles Rouges. Des accidents moindres, nettement visibles sur les rives des lacs, ont des directions NE/SW. De belles roches moutonnées et striées s'observent tout autour des deux lacs.

Lac Blanc d'En Bas (952.700/119.230/2351)



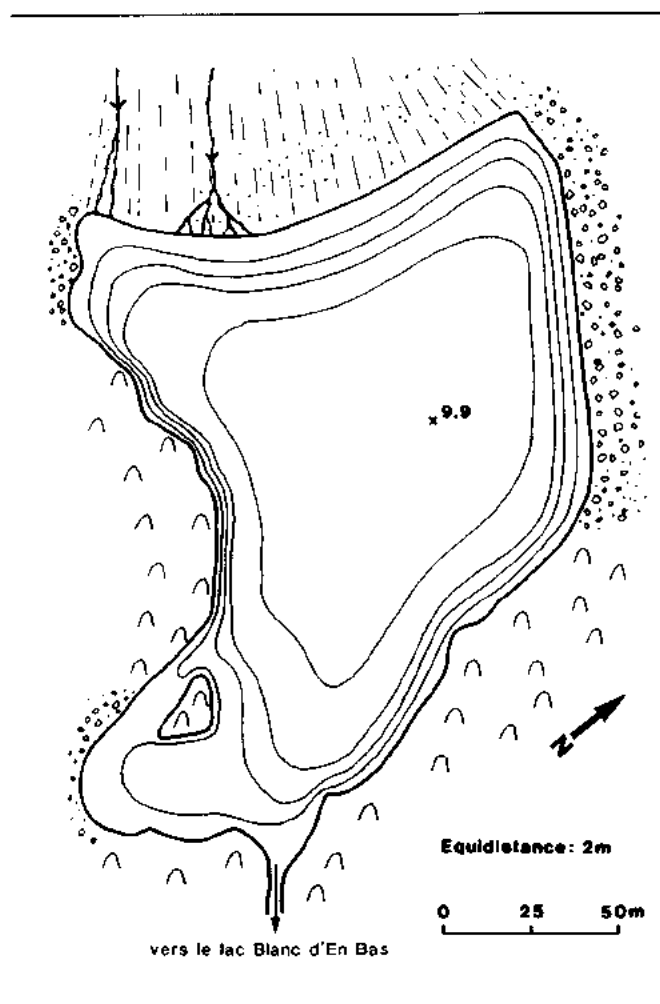
D'après les tenanciers du chalet-hôtel construit au bord du lac, il devait être "très profond". Nous n'avons mesuré que 3.2 m au maximum. Le fond

était visible, recouvert de limon fin gris, avec ici et là, de vieilles boîtes de conserve. L'émissaire, environ 15 l/s le 8.9.1983, s'échappe vers le SE pour rejoindre l'Arve. Un autre émissaire, artificiel et temporaire, se trouve au sud. Son débit, qui pouvait être modulé par une obstruction sur l'émissaire naturel, alimentait autrefois par un bisse l'alpage de la Flégère (voir ci-dessus). Le lac reçoit les eaux du lac d'En Haut. Les fluctuations de niveau sont faibles. On peut relever qu'une puissante avalanche a remué durant l'hiver 1985-86 le fond du lac. Des sédiments ont été projetés sur la neige en aval, ce qui a amené la profondeur maximum à 3.6 m. Le haut du chalet-hôtel a été soufflé. En 1991, il était reconstruit 60 m au nord, à l'abri d'un éperon rocheux.

Le 8.9.83, le lac était homotherme à 5°; le 17.9.89, la situation était identique, mais à 9°, le disque étant visible jusqu'au fond.

On trouvera la morphométrie dans la table X, la physico-chimie dans la table Y.

Lac Blanc d'En Haut (952.550/119.400/2352)



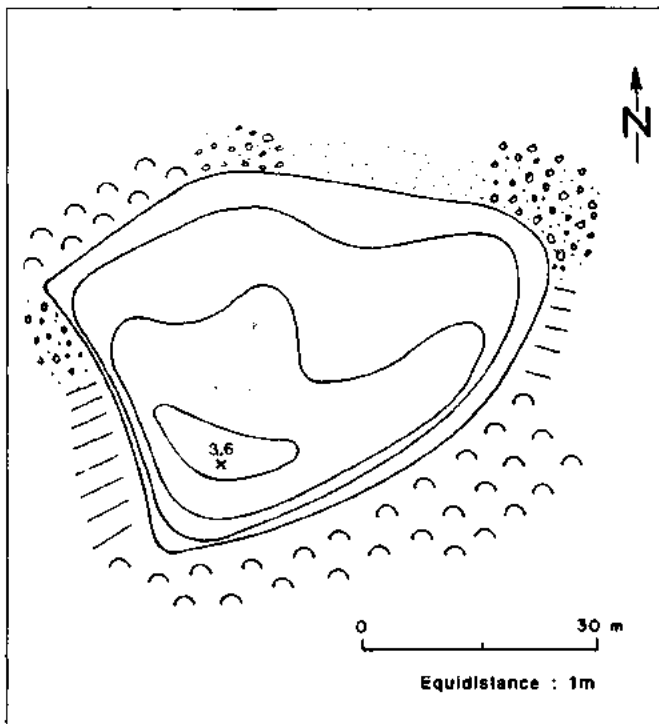
Il est environ cinq fois plus étendu que le précédent et atteint près de dix mètres de profondeur. Il peut rester aussi plus longtemps sous la glace : le 8.9.1983, des morceaux de glace de 100 m² flottaient encore sur le lac, phénomène exceptionnel selon le tenancier du chalet-hôtel. Des névés atteignaient encore la surface de l'eau en trois endroits de ses rives sud, séparés par des roches moutonnées. Au nord, un éboulis descend jusqu'au lac, tandis qu'à l'ouest, un important delta (0.5 ha) a été construit par le petit torrent alimentant le lac, issu du glacier du Belvédère. L'eau s'échappe vers le lac d'En Bas. Les variations de niveau sont faibles. La transparence est assez bonne, compte tenu du limon en suspension dans l'eau, de teinte bleu-vert, et recouvrant tout le fond du lac (limon gris clair). Le 8.9.83 le disque était visible jusqu'à 6.2 m et la température de l'eau atteignait 5° en surface et 4.5° au fond. L'émissaire débitait environ 15 l/s. Le 17.9.89 le disque n'était visible que jusqu'à 4 m et la température atteignait 8.5° en surface et 7.5° au fond. Le débit de l'émissaire était d'environ 5 l/s. Relevons enfin la forte pression humaine sur ces deux lacs très touristiques.

La morphométrie et la physico-chimie se trouvent aux tables X et Y.

Remarque : 700 m au SSE du lac Blanc se trouve la mare d'Aubuy (952.880/118.570/2171), au fond d'une cuvette aux pentes herbeuses, sauf au NW. C'est une dépression dans les roches moutonnées, en partie comblée de matériaux morainiques. Le plan d'eau peut atteindre 48 m sur 25 et 1.8 m de profondeur à la fonte des neiges ou lors de périodes pluvieuses, mais il peut s'assécher en fin de saison (profondeur de 0.5 m le 8.9.1983, mais à sec le 22.9.88). Apports et pertes se font par infiltrations. On peut enfin mentionner qu'il se trouve sur le tracé du canal qui joignait le lac Blanc d'En Bas au lac de la Flégère.

Finalement, juste en-dessous de la gare d'arrivée du téléphérique de la Flégère, on a une petite mare de 20 m sur 15 et de 0.4 m de profondeur maximum. Coordonnées de cette **mare de Raverettaz** : 952.620/116.900/1850.

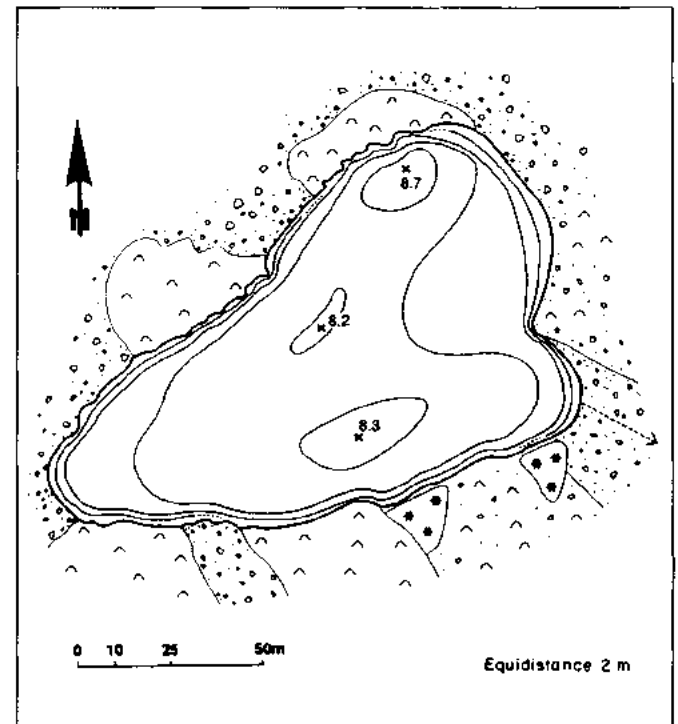
Lac de la Tête (952.700/119.750/2415)



Ce petit lac de 65 m sur 50, sans nom sur les cartes IGN, est niché au fond d'une cuvette entourée de toute part par des rognons rocheux peu escarpés, la dominant de 50 à 100 mètres. A l'est cependant, elle est largement ouverte par un seuil de roches moutonnées, environ 10 mètres au-dessus du niveau du lac. Plusieurs éboulis atteignent le lac, une petite grève de sable et de gravier constituant sa rive nord. Le lac doit son existence à un surcreusement local. Les eaux, très limpides (et potables !), laissent voir un fond formé de galets et de blocs. Seules, des dépressions localisées sont recouvertes d'un fin limon gris. Les eaux atteignent le lac et s'en échappent par infiltrations, probablement par des diaclases NW-SE bien visibles sur les photos aériennes. Le 8.9.83, l'eau atteignait 11° en surface et 8° au fond, son niveau étant à 50 cm sous le maximum. Le 22.9.88, il était à 1 m sous le maximum, et le 12.9.91 nous avons vu le lac totalement à sec.

La morphométrie est donnée à la table X.

Lac de la Persévérance (952.550/119.970/2455)



Ce lac, sans nom sur les cartes, est dominé de près de 500 m par les sommets de la Tête Plate, des Chamois et de la Persévérance. C'est de ce dernier sommet que nous avons tiré le nom du lac, et c'est beaucoup de persévérance qu'il nous a fallu pour arriver à en dresser la carte bathymétrique : près de dix visites entre 1983 et 1991 ! Ce qui nous a poussé à poursuivre notre investigation, c'est le désenglacement progressif du lac, année après année, marchant en parallèle avec ce qui se passait dans le massif du Mont-Blanc. En effet, la fin des années 70 a vu la culmination d'une crue glaciaire, assez généralisée dans les Alpes, mais très marquée au glacier des Bossons (Sesiano, 1982).

C'est ainsi que le 8.9.83, seule une fenêtre de quelques dizaines de m² laissait voir l'eau et permettait un coup de sonde indiquant 5 m sur le bord NW du lac.

Le 10.9.86, la couche de glace et de neige, environ 1.5 m, avait libéré un espace de près de 400 m² sur lequel il fut possible de naviguer pour y faire une bathymétrie sommaire. De plus, des fissures dans la glace laissaient voir l'eau ci et là. Le 22.9.88, la fenêtre était très similaire, toujours au même endroit. Le 17.9.89, la carte bathymétrique de 70% du lac pouvait être dressée ; quelques blocs flottaient au centre du lac, mais le côté est était encore entièrement recouvert. Le 19.9.90, les conditions étaient à peu près celles de l'année d'avant, les blocs étant ailleurs.

Finalement, après une visite au début septembre 1991, nous montrant des conditions presque idéales, une ultime montée au lac le 10.10.91, déjà entouré de neige fraîche, nous permit de faire des mesures sur un plan d'eau totalement dégagé.

La carte bathymétrique laisse apparaître deux sillons. Le courant de glace qui surcreusait la cuvette provenait d'une diffluence du glacier du Belvédère et d'un glacier issu de la région aiguille de la Tête Plate - aiguille des Chamois.

L'écoulement de la glace se faisait en direction de l'ENE, vers la large cuvette ouverte sous l'aiguille de la Persévérance, et au SE du lac, vers le lac de la Tête (voir ci-dessus) et les Chéserys. Plus tard, lors du retrait glaciaire, la diffluence a cessé de fonctionner. Seul le glacier issu de la Tête Plate et des Chamois descendait dans la cuvette. Stationnaire, il a déposé la haute moraine qui domine le lac d'une vingtaine de m au SE.

L'alimentation est diffuse, provenant des éboulis entourant presque partout le lac, et de ruissellements sur les roches moutonnées. Les eaux s'échappent à l'est du lac, au fond d'un petit golfe, au travers des matériaux morainiques.

Précédé d'une expérience à blanc, un traçage eut lieu le 9.8.92 avec l'injection de 3 kg de fluorescéine à la perte. L'eau disparaissait au travers de la moraine, dans l'angle SE du lac, avec un débit de quelques l/s.

Des fluocapteurs furent placés et changés plusieurs fois, et des échantillons d'eau prélevés, aux sources du col des Montets, près de la Maison de la Réserve, au captage de Tré-le-Champ, au ruisseau issu du Plan de la Grange et aux grosses émergences des Tines, à côté de l'Arve.

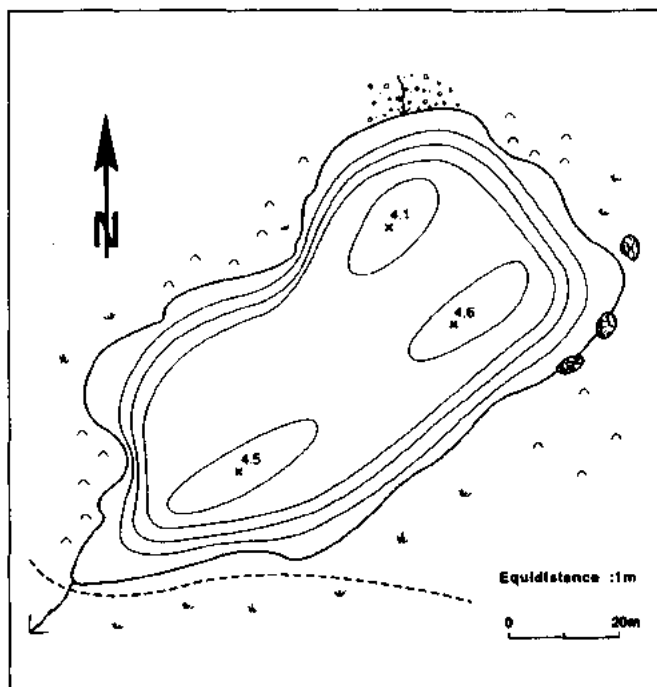
Une surveillance de trois mois ne permit pas de détecter le traceur d'une manière indubitable. Même si le transfert par fissures dans les gneiss est plus lent que celui par conduits karstiques, il nous semble que ce laps de temps aurait dû être suffisant pour évacuer les eaux du lac de la Persévérance, qui doivent probablement rejoindre en route celles issues des lacs des Chéserys et de la Remua. Peut-être est-ce une question de dilution, même si les fluocapteurs sont sensés cumuler le traceur, ou bien un déversement direct dans la nappe circulant dans les alluvions de l'Arve.

Le 17.8.89, l'eau du lac atteignait 2.5° en surface et 3° au fond. Le disque de Secchi était visible à 5.5 m. Le 10.10.91, la température de surface était de 7° et de 5° au fond. Le disque était visible à 7.5 m. Les fluctuations de niveau ne semblent pas dépasser 0.2 m.

Lacs de Chéserys

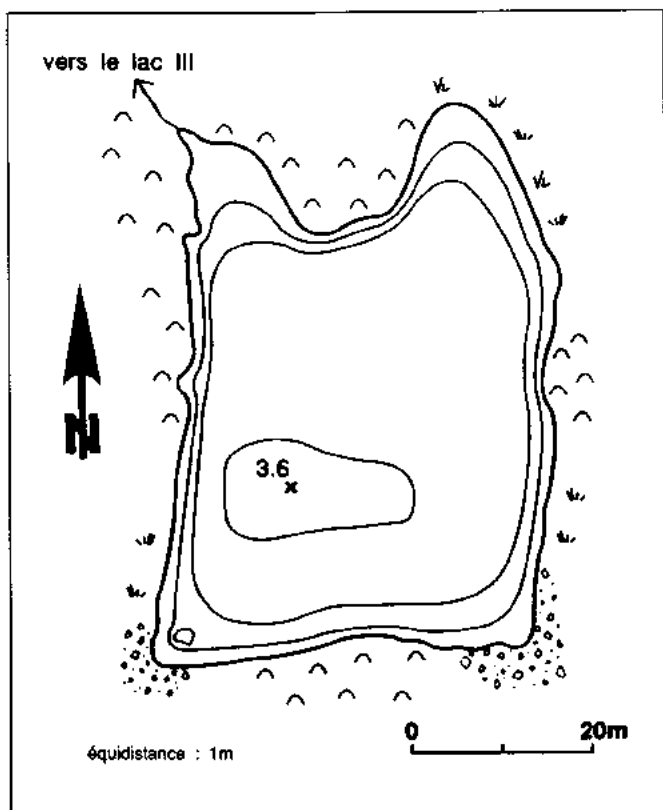
Au nombre de six, les lacs de Chéserys (Chésery = fromagerie, en patois) sont logés sur le replat qui court à mi-hauteur des Aiguilles Rouges, sorte de balcon dominant la vallée. Leur emplacement n'est pas le fruit du hasard, car ils peuvent tous être rattachés à des intersections de fractures d'orientations variées (NE-SW, ESE-WNW, NNE-SSW). Ces zones d'intersections ont été plus tard transformées en cuvettes par l'érosion glaciaire. Aux hautes eaux, seul le lac I est indépendant ; tous les autres sont reliés entre eux par des émissaires aériens. Examinons les rapidement du sud au nord.

- Lac de Chéserys I (953.200/119.350/2211)



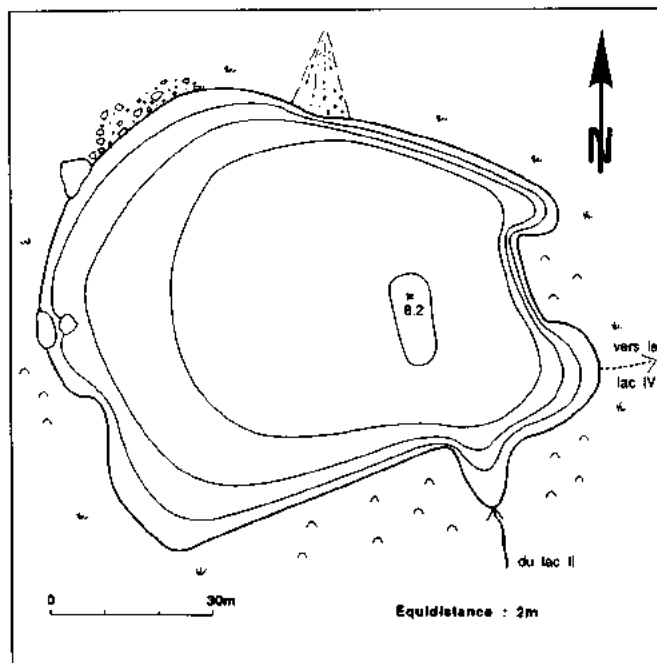
C'est celui qui présente la plus grande fréquentation touristique, étant à côté d'un sentier menant au lac Blanc. La cuvette est assez régulière, présentant cependant trois petites dépressions. La plus profonde atteint 4.6 m. Le fond du lac est visible : recouvert de limon, des plantes aquatiques se rencontrent dans sa partie nord seulement. Les deux-tiers du lac sont entourés de roches plus ou moins polies, le reste présentant des pentes gazonnées ou des alluvions apportées par deux ruisselets temporaires, l'un au nord et l'autre à l'ouest. Lors d'une visite le 8.9.1983, l'émissaire débitait environ 10 l/mn et s'en allait vers le sud rejoindre le torrent issu du lac Blanc d'En Bas. La température de surface du lac atteignait 13°. Le 3.9.89, le lac était homotherme à 10.5° et le disque visible jusqu'au fond ; le débit de l'émissaire était de 0.5 l/s. Les variations de niveau sont faibles (0.2 m).

- Lac de Chéserys II (953.480/119.560/2175)



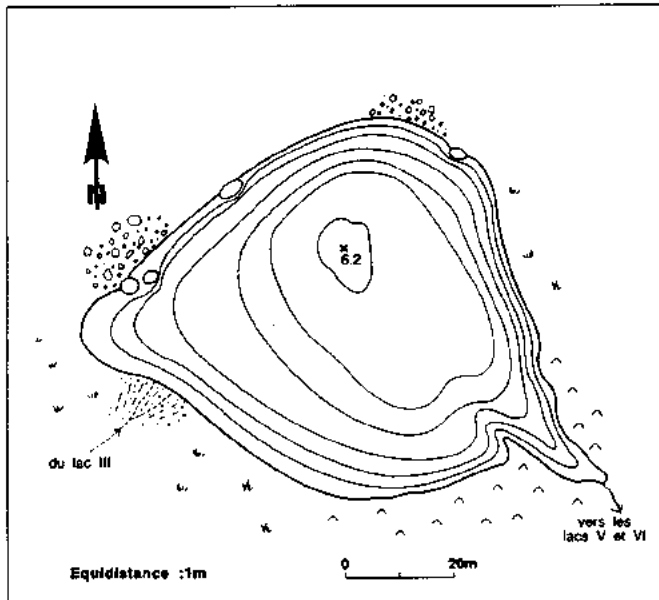
C'est le plus petit des lacs de Chéserys et le moins profond, environ 3.6 m. Il présente une cuvette presque rectangulaire et régulière, entourée de tout côté par des affleurements rocheux en partie moutonnés, sauf au sud où l'on observe de la pelouse alpine et un petit éboulis. Des névés en position d'abri l'alimentent parfois jusqu'à la fin de l'été. A la fonte des neiges (juin-juillet), son niveau monte suffisamment pour que l'émissaire soit aérien et rejoigne par un petit vallon le lac de Chéserys III, à une cinquantaine de mètres au nord. A l'étiage, les eaux s'infiltrent à travers un seuil d'éboulis dans cette direction. Les fluctuations de niveau atteignent près d'un demi-mètre. Le fond est recouvert de limon et dépourvu de végétation. Le 8.9.83 la température de surface était de 15° ; le 20.8.89, l'eau était à 17° en surface et à 16° au fond ; le débit de l'émissaire atteignait alors 0.1 l/s.

- Lac de Chéserys III (953.400/119.650/2169)



C'est le plus grand des 6 lacs, même si sa surface n'atteint pas l'hectare. C'est aussi le plus profond (8.2 m), mais entre la fonte des neiges et l'étiage, son niveau peut varier d'environ 3 m. C'est la vaste langue glaciaire issue du col du Belvédère et du lac de la Persévérance qui est responsable du surcreusement de cette cuvette. Des roches moutonnées affleurent en divers endroits des rives du lac. Ailleurs, ce sont des pelouses alpines ou quelques éboulis. Sur le fond du lac, on observe des secteurs recouverts de limon, mais dépourvus de végétation, et d'autres où le gneiss en place est apparent. Une alimentation diffuse provient de l'ouest, par un petit vallon gazonné, mais elle est ponctuelle dans le coin SW du lac, à l'endroit où celui-ci reçoit l'émissaire temporaire du lac II. Une trentaine de mètres plus au nord, les eaux s'échappent par infiltrations au travers de blocs, en direction du lac IV. Le 8.9.83, l'eau était à 15° en surface et 13° au fond. Le disque était visible jusqu'au fond, mais la profondeur maximum n'atteignait que 5.1 m. Le 20.8.89 la température atteignait 16° en surface et 15° au fond (par 7.6 m). Enfin, le 10.10.91, la profondeur atteignait 5.2 m ; c'est environ la valeur minimum à laquelle elle se stabilise.

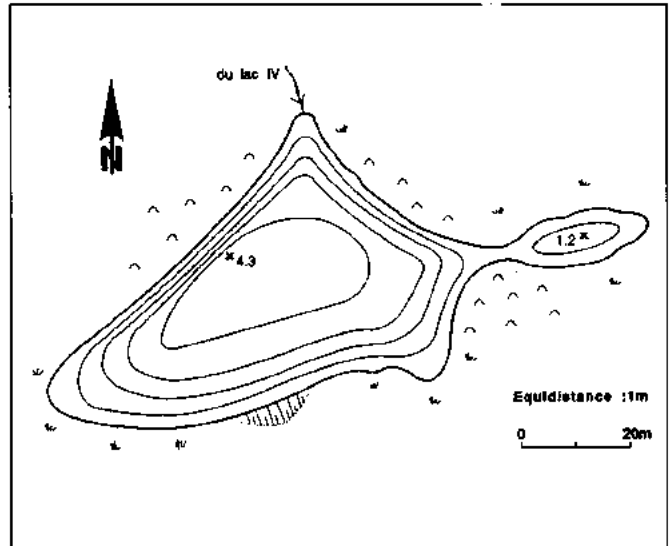
- Lac de Chéserys IV (953.650/119.770/2135)



Ce lac est permanent, et ses fluctuations se montent à quelques décimètres au plus. Le fond de la cuvette, assez plan, montre par endroit la roche en place : en d'autres points, on observe une couverture de limon et des blocs issus des pentes entourant le lac. Des roches moutonnées se trouvent au sud et à l'est du lac, des éboulis atteignant ses rives au nord et à l'ouest, avec des zones de pelouse alpine. L'alimentation provient surtout du lac III, par un petit torrent aux hautes eaux, et par infiltrations à l'étiage. En période de crue, l'émissaire se dirige vers le lac V (un demi-litre par seconde le 2.8.1984), pour autant que celui-ci ait son niveau assez bas, alors qu'aux basses eaux, on a infiltrations et évaporation.

La température de surface atteignait 15° le 8.9.83 ; le lac était homotherme à 16° le 20.8.89, et le disque était visible jusqu'au fond (6.2m). L'émissaire dirigeait 0.1 l/s vers le lac de Chéserys V.

- Lacs de Chéserys V et VI (953.740/119.690/2133)



Ces deux lacs ne sont en fait que des nappes d'eau temporaires, l'un dix fois plus étendu que l'autre, reliées par un chenal d'une vingtaine de mètres de longueur. La profondeur maximum du plus grand (lac V) est atteinte à la fonte des neiges ou après une longue période pluvieuse, soit environ 4.3 m. Puis le lac se vide peu à peu par infiltrations (et évaporation) le long de diaclases sans doute, car ce n'est pas un barrage morainique qui retient l'un ou l'autre des lacs. Le niveau baissant, la cuvette la plus à l'est s'assèche d'abord (son fond est constitué d'un terrain herbeux parsemé de blocs). C'est ensuite au tour du plus grand de voir son niveau baisser fortement. C'est ainsi que lors d'une visite le 8.9.1983, il ne restait que 0.5 m d'eau dans une petite dépression située dans la partie nord du lac, au pied d'un escarpement de roches moutonnées. Le fond était assez plat, recouvert de blocs et de limon craquelé. Une autre visite le 2.8.1984 nous a montré un lac rempli d'eau 0.6 m sous son niveau maximum ; le 13.9.1984 et le 10.9.1986 les deux lacs étaient à leur cote la plus haute. Mais le 22.9.88, le lac V était à 1 m sous son maximum. Le 20.8.89, il était homotherme à 17.5°, avec une profondeur de 4.3 m. Enfin, le 10.10.91, les deux lacs étaient pratiquement vides ! Des roches moutonnées affleurent autour des lacs, parmi des pentes herbeuses parsemées de blocs de gneiss.

La morphométrie et la physico-chimie des eaux des lacs de Chéserys sont données aux tables X et Y.



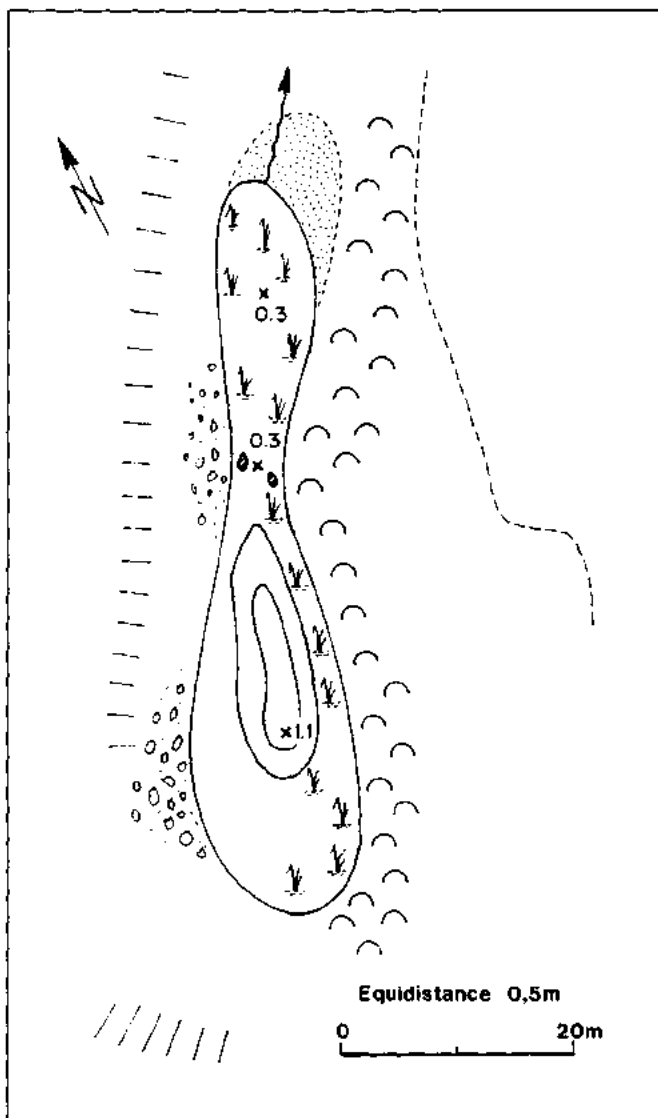
Lac de Chéserys IV

Les lacs de la Flégère, Blanc, de la Tête, de la Persévérance et de Chéserys sont atteignables en 2 h environ depuis le téléphérique de la Flégère ou en 2 à 3 h depuis le col des Montets.

Lacs de la Remua

Les deux lacs de la Remua se trouvent peu au-dessus du col des Montets, à l'extrémité de la chaîne des Aiguilles Rouges s.s. L'aspect des deux lacs ainsi que leur origine sont différents. Examinons-les.

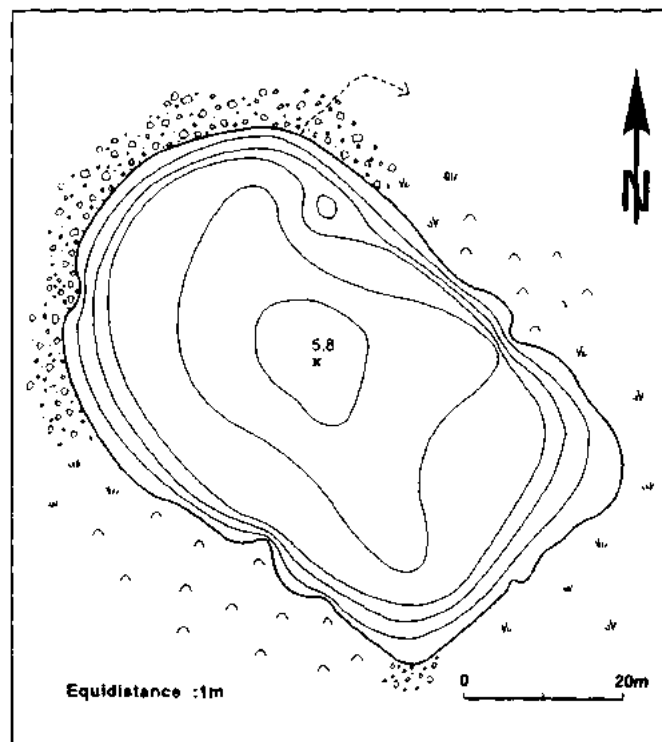
- Lac de la Remua d'En Bas (954.200/120.650/2060)



De forme très allongée, il est axé sur une importante diaclase NNE-SSW exploitée par le glacier. D'après une communication orale de Madame Y.Gübler, responsable scientifique des Réserves naturelles de la région, il s'agirait de grandes fractures de tassement, parallèles à l'axe de la chaîne. Du reste, le sentier issu du col des Montets suit un moment le plan de faille, vers l'altitude de 1900 m. Des roches moutonnées et striées bordent

le lac à l'est, tandis qu'à l'ouest, des dalles le dominent. Entre ces deux affleurements, l'espace libre, une vingtaine de mètres, est occupé par un plan d'eau en voie de comblement. L'alimentation diffuse se fait par un vallon au SSW, aligné sur la diaclase. A l'autre extrémité, un émissaire sort de la dépression ; son débit atteignait environ 1 l/mn lors de la visite, le 15.9.1983, mais il peut aussi être à sec en fin de saison. La moitié du lac est déjà recouverte de plantes aquatiques, et une centaine de m² ont déjà été comblés vers l'aval. Les variations de niveau sont presque inexistantes, comme nous l'ont montré d'autres visites en été et en automne. Le lac avait une température uniforme de 8,5° le 15.9.83.

- Lac de la Remua d'En Haut (953.940/120.700/2162)



Logé au pied de la face est de l'aiguille de la Remua, ce lac semble résulter de l'obstruction d'un vallon de surcreusement par un éboulement. En effet, un vaste cône chaotique de gros blocs limite le lac au nord, alors que presque partout ailleurs, on observe la roche qui est en place et polie. Le lac est axé sur une importante diaclase, parallèle à celle du lac d'En Bas. L'alimentation est diffuse, et l'eau semble s'échapper au travers de l'éboulis pour rejoindre plus bas le ruisseau issu du lac d'En Bas. Les variations de niveau atteignent 1 à 2 dm. Des blocs recouvrent le fond, sauf au point le plus profond où quelques plantes aquatiques se sont développées. Le 15.9.83, l'eau atteignait 8° en surface et 7,5° au fond. Le disque était visible jusqu'au fond (5.8 m). Lors d'une visite le 3.9.89, la température était de 11° partout.

La morphométrie et l'analyse de l'eau des lacs de la Remua sont données aux tables X et Y.

Les lacs de la Remua sont atteignables en 1 à 2 h depuis le col des Montets.

Remarque : il y a deux petits plans d'eau au col des Montets, tout proches de la Maison de la Réserve naturelle des Aiguilles Rouges. Il s'agit de tourbières qui ont été remises en eau vers 1973. Le plus proche de la Maison s'appelle le "Lac du Col", celui un peu plus bas, le "Lac des Jorattets".

Lacs de la région Loria - Terrasse

Bien que ne faisant pas strictement partie de la chaîne des Aiguilles Rouges, les lacs situés sur son prolongement cristallin septentrional seront traités ici par souci de regroupement. De par leur environnement, les traiter avec les lacs du Haut-Faucigny ne semble pas judicieux. On peut relever qu'aucun de ces lacs ne paraît avoir été déjà étudié.

Gouille de Sassey (953.350/125.450/1954)

Ce petit plan d'eau, appelé aussi lac de Loria, présente une surface maximum d'environ 4000 m², mais qui est très variable selon le niveau de l'eau. En effet, il est retenu derrière le vallum morainique de l'ancien glacier de Loria. Les eaux d'alimentation, diffuses, se perdent par infiltrations. Cela explique les fortes variations de profondeur, entre 0.2 m lors de visites en fin de saison et 1 m qui semble être la profondeur maximum. Le fond du lac est constitué de galets de gneiss et d'un peu de limon, sans végétation aquatique.

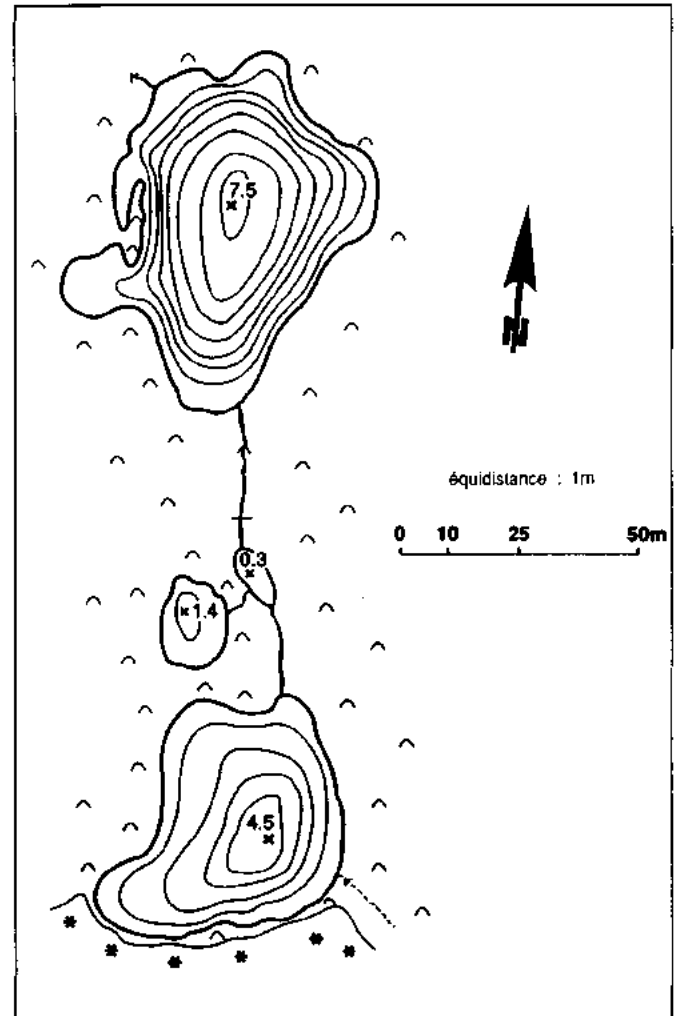
Etang de Tré-les-Eaux ou Gouille-au-Bouc (950.950/125.220/2235)

Cet ancien lac, établi sur un replat structural, d'environ 120 m sur 50, est en voie de comblement par la végétation aquatique. Il ne reste que quelques secteurs libres de plantes, plus petits que 100 m² chacun, où la profondeur atteint moins d'un demi-mètre. Le lac est situé sur une importante diaclase d'orientation NE-SW. Autour de la cuvette affleurent des têtes de gneiss moutonné, au milieu de la pelouse alpine. On observe aux alentours d'autres dépressions entièrement comblées.

Remarque : au NW de la petite éminence du Châtelet, sous la pointe des Corbeaux, se trouve la **mare du Châtelet** (950.780/125.940/2355). C'est une petite cuvette en forme de croissant, creusée dans les schistes noirs du Lias supérieur. Elle mesure 25 m de longueur, 10 m de largeur et 0.6 m de

profondeur. Le fond, dépourvu de végétation, est recouvert de quelques dm de limon noir putride. Elle est entourée de pelouse alpine. Elle est permanente, avec des variations de niveau d'un dm. L'émissaire, quand il est actif, se dirige vers le NE. Sa surface est d'environ 200 m² et son volume de 50 m³. Lors d'une visite le 26.8.92, la température de l'eau atteignait 20°.

Lacs de la Terrasse d'En Haut



Sur les quatre lacs nichés près de la pointe de la Terrasse, deux ont été omis sur les cartes IGN au 1:50.000 (feuille "Chamonix") et au 1:25.000, mais ils sont présents sur la carte suisse 1:25.000 ("Barberine"), plus récente. Cela peut être dû au déglacement récent de la région. Ils sont situés à quelques centaines de mètres de la frontière franco-suisse. C'est sans doute leur exposition ouest et sud-ouest, tout près de la crête, qui fait qu'ils ne sont pas pris sous les glacierets locaux que l'on trouve normalement à cette altitude, voisine de l'isotherme 0° annuelle. Leur environnement est totalement minéral. On peut relever que les deux lacs nord présentent des "creux" importants. Tous sont tributaires du Rhône.

Le glacier qui leur a donné naissance, d'après la direction des stries, prenait naissance à l'est, c'est-à-dire dans le secteur de la pointe de la Terrasse. Cette région devait, à l'époque, s'étendre plus loin en direction de Loria, l'érosion régressive ayant beau jeu sur ces falaises escarpées et déliées, très proches de la couverture sédimentaire.

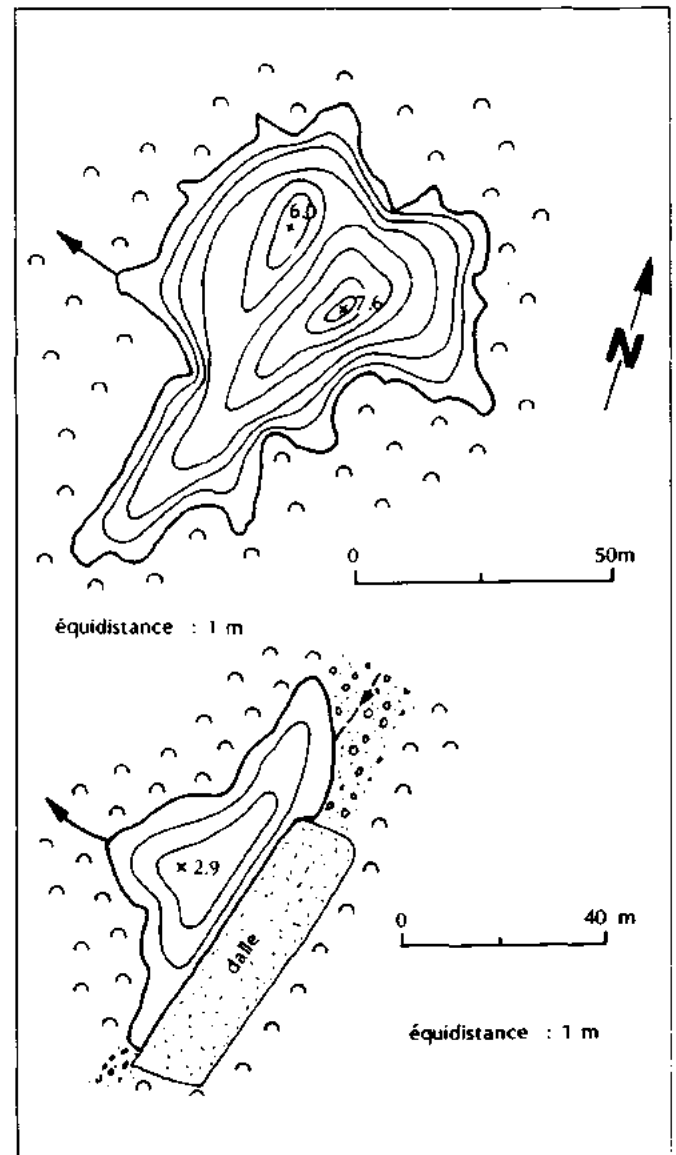
- Lac nord (951.910/126.030/2605)

Ce petit lac est excavé dans les gneiss grenus, dont des affleurements moutonnés se rencontrent sur ses rives. Au NE, on observe une plage de galets, à l'emplacement d'une zone diaclasée ; la rive sud est bordée par un gros névé qui semblait permanent (état entre 1983 et 1987). Mais une fin de décennie chaude et un enneigement déficitaire en eurent finalement raison. Les eaux d'alimentation proviennent du lac sud. L'émissaire, entre 0 et 5 l/s lors des visites, s'échappe vers le NW. Les fluctuations de niveau sont faibles (0.2 m). Sur son fond, on observe la roche moutonnée, avec un peu de limon gris foncé dans les petites cuvettes. Lors d'une visite le 2.10.83, l'eau était à 6° en surface et 5° au fond ; le 27.9.87, le lac était homotherme à 6°, le disque n'étant visible que jusqu'à 4.5 m. La teinte Forel était de V. Le 13.9.90, l'eau était à 10° en surface.

- Lac sud (951.925/125.900/2615)

Lors de la visite à ce lac, pourtant assez tardive pour s'attendre à des conditions optima, le plan d'eau était en partie recouvert d'une fine couche de glace (état le 2.10.1983, mais ce n'était plus le cas les années suivantes, à pareille époque). La moitié de son périmètre (rives sud et ouest) était formée par les parois d'un petit glacier qui le dominaient d'une dizaine de mètres. Le lac se prolongeait donc dessous. Des visites régulières au cours des années suivantes ont vu le glacier se retirer peu à peu, et finalement libérer tout le lac. Des roches moutonnées affleurent tout autour, sauf à l'extrémité d'un petit golfe au nord, d'où part l'émissaire (0 à 2 l/s) qui rejoint au bout de 80 m le lac nord, par un étroit vallon recouvert de galets et accidenté de faibles ressauts. Le fond du lac est formé de roches moutonnées, avec un peu de limon gris foncé dans les petites dépressions. Les fluctuations de niveau sont faibles, environ 0.1 m. Lors d'une visite le 2.10.83, l'eau avait 2° en surface et 4.5° au fond et le disque était visible jusqu'au fond. Le 27.9.87, le lac était à 4.5° en surface et 4° au fond. Le disque était visible jusqu'à 3.6 m et la teinte Forel était de VIII. Le 13.9.90, la température de surface était de 9° et un mois plus tard, de 6.5°.

Lacs de la Terrasse d'En Bas



- Lac nord (951.650/125.880/2545)

Ce lac, à la forme très allongée, est entièrement logé dans des roches moutonnées. Son grand axe est orienté selon une faille majeure, les golfes qui l'accidentent étant eux aussi dus à des diaclases. Comme pour les lacs précédents, on observe des roches moutonnées également sur le fond du lac, sauf dans certaines petites cuvettes remplies de limon gris foncé. Du milieu de la rive occidentale s'échappe un émissaire peu important (env. 0.5 l/s, le 2.10.1983 et 1 l/s le 27.9.87), le lac étant alimenté d'une manière diffuse. Les variations de niveau sont d'environ 0.1 m. Le 2.10.83, l'eau était à 8.5° en surface et 7° au fond, et le disque était visible à 7 m. Le 27.9.87, l'eau avait 8.5° en surface et 7.3° au fond, le disque n'était visible que jusqu'à 5 m. La teinte Forel était de VI. Enfin, le 13.9.90, l'eau de surface était à 12°.

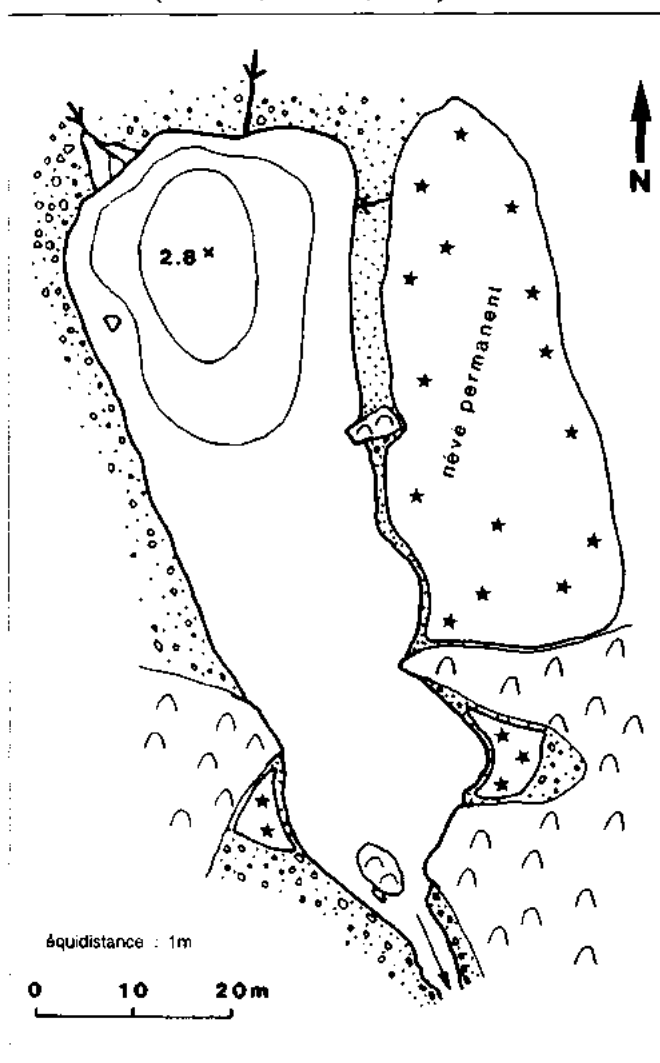
- Lac sud (951.650/125.760/2545)

A environ une centaine de mètres au sud du lac précédent s'étend une petite nappe d'eau, la plus restreinte des quatre lacs de la Terrasse. Elle a la particularité d'être située au contact entre le cristallin et un lambeau de quartzite triasique, une dalle, sur une faille inverse NE-SW. Cette zone diaclasée a été élargie et se prolonge aux deux extrémités du lac par de petits vallons remplis de galets et collectant des eaux d'infiltration. L'émissaire s'écoule vers l'ouest, avec un faible débit (environ 0.5 l/s le 2.10.1983 et le 27.9.87). Il peut tarir totalement, impliquant des variations de niveau qui atteignent plusieurs dm. L'eau atteignait 8.5° en surface le 2.10.83. Le lac était homotherme le 27.9.87, à 6°, et la teinte Forel était de VII. Dans les deux cas, le disque était visible jusqu'au fond. L'eau était à 12° en surface le 13.9.90.

On trouvera la morphométrie et l'analyse des eaux des lacs de la Terrasse aux tables X et Y.

Les lacs de la Terrasse sont atteignables en 2 à 3 h depuis le barrage d'Emosson. On peut aussi partir de Buet et les atteindre par Loria ou Tré-les-Eaux, mais la dénivellation est plus grande.

Lac du Rêt (950.580/122.630/2320)



Ce petit lac de 80 m sur 25 a été aperçu pour la première fois en août 1989, du col de Salignon. Il venait d'être, très récemment sans doute, dégagé du névé qui le recouvrait en permanence. Il est situé au fond d'une belle cuvette glaciaire, sous la chute d'une des langues d'un glacier qui était issu des pentes SE du Buet. Cet appareil a excavé d'autres cuvettes dans les gneiss, dont le Creux-aux-Vaches, 300 m à l'ouest, à la faveur de zones fortement diaclasées d'orientation subméri-dienne. Des roches moutonnées sont présentes sur le verrou qui occupe l'aval de la cuvette. Tout autour du lac, on observe des zones d'éboulis, et un petit delta a été construit à l'amont du lac par plusieurs affluents. Sur les éboulis, du côté oriental du lac, un névé de plusieurs mètres d'épaisseur, semble permanent.

Lors d'une visite le 5.10.89, le lac était homotherme à 10.5° ; le débit de l'émissaire était d'environ 2 l/s. La partie la plus profonde du lac, 2.8 m, est recouverte de limon. La partie sud, peu profonde, est par endroit colonisée par une végétation aquatique amorphe (Spyrogyres et Cyano-phy-cées : communication orale de M. Druart, INRA à Thonon). Le 28.10.89, la température de l'eau atteignait 6.5°.

A quelques dizaines de mètres au-delà du déversoir, on observe une gouille d'une cinquantaine de m², que l'émissaire traverse. Elle est aussi retenue par un verrou, dominant une paroi escarpée. 100 m plus bas, une large cuvette marécageuse témoigne de l'existence d'un ancien lac. On trouve du reste dans les environs de nombreuses gouilles, de 50 m² au maximum et ne dépassant pas quelques dm de profondeur. Elles se logent dans des dépressions des roches moutonnées. La morphométrie et l'analyse de l'eau du lac du Rêt se trouvent aux tables X et Y.

Ces plans d'eau sont atteignables par la combe et le refuge de Bérard.

Mares des environs de l'aiguille du Bérard

Dans les pentes entre l'aiguille de Bérard et le refuge de Bérard, on observe quelques mares sans importance. Sur le versant ouest, au point 949.450/119.900/2360, on a 3 petites gouilles sur un replat, juste sous la petite aiguille de Bérard. Elles sont dues à un surcreusement sur faille. Elles ont entre 20 et 200 m², et 0.1 à 0.5 m de profondeur, sur un fond caillouteux, et semblent permanentes.

Au point 949.060/119.650/2250, on a également 3 gouilles dont la plus grande mesure 40 m² pour une profondeur de 0.3 m. A l'ouest de la petite aiguille de Bérard, le bétail utilise comme point

d'eau encore 3 gouilles, sur un replat surcreusé. Elles mesurent au maximum 50 m² et 0.3 m de profondeur, sur un fond vaseux, envahi par la végétation. Les coordonnées sont 948.850/119.400/2250 ; 948.780/119.520/2100 ; 948.660/119.600/2070.

Une autre petite mare ovale de 8 m sur 3 (profondeur 0.2 m), dans des roches moutonnées, se trouve au point 948.900/119.750/2250.

Finalement, dans la combe qui s'ouvre au SW du col de Salenton, à la limite cristallin-sédimentaire, on a au lieu-dit "Les Petits Plans" (948.200/120.750/1940), une mare d'une cinquantaine de m² et de 0.3 m de profondeur. Entourée de pâturages, elle se trouve sur un replat morainique.

Ces mares sont atteignables à partir de la combe et du refuge de Bérard, par les cols de Salenton ou de Bérard. On peut également venir de Porménaz par les chalets du Villy.

NB.- Dans l'ouvrage de Favre (1867), celui-ci mentionne (§ 467) la présence d'un petit lac sur l'arête aiguille Favre-aiguille du Belvédère. Un vol au-dessus de cet endroit en automne 1990 et une visite sur place le 6.8.92 ne nous ont pas permis de constater la présence d'un plan d'eau ou même d'une cuvette desséchée.

II. MASSIF DU MONT BLANC

Après avoir examiné les lacs de la rive droite de l'Arve, nous allons passer en revue ceux qui sont situés sur la rive gauche de cette rivière. Au nord, la région sera limitée par le col de Balme, à la frontière franco-suisse. Au sud, elle le sera par le col des Fours, entre les départements de Haute-Savoie et de Savoie, et le val Montjoie. Puis, dans les deux derniers chapitres, nous suivrons cette frontière vers l'ouest, par le col du Joly, en direction de la vallée de Mégève et de la chaîne des Aravis. Celle-ci formera la limite ouest de la zone décrite, se raccordant à la zone "lacs de la région Bornes-Aravis" déjà décrite. La région présentée sera examinée du nord au sud, et d'est en ouest. On peut relever qu'aucun des lacs décrits ne semble avoir été étudié antérieurement, à part celui d'Armancette et Jovet.

Lac du Béchat (957.850/125.125/2220)

Cette petite nappe d'eau, omise sur la carte, a été baptisée du nom d'une croupe voisine peu marquée, le Béchat (2181 m), quelques centaines de mètres à l'ouest. Le plan d'eau résulte d'un drainage incertain sur une zone presque plane, le

Plan des Reines, à cheval sur la frontière. La forme du lac est celle d'un ovale de grand axe orienté SW-NE. Les 95% du lac sont situés sur France. Au NE, le lac devient plus étroit, et de son extrémité située sur Suisse s'échappe un émissaire dont le débit semble toujours très faible (moins d'un litre par seconde le jour de la visite, le 4.9.1983). Il est tributaire du Rhône. La cuvette lacustre, dont les dimensions sont de 40 m sur 25, ne mesure pas plus de 0.2 m de profondeur. Elle est recouverte aux trois-quarts de mousses et de plantes aquatiques, implantées dans une épaisse couche de limon fin dépassant un demi-mètre. Elle a été excavée dans les schistes argileux noirs de l'Aalénien (Lias) remplissés et charriés, et est entourée de pâturages.

Mares des chalets de Balme (957.100/124.100/1975)

Aux environs des chalets de Balme, on observe une quinzaine de mares. Les plus grandes ne mesurent pas plus de 10 m de diamètre, et leurs profondeurs n'excèdent pas quelques dm. Ce sont des dépressions naturelles dans les pâturages (amorces de dolines, ou dolines colmatées, car on se trouve sur du Malm karstifié, comme les affleurements rocheux voisins l'attestent), ou artificielles, lorsqu'une levée de terrain retient l'eau.

Elles se trouvent surtout à l'est et au nord des chalets, dans un rayon de 300 m.

Mare de la Tête de Balme (958.300/124.950/2270)

Sur l'arête joignant la Tête de Balme au col homonyme, on observe sur un replat de schiste, une mare ovale de 20 m sur 6, et de 80 cm de profondeur. Elle a la particularité d'être partagée en deux par la frontière franco-suisse.

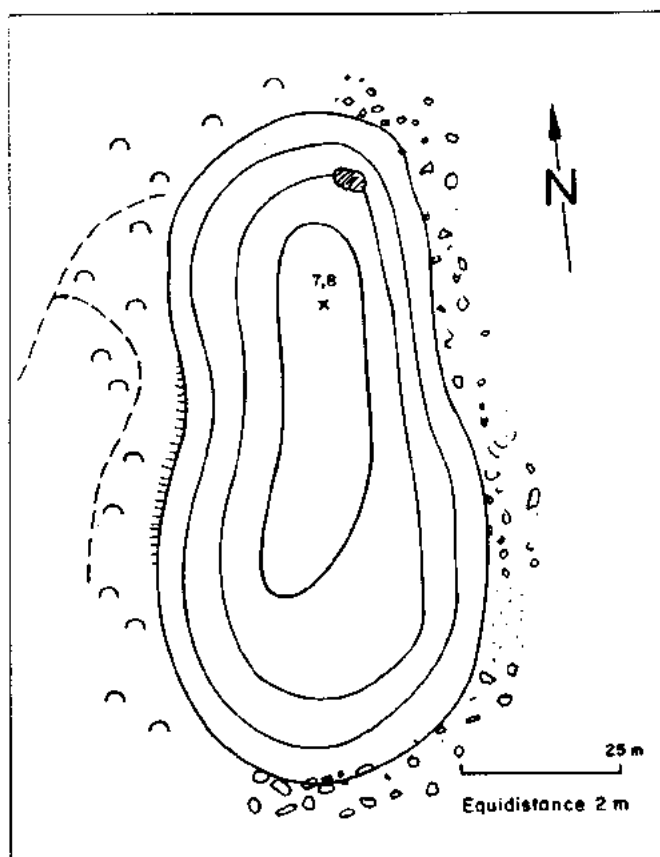
Lac de Charamillon (958.900/123.025/2270)

C'est certainement à tort que ce lac est porté sur les cartes en tant que tel. En effet, la vaste dépression circulaire de 150 m de diamètre, à fond plat, n'est plus occupée que par une petite mare de quelques centaines de m² et de 10 à 30 cm de profondeur. Il est certain qu'autrefois, le bel amphithéâtre morainique entourant le "lac" retenait une nappe d'eau bien plus importante. La moraine frontale ayant été échancrée, une vidange s'en est suivie. Plus tard, un captage d'eau a été fait à cet endroit (restes d'une vanne) pour alimenter les chalets de Charamillon (Charamillon = chaux à Emile). A l'est de la cuvette, un névé peut subsister fort tard dans la saison (comme le 4.9.1983, lors de la visite), les filets d'eau qui s'en échappent s'infiltrèrent dans le sol pour ressortir plus bas, dans la combe de Vormaine. La mare est alimentée par un peu

d'eau issue de la base de l'éboulis situé au sud du lac. Au niveau de l'ancien captage, c'était environ 1 l/s qui s'échappait de la cuvette à la date donnée ci-dessus. Géologiquement, elle doit son existence au glacier descendu des Autannes et ayant plus particulièrement creusé au contact entre les gneiss et les granites mylonitisés du massif cristallin. Ce contact, passant à l'emplacement du lac, est actuellement recouvert par des éboulis et des dépôts glaciaires.

Les plans d'eau du Béchat, de Balme et de Charamillon sont facilement atteignables à partir du village du Tour.

Lac Bleu (953.300/110.400/2299)



Ce lac, appelé aussi lac du Plan de l'Aiguille, se trouve un peu au-dessus du replat bien marqué courant le long de la vallée de Chamonix, à environ 2100 m d'altitude. Il résulte du surcreusement glaciaire à la zone de contact entre les gneiss au NW et la protogine du Mont-Blanc au SE, région également accidentée de filons amphiboliques parallèles au contact. Favre (1867) dans le tome III de son célèbre ouvrage, décrit le contexte géologique entourant le lac de la Tapie (§ 539), puis, un peu plus bas, il parle du lac du Plan de l'Aiguille (§ 540). Sans doute, s'agit-il du même plan d'eau !

Il semble qu'il faille attribuer la paternité du lac au glacier de Blaitière, à l'époque où celui-ci était bien plus important qu'actuellement. La cuvette excavée a été plus étendue en direction du nord et de l'est. Mais la moraine actuelle, derrière laquelle se cache le glacier de Blaitière, date sans doute du "Petit Age glaciaire" (1600-1850), et elle a comblé la majeure partie de la cuvette, dont elle forme la bordure est. Au SE et au sud, ce sont des éboulements issus de l'aiguille du Peigne qui forment les rives du lac. Ce n'est plus qu'à l'W et au NW qu'affleure la roche en place, qui est moutonnée. Ce lac n'est libre de glace qu'environ trois mois par an. Il est en effet très vite repris par les glaces en automne, ceci étant dû à sa position au pied des aiguilles de Chamonix : il ne reçoit alors plus que de faibles rayons obliques en fin d'après-midi et commence son lent refroidissement. Lors de la visite le 15.9.1983, les mesures bathymétriques ont été rendues délicates par la présence d'une couche de glace de 1.5 cm sur tout le lac. De plus, le fond recouvert de gros matériaux morainiques (énormes blocs), a plusieurs fois retenu le lest de la sonde. La transparence n'était que de 6.2 m, peut-être le résultat de la forte pression touristique exercée sur le lac durant l'été : il est à quelques minutes de la station intermédiaire du téléphérique de l'aiguille du Midi, et le camp de base de nombreux alpinistes partant à l'assaut des aiguilles. Alimentation et sortie des eaux se font par infiltrations, les variations de niveau sont faibles, quelques décimètres au plus. Le 15.9.83, l'eau du lac était à 2° en surface et 4.5° au fond. Le 25.9.87, elle était de 5.5° à tout niveau et le disque était visible jusqu'au fond. Le lac était alors à 0.3 m sous son maximum. La teinte Forel était de V.

La morphométrie et l'analyse de l'eau se trouvent aux tables X et Y.

On atteint le lac en quelques minutes à partir de la station intermédiaire du téléphérique de l'Aiguille du Midi.

1100 m au NE de ce lac, à l'altitude de 2290 m, on observe une petite cuvette en position structurale identique à celle du lac Bleu, et entourée de débris morainiques. Ses dimensions sont de 20 m sur 15, avec une profondeur maximum de 0.6 m. Elle s'assèche totalement en automne et présente alors un fond de boue craquelée et de cailloux. Coordonnées : 953.930/111.340/2290.

Remarque : il existe de nombreux plans d'eau dans la vallée de Chamonix. Ce sont des aménagements par l'homme, plus ou moins récents, qui a souvent remis en eau d'anciennes zones marécageuses. On peut citer :

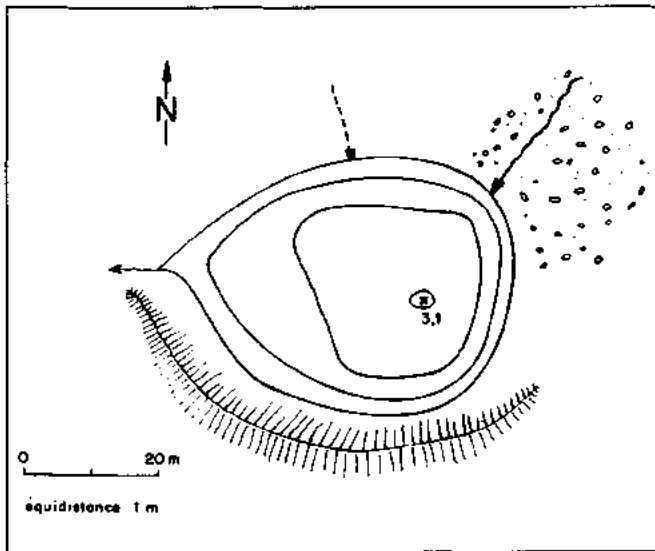
- la petite **mare de la Poya**, entre les Tines et le Lavanchet, retenue derrière un barrage créé par le passage de la route nationale ;

- divers plans d'eau au voisinage des Praz et de Chamonix (**lac des Praz, lac Sinclair et lac des Gaillard**), créés par des excavations recoupant la nappe phréatique ;

- **le lac des Chavants**, 1,5 km au NW des Houches, aménagé vers 1975 sur une zone marécageuse ; il est équipé d'une digue et d'un déversoir (profondeur: env. 3 m) ;

- **les tourbières du Prarion** : dans cette région qui s'étend entre la vallée de Chamonix et le val Montjoie (coordonnées générales : 942.300/107.700/1860), se trouvent de nombreuses tourbières qui ont été exploitées et dont les dépressions se sont remplies d'eau. Les deux plus grandes mesurent plus de 2 ha, et la profondeur d'eau est comprise entre 0.5 et 2 m, avec une épaisseur de tourbe atteignant plus de 1.5 m. Elles sont situées sur des ardoises du Carbonifère imperméables (Lame Houillère de Epard (1989)), extraites autrefois juste à côté.

Lac d'Armancette (943.050/100.300/1673)



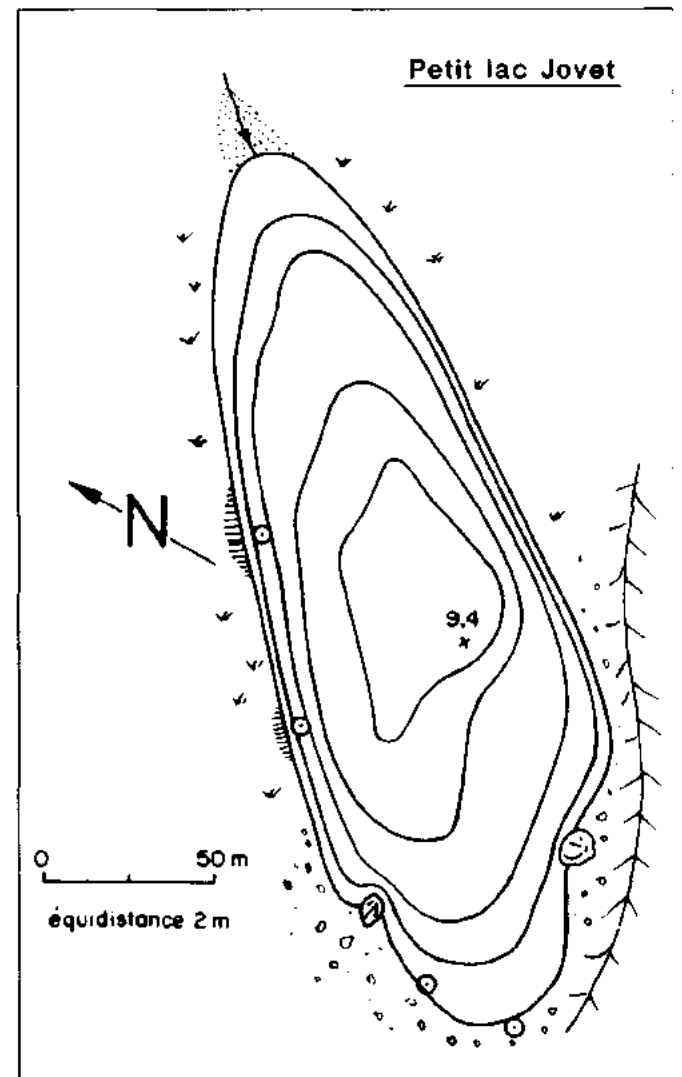
Ce petit lac auquel Coupé et Martinot font allusion dans leur ouvrage (1982), est retenu par une ancienne moraine latérale droite du glacier d'Armancette, datant sans doute du Petit Age glaciaire, ainsi que par un cône d'éboulis issu des pentes dominant le lac. Presque circulaire (diamètres 40 et 52 m), il est en voie de comblement par des matériaux détachés de la pointe de Covagnet, d'où provient également le filet d'eau qui l'alimente. Presque chaque année, des avalanches descendues des pentes qui dominent le lac peuvent le recouvrir.

L'émissaire, de 0.5 à 1 l/s à diverses occasions de 1982 à 1987, entre septembre et décembre, s'échappe d'une échancrure de la cuvette, à

l'ouest. Le fond est recouvert de limon et de blocs ; on note la présence de quelques plantes aquatiques. Relevons que la cuvette se trouve au contact entre des gneiss migmatitiques et un lambeau de gypse triasique. Le 25.9.87 le lac était homotherme à 13° et le disque était visible jusqu'au fond. Le 7.10.87, la surface était à 11° et le fond à 10.5°. La teinte du lac est très sombre à cause des blocs et des plantes aquatiques recouvrant le fond. Les fluctuations de niveau ne dépassent pas 0.2 m. On trouvera la morphométrie et la physico-chimie du lac aux tables X et Y.

L'accès au lac se fait à partir des Contamines (val Montjoie), par un chemin à jeep, puis un sentier.

Lacs Jovet (941.700/093.600/2174)



Cet ensemble de nappes d'eau se trouve à l'extrémité sud du val Montjoie, au voisinage du col du Bonhomme. Une étude très complète du grand lac Jovet a été conduite par Balvay et Blavoux (1981). Nous suggérons au lecteur de s'

référer. Par souci d'être complet, nous ne ferons que reprendre leur carte bathymétrique.

Quant au petit lac Jovet situé 300 m au NE du grand, il occupe le fond d'une cuvette allongée, limitée à l'ouest par les monts Jovet et à l'est par une moraine latérale déposée par un glacier issu des pentes ouest du mont Tondu. Ces vallum avaient du reste déjà été relevés par Favre (1867), au & 565 de son tome III. A son niveau le plus haut, il mesure environ 90 m sur 260, et sa profondeur maximum 9.4 m peut dépasser celle de son grand voisin, alors que Coupé et al. (1982) ne lui attribuaient que 3 m ! Des pertes sont visibles à l'extrémité sud du lac ; deux zones de cargneule affleurent au milieu du lac, en rive NW et des pertes s'y trouvent également.

Ayant fait un bilan des précipitations du bassin-versant des lacs Jovet et du débit de l'émissaire, Balvay et Blavoux (loc. cit.) émirent l'hypothèse que l'eau passe du petit au grand lac par infiltrations. Afin de prouver cette supposition, nous fîmes des traçages à chacune des trois pertes entre 1985 et 1987. Les eaux du point d'absorption sud ressortent effectivement dans l'angle nord du grand lac Jovet. Celles du point d'absorption au milieu du petit lac, à proximité de l'affleurement de cargneule triasique, sont ressorties deux jours après dans le grand lac, mais également aux sources du pont de la Rollaz (ou : de l'Arola), dans le val Montjole, 1.9 km au NW et 680 m plus bas que la perte. Enfin, celles de la perte nord, également au pied d'un éperon de cargneule, sont apparues aux mêmes emplacements.

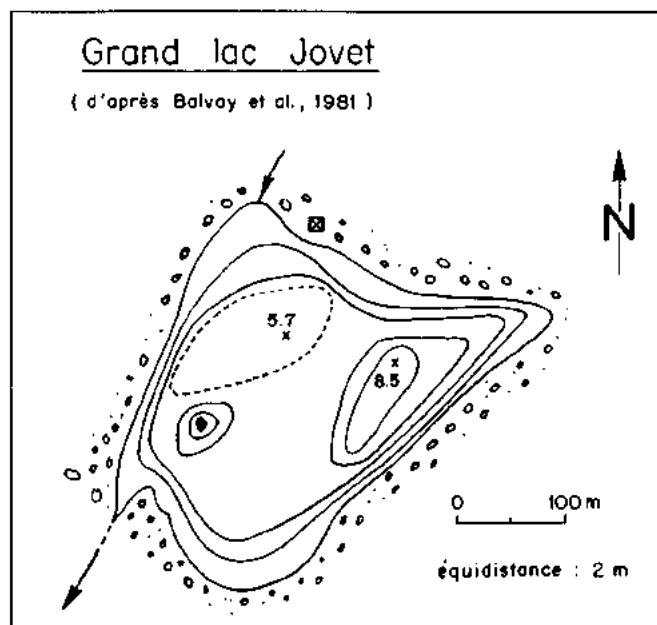
L'écoulement du petit lac Jovet au grand lac (300 à 400 m) s'effectue par infiltrations lentes dans les matériaux morainiques. Celui du petit lac aux émergences de la Rollaz, sans doute par l'intermédiaire d'une écaïlle de sédimentaire triasique (cargneule, gypse) sous les monts Jovet (cristallin). Il pourrait aussi s'agir d'un transit le long d'une faille du cristallin, mais l'enrichissement en sulfate de l'eau des émergences par rapport aux eaux du petit lac Jovet nous fait pencher pour la première hypothèse. Une description plus complète de ce travail a du reste été donnée (Sesiano, 1988).

Le 2.8.87, à son niveau maximum, la température de l'eau était de 7.5° en surface et de 6° au fond. Le disque était visible jusqu'au fond, formé de quelques dm de limon fin. La teinte Forel atteignait V.

A la même date, le grand lac Jovet était à 7° en surface et 6° au fond. Le disque était visible sur toute la profondeur, et la teinte Forel était de IV. Les variations de niveau du petit lac Jovet sont

très fortes, la profondeur passant de 9.4 m à 5 m en fin d'automne. Ce chiffre reste dès lors stable, les pertes n'étant plus alimentées. La surface a diminué alors de moitié.

La morphométrie et l'analyse des eaux des lacs Jovet sont données aux tables X et Y.



Autres petits plans d'eau de la région

80 m au NE du grand lac Jovet, on observe dans une dépression des dépôts morainiques une nappe d'eau de 60 m sur 20, d'une profondeur maximum de 1 m. Elle s'assèche totalement en fin de saison.

200 m à l'est du même lac, on a encore deux plans d'eau : l'un est circulaire, avec un diamètre de 20 m et une profondeur de 4 m au maximum, diminuant peu à peu en cours de saison. Son fond est formé de galets. L'autre, relié au précédent par un étroit chenal en hautes eaux, a un diamètre de 60 m et une profondeur de 2.5 m, mais diminuant rapidement en cours de saison. Le fond se compose de sable et de gravier. Ces plans d'eau sont retenus par de petits vallum. Leur écoulement se fait en direction du grand lac Jovet par infiltrations en des points plus ou moins bien localisés. De l'autre côté du vallon, sur les monts Jovet, on observe quatre petites mares logées dans des dépressions des roches moutonnées, excavées à l'intersection de diaclases plus importantes. Elles sont permanentes. La première (coord. 942.120/094.800/2400), mesure 30 m sur 12, avec une profondeur de 1.2 m. Le marnage se monte à 15 cm. Il n'y a ni affluent, ni effluent.

La seconde (coord. 942.050/094.600/2350) mesure 35 m sur 12 et sa profondeur maximum 0.8 m. Le

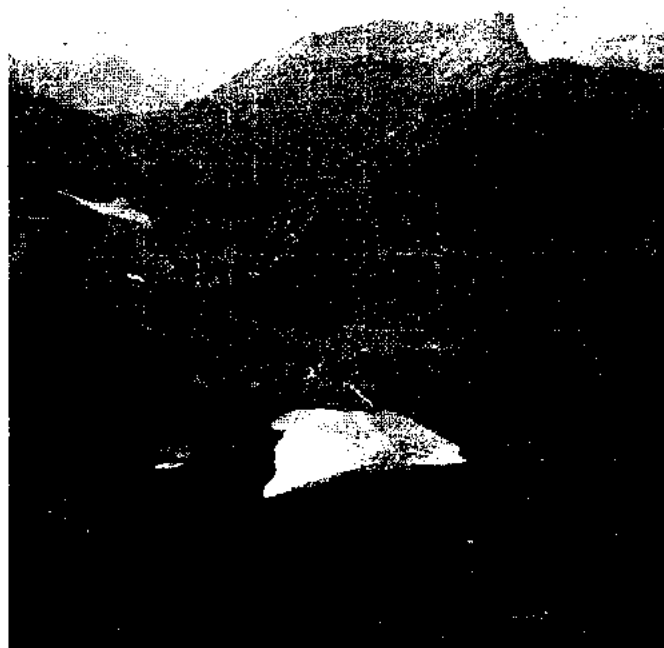
marnage vaut environ 10 cm. Un effluent temporaire se trouve dans l'angle SE. Ces deux premières mares avaient une température de 10° le jour des mesures, le 8.10.86.

Deux autres mares, mesurées le 5.12.87, se trouvent à peu de distance : l'une (coord. 942.070/094.600/2345) mesurant 30 m sur 15, de profondeur maximum 1 m, a un petit émissaire vers le SE. Elle se trouve dans une zone très diaclisée. L'autre (coord. 941.880/094.500/2360) mesure 40 m sur 10. Sa profondeur atteint 1.3 m et l'eau s'échappe vers le NE, en direction du grand lac Jovet.

Finalement, sur la carte au 1:20.000, on note la présence d'un lac en rive gauche du glacier de Tré-la-Tête, d'environ 100 m sur 40 (coord. 942.660/097.000/2170). Celui-ci n'est plus porté sur la carte au 1:25.000, ce qui est la réalité. En effet, suite à la décrue du glacier, en longueur et en épaisseur, ce plan d'eau, coincé entre la moraine latérale et le glacier, s'est vidangé. Il ne reste qu'un plan herbeux où est établi un pluviomètre.

Les lacs Jovet et les plans d'eau voisins sont accessibles à partir de Notre-Dame de la Gorge, terminus de la route issue de St Gervais et des Contamines.

Relevons que cette région fait partie de la Réserve Naturelle des Contamines-Montjoie, traversée par le sentier du tour du Mont-Blanc. Cet "honneur" vaut aux lacs Jovet une (trop) forte pression touristique, néfaste à la bonne santé de leurs eaux.

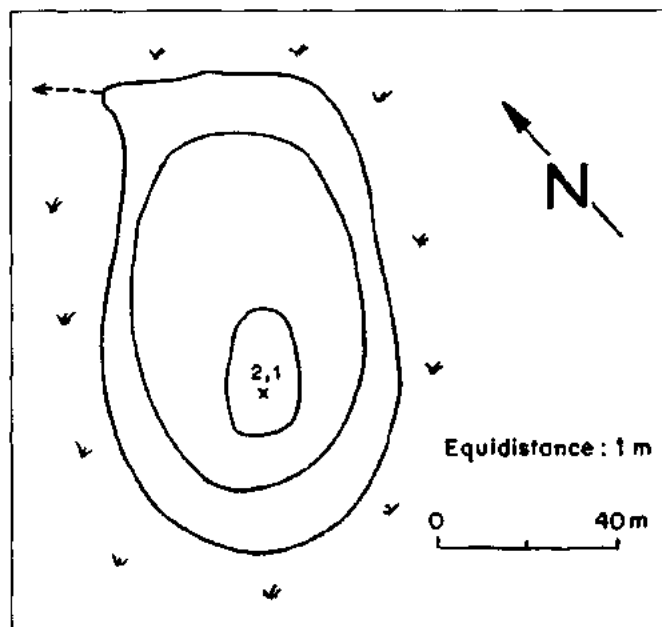


Lac Jovet

III. REGION DU COL DU JOLY

Avec ces lacs, nous allons quitter la zone des terrains cristallins. Les altitudes seront plus faibles. L'englacement, qui a pourtant été important dans cette région, ne jouera plus qu'un rôle mineur dans l'origine des lacs, d'autres facteurs intervenant.

Lac de Roselette (938.180/096.230/1936)



A 1 km de la frontière entre la Savoie et la Haute-Savoie, et au nord de l'aiguille homonyme, se creuse une dépression abritant le lac de Roselette (Roselette : en général, endroit plat marécageux). Le relief de la région est très doux, car on a affaire aux schistes noirs imperméables du Lias moyen, la limite avec la formation des gypses du Trias passant très près du lac (Epard. 1989). Cela se traduit dans la forme de la cuvette qui est très régulière et peu profonde (2.1 m). Un fin limon gris et quelques blocs forment le fond du lac dont les dimensions sont de 105 m sur 65. On note la présence de plantes aquatiques dans la zone comprise entre 0.3 et 1.2 de profondeur. Jusqu'au début de l'été 1983, une chenillette d'entretien des pistes de ski a séjourné durant quelques mois sur le fond du lac, après avoir brisé la couche de glace qui le recouvrait. Elle en a ensuite été retirée, mais le fuel échappé des réservoirs a pu perturber l'équilibre biologique du lac. Les apports d'eau se font d'une manière diffuse par les pentes herbeuses qui entourent le lac. Le déversoir se trouve au NE. Son débit était de 0.5 l/s le 23.6.1983, mais l'émissaire est totalement à sec chaque automne. Les fluctuations de niveau atteignent ainsi environ un demi-mètre.

Le 14.10.86, la température de surface était de 13.5°. Le 2.8.87, elle atteignait 18.5° et celle du fond 16.5°. Le niveau de l'eau était de 20 cm sous le seuil. Transparent jusqu'au fond, la teinte du lac était de XI sur l'échelle de Forel.

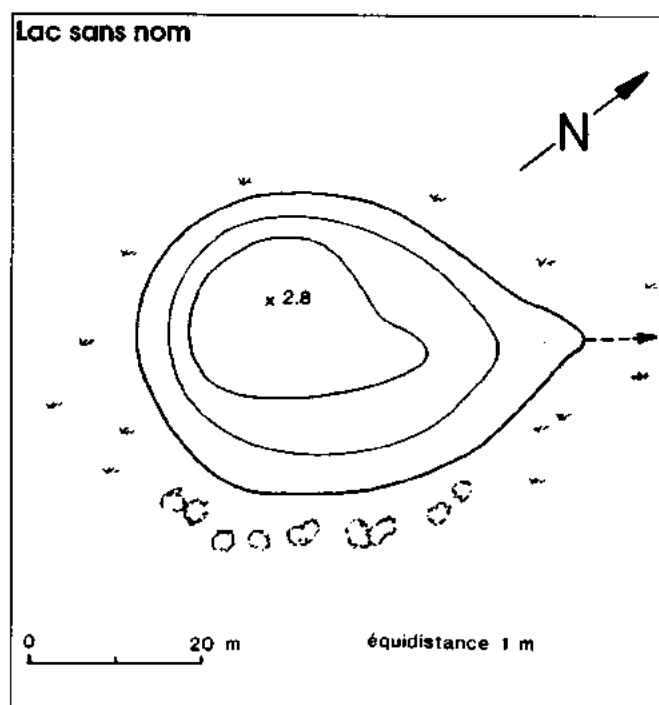
On peut relever, 150 m à l'est, la présence d'un ancien lac actuellement totalement envahi par la végétation.

Petits plans d'eau des environs du col du Joly

A l'est de la crête échancrée par le col du Joly, et peu au-dessous, se trouvent plusieurs petites mares visitées le 28.9.1983 ainsi qu'à d'autres occasions les années suivantes. Elles doivent leur existence au cavernement du gypse situé sous des restes de Lias, suivi d'un effondrement.

La plus proche du col, appelée mare du Joly, mesure environ 27 m sur 50 et sa profondeur maximum atteint 3.05 m. Ses coordonnées sont : 937.280/096.290/1965. Elle se trouve à une dizaine de mètres du chemin à Jeep menant au col et occupe une dépression résultant de la dissolution du gypse triasique affleurant largement aux alentours, au milieu des cargneules et des dolomies. Le niveau de l'eau a été réhaussé d'environ 1 m par la construction de la route. Elle est entourée de raides pentes herbeuses, sauf vers l'est où se trouve un déversoir fonctionnant aux hautes eaux de fonte des neiges. Une beïne marquée entoure tout le lac. En outre, la zone plus profonde que 2.8 m est très bien délimitée (doline à fond plat). Un limon très fin et clair recouvre le fond, dépourvu de végétation. Le 2.8.87, les températures de surface et du fond valaient respectivement 20.5° et 14.5°, alors que la transparence atteignait 1.1 m. La teinte Forel était de XIII. Les valeurs étaient de 16° et 11° le 28.9.83.

500 m au SE se trouve le lac Sans Nom, ouvert au fond d'une dépression du gypse (coordonnées: 937.650/095.860/2025). Ses dimensions sont de 35 m sur 52 et sa profondeur maximum atteint 2.8 m dans le secteur ouest du lac. Il est entouré de pentes herbeuses. Au sud et au SE, elles se redressent et sont couvertes de vernes. La présence de nombreuses branches et de morceaux de bois sur le fond et jusqu'au centre du lac atteste de la chute de ces vernes, déracinées par la repartition printanière de la neige. Un limon fin recouvre le fond du lac, dont les plantes aquatiques sont absentes. On observe la présence d'une beïne. L'alimentation est diffuse, et le déversoir, au NE, ne fonctionne qu'à la fonte des neiges. Les variations de niveau sont faibles (2 dm). Les températures valaient 15° et 12° (surface et fond) le 28.9.83, et 12° et 9.5° le 2.8.87. Le fond



était visible à cette dernière date, l'exutoire fonctionnait (env. 1 l/mn) et la teinte Forel était de XVI. Une trentaine de mètres à l'ouest se trouve une mare circulaire de 8 m de diamètre et de 2.4 m de profondeur. Son eau vert jade est caractéristique; elle est très minéralisée. C'est à nouveau un entonnoir de dissolution du gypse. On observe du reste d'autres dépressions similaires de quelques dizaines de m² aux alentours, la plus importante étant ovale (8 m sur 10) et ayant 2 m de profondeur. Elle se trouve 80 m au NE du lac Sans Nom. Son niveau est très stable et le fond est recouvert de limon clair. Quant à la mare Verte, (938.100/095.480/2065), située un peu plus au sud, sur le Lias moyen, elle mesure environ 10 m sur 15; elle est entièrement recouverte de plantes aquatiques croissant dans 0.3 m d'eau. Le fond est constitué de plusieurs décimètres de vase gris-beige.

Au SE de l'aiguille de Roselette, au Plan de la Fenêtre, on remarque la présence de nombreuses mares; leur surface ne dépasse pas 100 m² et leur profondeur quelques décimètres.

Pour les plus importants de ces plans d'eau, on trouvera la morphométrie et la physico-chimie aux tables X et Y.

Remarque : la mare des Tappes (940.150/098.700/1475) est artificielle. Ses dimensions sont de 50 m sur 30, et sa profondeur de 1.5 m. Elle a été créée vers 1965, lors de la construction de la gare d'arrivée du télécabine voisin.

Tous ces plans d'eau sont facilement accessibles à partir du col du Joly.

IV. REGION DE MEGEVE

Nous allons rapidement traiter les rares et peu importants plans d'eau du versant sud de la vallée de Mégève. Ils ont été contrôlés à diverses reprises entre 1983 et 1991 et ne semblent pas avoir fait encore l'objet d'études. Géologiquement, ils sont tous situés sur les argilites du Lias supérieur, ou Formation de Dugny, selon Epard (1989).

Située derrière un chalet, la **mare de Sion** (934.110/099.190/1715) a une forme triangulaire de 15 m sur 6. La profondeur d'eau atteint un demi-mètre ; elle recouvre près d'un mètre de vase. Elle doit son origine à une loupe de glissement dans des terrains morainiques, la dépression se remplissant d'eau d'infiltration. Elle est entourée de pentes herbeuses dont les formes témoignent de l'instabilité du sol. Des plantes aquatiques se développent sur les bords. Le niveau de l'eau est stable, l'eau s'échappant au nord en cas de crue.

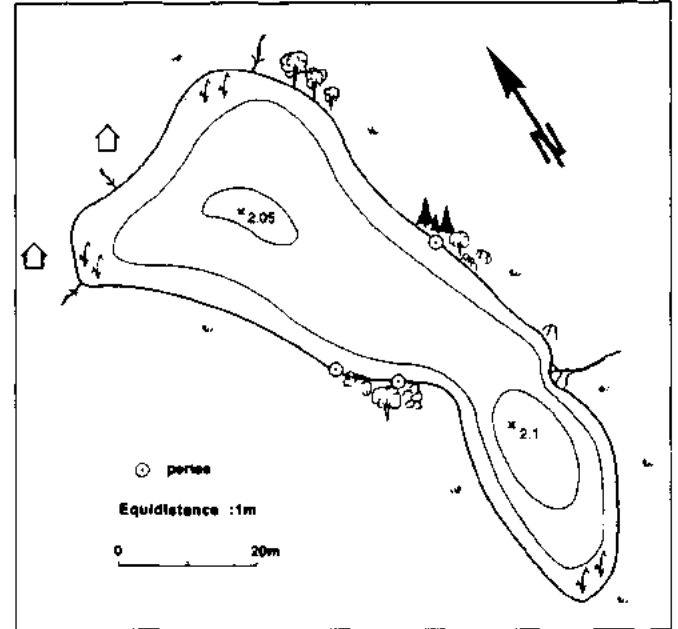
Un peu plus à l'ouest, mais non portée sur les cartes IGN, on trouve la **mare de Véry** (932.380/098.120/1865) dans une dépression ovale de 18 m sur 8. L'eau atteint 0.3 m au maximum et recouvre quelques décimètres de vase. On n'observe pas de plantes aquatiques. L'alimentation est diffuse. Aux hautes eaux, l'eau s'échappe vers l'ouest. Les variations de niveau semblent assez fortes. L'origine de la mare est la même que ci-dessus. On peut noter que 400 m à l'est, derrière le chalet de Véry, devrait se trouver, d'après la carte, une mare qui n'existe pas (ou plus).

Dans la vallée voisine, au NW, se trouve la **mare de Chevan**. Ses coordonnées sont : 930.210/098.850/1765. C'est une petite étendue d'eau de 15 m sur 10, recouverte en grande partie de plantes. Au NW, on peut prendre pied sur une "île flottante" au sud de laquelle une fenêtre d'eau libre, située au centre du lac, indique une profondeur de 1.5 m d'eau recouvrant une forte épaisseur de vase. Les mesures dans la partie sud de la mare donnent 0.4 m d'eau et autant de vase. L'alimentation se fait par infiltrations, et l'exutoire de crue se trouve au SE. Le niveau est assez constant. L'origine du lac est à rechercher dans le glissement rotationnel d'une masse de schistes du Lias supérieur le long d'une faille avec formation d'une cuvette, 150 m au NW, on observe la présence d'un ancien lac bien plus grand, de même origine, mais actuellement comblé.

Sur l'arête NW du Mont Joly, peu avant le Mont Joux, la carte indique la présence d'une mare au col du Christ (coord. 937.330/103.120/1899). Celle-

ci n'existe plus, comblée en 1991 par l'établissement d'une piste de ski, du genre "boulevard", à l'évidence ce comblement a été réalisé sans aucune prise en compte du tamponnement hydraulique qu'assurait cette zone, et des modifications d'écoulement, voire de stabilité que l'on peut attendre.

Lac de Leutaz (931.240/100.400/1315)



Visité plusieurs fois entre 1983 et 1992, ce lac privé se trouve en aval de la mare de Véry. Avant 1964, il présentait de fortes variations de niveau, se vidant par infiltrations. C'est ainsi que durant l'été, il se scindait en 2 nappes d'eau : l'une au nord présentait l'aspect d'un marais envasé que l'on fauchait à l'automne ; la nappe au sud conservait de l'eau en permanence. En 1964 un bulldozer a "nettoyé" le secteur nord et l'a aplani. A l'affluent naturel et faible issu du NE a été adjoint à l'est un affluent artificiel au débit de 2 à 3 l/s, construisant actuellement un petit delta. Dès lors, les dimensions du lac sont restées stables : 94 m sur 43, avec une zone plus étroite et un seuil au centre. Les deux cuvettes originelles sont de profondeur équivalente, environ 2 m. Les fluctuations de niveau sont assez faibles (quelques dm), bien que le lac se vide souterrainement. Une perte se trouve sous des sapins, en rive est ; elle n'est active qu'en hautes eaux. En face, sous un amoncellement de gros blocs, au pied d'un arbre, se trouvent deux autres pertes. En dessous de la route, à une cinquantaine de mètres du lac, on observe deux sources pérennes, séparées d'une soixantaine de mètres. Ce sont les résurgences.

Afin de vérifier ce qui n'était qu'une supposition, un traçage avec 100 gr de fluorescéine a été

effectuée le 16.5.1992. La source sud a exporté la plus grande partie du traceur, mais l'émergence nord en a également présenté. Sa température, plus élevée que l'eau du lac (d'un degré le 12.4.92), montre qu'elle reçoit en outre des eaux souterraines issues d'ailleurs.

La transparence est assez bonne, laissant en général voir le fond recouvert de limon et de plantes, mais aussi de débris divers (boîtes, tôles, blocs de béton, etc). Des plantes aquatiques recouvrent les angles nord et sud du lac.

L'origine du lac semble être glaciaire, retenu par un vallum. Cependant, les terrains étant très mobiles dans le secteur, il pourrait aussi être dû à une dépression dans des glissements.

Lors d'une visite le 22.8.87, la température de surface était de 16.5° et celle du fond de 15.5°. Le débit total des affluents était de 5 l/s. Le disque n'était visible qu'à 1.1 m, alors que la profondeur maximum était de 1.8 m (mais 2.1 m le 18.6.83). La teinte Forel était de XI. Le 12.12.91, le lac était recouvert de 15 cm de glace transparente, laissant voir le fond en tout point. Le débit total des affluents était alors de 2 l/s, et la perte ouest était la plus active.

La morphométrie et l'analyse de l'eau se trouvent aux tables X et Y.

A 600 m au NE du lac de Leutaz se trouve la **mare de "Sous-le Roc"** de coordonnées : 931.700/100.810/1495. Il s'agit d'un marais circulaire de 40 m de diamètre dans une cuvette du Lias calcaire, sans écoulement ni alimentation visibles. On a 0.7 m d'eau au maximum. Il s'assèche en été et est alors fauché.

A l'ouest du lac de Leutaz et à 250 m de la frontière entre la Haute-Savoie et la Savoie se trouve le petit **lac des Evettes** (928.580/099.960/1330). De forme allongée (50 m sur 20), il est situé entre deux levées de Lias calcaire en place. Les 4/5 du lac sont recouverts d'"îles flottantes", entre lesquelles la profondeur atteint 1 m. Alimentation et pertes se font par infiltrations. Il y a plusieurs dm de vase. L'eau est très brune (Forel : XXI). On observe de nombreux anciens petits plans d'eau aux alentours, sur des paquets de schistes imperméables glissés.

Finalement, sur le versant nord cette fois de la vallée de Mégève et sur les premiers contreforts de la chaîne des Aravis, on trouve la **mare des Salles** (930.700/106.240/1615). Elle est ovale, 30 m sur 25, et a 1 m de profondeur, avec quelques déci-

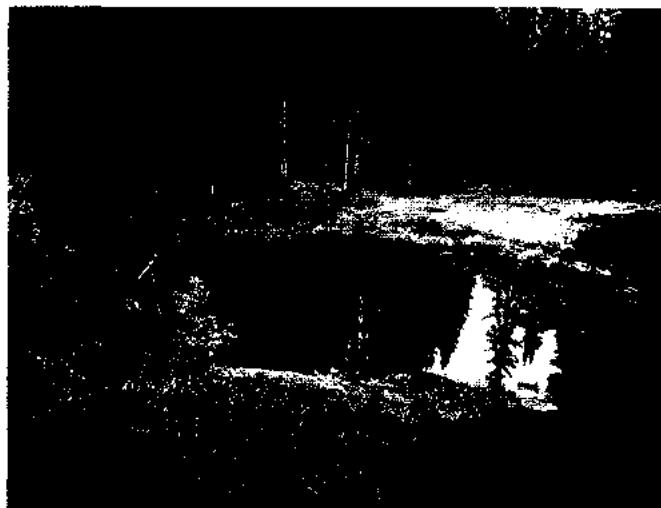
mètres de vase. Des "îles flottantes" sont accrochées sur son pourtour. Alimentée d'une manière diffuse et se vidant par infiltrations, la cuvette est excavée dans des schistes glissés du Lias supérieur. On peut relever que les terrains remaniés par les travaux pour l'établissement du télésiège des Salles, qui passe droit au-dessus de la mare, l'ont en partie envasée.

Lors de grosses crues, plus d'un demi-mètre, l'exutoire est aérien. La teinte Forel est de XXI, ce qui démontre la richesse de l'eau en composés organiques.

Tous ces plans d'eau sont facilement accessibles à partir de la vallée de Mégève.



Col du Joly



Mare des Salles

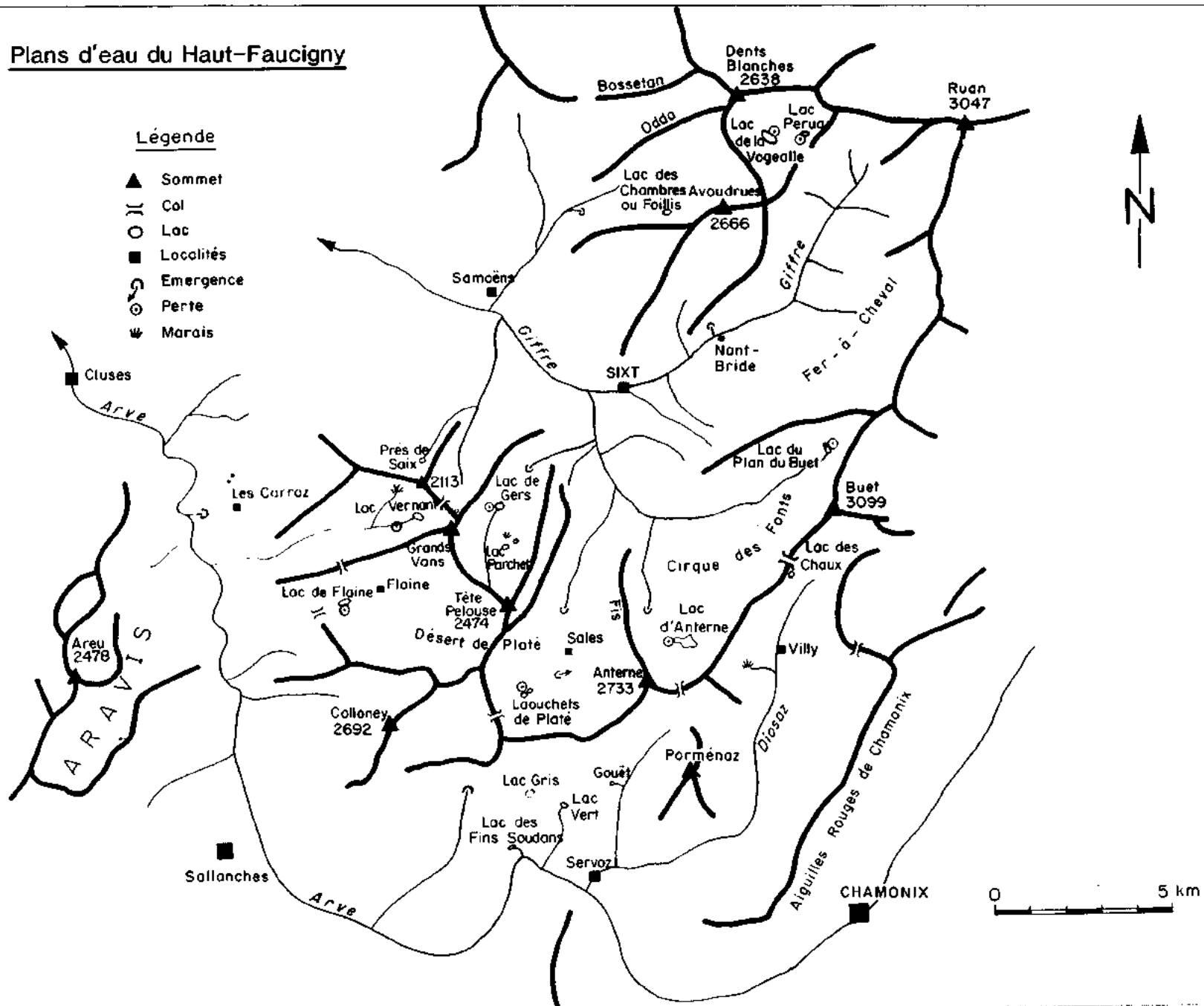
SECTEUR

HAUT-FAUCIGNY

Plans d'eau du Haut-Faucigny

Légende

- ▲ Sommet
- || Col
- Lac
- Localités
- ⊕ Emergence
- ⊖ Perte
- ☞ Marais



C) HAUT - FAUCIGNY

1. INTRODUCTION

La région que nous allons décrire, appelée aussi Hautes Alpes calcaires, constitue l'un des éléments attribués structurellement aux chaînes subalpines de Haute-Savoie et stratigraphiquement au domaine delphino-helvétique. Elle est géographiquement très bien délimitée. A l'ouest et au sud, c'est le profond sillon de la vallée de l'Arve qui la sépare du massif des Bornes, de la chaîne des Aravis et du massif du Mont-Blanc. Au sud-est, le massif cristallin des Aiguilles Rouges de Chamonix forme une limite naturelle, alors qu'à l'est, c'est la frontière franco-suisse qui la sépare du reste de la nappe de Morcles, en territoire helvétique. Au nord enfin, elle s'achève au front des Préalpes, où l'on a contact discordant avec d'autres unités comme la nappe de la Brèche. La surface qui nous concerne s'étend ainsi sur environ 300 km², les altitudes étant comprises entre 500 et 3100 m.

Du point de vue géologique, c'est le domaine delphino-helvétique ; le secteur nord-ouest constitue l'autochtone de Cluses, alors que la partie sud-ouest appartient encore à la nappe de Morcles ; elle est elle-même recouverte d'unités charriées comme l'Ultraselvétique, dont il ne reste que des lambeaux. Le terme supérieur de la série delphino-helvétique est constitué par le Flysch, dépôt détritique aux faciès variés, et d'âge tertiaire. La base de notre domaine est constituée par les grès du Trias dont le contact avec le cristallin est en général discordant.

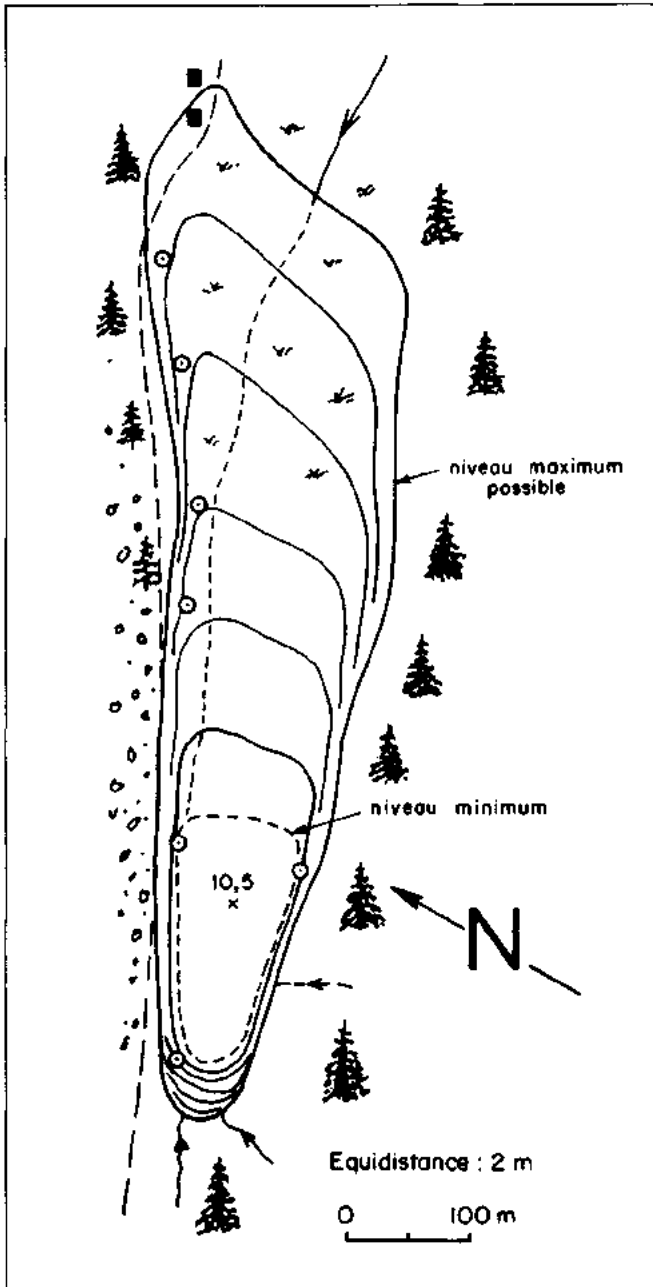
De nombreux travaux sur la géologie et la tectonique régionales ont été effectués, mais les articles les plus complets sont dûs à Collet (1910), Debelmas et Uselle (1966), et Pairis (1975). En ce qui concerne l'hydrogéologie des Hautes Alpes calcaires, c'est Maire (1976) qui, le premier, en a tracé les grandes lignes dans un important ouvrage. D'autres auteurs, comme G. Favre (1976) et Sesiano (1985), ont étudié des secteurs plus particuliers.

2. MORPHOMETRIE, PHYSICO-CHIMIE ET BATHYMETRIE

Les divers plans d'eau de l'inventaire vont être présentés du nord au sud et d'ouest en est, d'abord dans le secteur de Platé et ses bordures, puis dans le massif du Haut-Giffre et enfin dans la région du Buet. Ils ont été situés sur une carte de la région (carte III) . Plusieurs d'entre eux ayant des émissaires souterrains, de nombreux traçages ont été faits. Il n'y sera que brièvement fait allusion, le lecteur intéressé pouvant se référer aux articles plus spécialisés les concernant.

Pour les lacs dont le niveau fluctue très largement, pouvant même amener à une vidange complète, des nivellements au théodolite ont été effectués. Les dimensions extrêmes ont été mesurées au topofil. L'amplitude maximum des variations a ainsi pu être déterminée, ainsi que la forme de la cuvette et l'emplacement des exutoires. Des cartes bathymétriques ne seront données que pour les lacs les plus importants. Elles ont presque toujours été établies pour des situations de hautes eaux, mais les situations d'étiage, lorsqu'elles sont très différentes, y ont été indiquées. Un tableau récapitulatif rassemblera les principaux paramètres morphométriques et physico-chimiques (tables X et Y).

Pour ces derniers, nous sommes conscients de leur variabilité dans le temps. Cependant, il est intéressant d'avoir une idée de leur ordre de grandeur, plutôt qu'aucune valeur du tout. Certains aspects historiques ou anecdotiques des lacs n'ont pas été négligés, car ils peuvent apporter des informations intéressantes. Finalement, relevons que les plans d'eau sont situés à l'aide des coordonnées Lambert.



a) Situation et origine géologique

Le lac de Flaine est situé dans la partie NW du Désert de Platé, vaste anticlinal de calcaires du Nummulitique, du Crétacé supérieur et de l'Urgonien, fortement lapiazés, appartenant à la nappe de Morcles. En certains endroits, cette voûte est encore recouverte de sa carapace de Flysch, dont les grès de Taveyannes sont une série détritique fameuse, ainsi que par l'Ultrasch. Dans la région qui nous concerne, au voisinage du lac de Flaine, on n'observe que des affleurements de Mésozoïque.

Très tôt, ce lac a attiré l'attention des géologues. H.B. de Saussure (1779), dans le tome I de son

célèbre ouvrage "Voyages dans les Alpes", visite ce lac en 1764 et estime que le site est "une romanesque retraite pour les Fées", une allusion à ce qu'était l'environnement sauvage et solitaire du lac. Quant à Beaumont (1802), il ne mentionne qu'un "charmant petit lac". Emile Chaix, à la fin du siècle passé, fait un travail considérable de topographie et de géomorphologie sur le Désert de Platé (Chaix, 1893 ; 1894). Il nous donne une brève description du lac et de son hydrologie, sans se prononcer sur ses origines, disant simplement qu'il occupe "le fond d'une fissure de 3000 m de longueur, 300 m de largeur et au moins 200 m de profondeur, entourée de magnifiques escarpements d'Urgonien et de Néocomien, et orientée dans le sens est-ouest". A. Delebecque, dans son ouvrage "Les lacs français" (1898), reprend les observations de Chaix. Quant à H. Douxam (1902), il passe en revue les divers lacs du Désert de Platé dans le cadre d'une étude des phénomènes glaciaires et postglaciaires ayant affecté cette région. C'est ainsi qu'il attribue l'origine du vallon de Flaine à "un effondrement provoqué par les infiltrations des eaux dans les roches calcaires qui l'entourent". Ce serait donc un lac d'effondrement. L.W. Collet (1910), dans une magistrale étude des Hautes Alpes calcaires entre Arve et Rhône, fait allusion au lac de Flaine et pour la première fois, y voit l'empreinte de l'action glaciaire (surcreusement), précédant une dissolution karstique. L'emplacement de ce travail a été favorisé par la présence du pli-faîlle de la Colonnaz (hameau 2 km au NW du lac et à l'altitude de 1150 m) qui a fait éclater la carapace urgonienne. Les traces du passage du glacier ont été observées par Collet sur la roche en place du col formant la contre-pente de l'extrémité occidentale du vallon (roche polie et striée, sur le sentier, au col de Cou, à 1501 m).

Dans son ouvrage classique sur les lacs (Collet 1925), le même auteur s'étend un peu plus sur la cuvette du lac de Flaine et l'assimile même à un poljé. Pour lui, le glacier de Platé, dont l'alimentation se faisait au voisinage de la Tête Pelouse et des Grandes Platières, à 2500 m d'altitude environ occupait alors le cirque de Flaine. Il a abandonné de la moraine de fond entre le lac de Flaine et les chalets homonymes, sur un autre replat à 1520 m d'altitude, et une belle moraine latérale vers 1800 m, à l'est des chalets d'Aujon.

En outre, du comblement glaciaire à éléments locaux se retrouve dans presque toutes les grottes s'ouvrant dans les parois urgoniennes dominant le lac. R. Perret, dans son ouvrage sur l'évolution morphologique du Faucigny (1931), parle du vallon de Flaine, suspendu au-dessus de la vallée de l'Arve, et se rallie aux observations de Chaix.

Mentionnant les traces glaciaires sur le verrou du vallon de Flaine, il inverse les processus avancés par Collet : il parle d'érosion karstique préglaciaire, puis d'érosion glaciaire avec formation d'un poljé.

On trouve du reste la même tendance dans un article de Bourgin (1947). Dussart (1954) fait brièvement allusion au lac de Flaine. Finalement, R. Maire, dans un ouvrage monumental consacré aux karsts des Hautes Alpes calcaires (1976), le mentionne rapidement. Il estime à 84 mètres au minimum le surcreusement glaciaire (lac à 1416 m et col de Cou à 1501 m), car on ignore l'épaisseur des alluvions dans le vallon. Il s'agit pour lui d'un poljé lacustre où les rôles respectifs de la dissolution sous-glaciaire et nivale sont difficiles à séparer de l'abrasion mécanique du glacier. Durant le Quaternaire, le travail global d'érosion, selon Maire, peut être attribué pour 60 % aux actions mécaniques, et pour 40 % à la karstification, dont le rôle a dû être intermittent. On voit que ce point de vue est intermédiaire entre ceux de Collet et de Perret. En effet, les deux processus ont joué alternativement selon qu'un glacier était présent ou non. L'action karstique a dû être néanmoins prépondérante dès l'ultime disparition du glacier de la cuvette de Flaine, il y a environ 12.000 ans (Sesiano, 1987).

b) Hydrogéologie

Le lac occupe le fond d'une vaste cuvette dont les dimensions ont été données plus haut ; il n'a pas d'écoulement visible. D'après Chaix (1893; 1894), le lac ne semble jamais s'être élevé jusqu'au niveau du seuil aval (col de Cou), 80 m au-dessus du lac. Mais il a été jadis plus haut qu'aujourd'hui, d'une vingtaine de mètres, alors que les émissaires souterrains n'étaient pas à même d'évacuer rapidement les excédents d'eau, ou qu'ils étaient situés plus haut (Sesiano, 1987). Le lac occupait alors l'espace où s'élèvent les chalets de la Plaine du Lac: c'est un vaste plan typique de fond de lac exondé, de 1200 m de longueur, de 200 à 300 m de largeur, incliné d'environ 2 % vers l'ouest, et parfaitement horizontal dans l'autre direction. Présentement, le lac se cantonne à l'extrémité de cette plaine, variant énormément de surface et de profondeur au gré des saisons. Un nivellement effectué en septembre 1985 et des mesures du lac en crue (26.5.1986) nous ont montré que la profondeur maximum atteignait 10.5 m aux plus hautes eaux, lorsque le lac baigne les premiers chalets de la Plaine du Lac, à l'est (en mai, normalement). Aux étiages d'automne et d'hiver, la profondeur n'atteint que 75 cm au maximum. Le 7.2.90, nous avons même

trouvé une couche de 70 cm de glace reposant directement sur la vase.

La profondeur donnée par Coupé et al. (1982), 4 m au maximum, est donc erronée.

Le lac est alimenté en trois points principalement. A l'ouest, il reçoit deux petits ruisseaux circulant sur des éboulis; ils proviennent des environs du col de Cou et sont pérennes, bien qu'ayant un débit très variable (1 l/s au minimum). Au sud, un affluent provenant du plateau d'Aujon est visible dans une grotte au pied des parois d'Urgonien, puis il disparaît dans les talus d'éboulis entourant le lac de ce côté ; on l'entend plus qu'on ne le voit atteindre le lac. Il y coule toujours un peu d'eau. A l'est enfin, un cours d'eau à débit très variable provient de la STEP de la station de ski de Flaine. Il franchit dans une gorge une petite paroi avant de rejoindre par une cascade la Plaine du Lac ; il est à sec en automne, mais il peut avoir un débit de plus de 300 l/s à la fonte des neiges ou lors d'abondantes précipitations. Lorsque son débit est faible, quelques l/s, il se perd dans son lit, bien avant d'atteindre le lac. Suite à ses crues toujours plus pointues (imperméabilisation de plus en plus marquée de son bassin-versant avec le développement de la station de Flaine), son lit à travers la Plaine du lac s'est encaissé de plusieurs mètres entre 1985 et 1990, et le phénomène continue. De plus, les amplitudes de variation du niveau du lac sont de plus en plus fortes. Près des chalets de la Plaine du lac sourdent plusieurs sources qui rendent le sol marécageux. Au total, on peut estimer qu'en temps normal, le lac reçoit une vingtaine de l/s. Les émissaires sont souterrains et localisés sur les deux rives du lac, ainsi qu'en direction des chalets ; il s'agit soit de grosses infiltrations entre les pierres des éboulis entourant le lac au sud et au nord (elles sont réparables en basses eaux), soit de véritables entonnoirs qui se sont ouverts récemment dans les sédiments de la plaine alluviale. A l'étiage, il n'y a plus que la perte en rive sud qui fonctionne (débit d'étiage : 1 à 3 l/s).

Quant à la résurgence des eaux, elle semble presque faire l'unanimité. Pour de Saussure (1779), il s'agit des belles sources que l'on rencontre 1 km au nord de Magland, dans la vallée de l'Arve, et 5 km à vol d'oiseau du lac. Douxami (1902) va dans le même sens, mais il pense que les eaux des sources de la Colonnaz (1150 m), à l'ouest du col de Cou, sont également issues du lac. Bourgin (1947) pense que les eaux du lac émergent sous le col de Cou, à l'altitude de 1400 m, après avoir suivi un hypothétique sillon sous-glaciaire au travers de l'Hauterivien, oblitéré maintenant par la terre et les éboulis. Une visite sur le terrain ne nous a pas permis de constater le moindre point en faveur de

cette hypothèse. De plus, il n'y a pas de sources à part celles de la Colonnaz. Maire (1976) pense que l'émergence a lieu près de Magland, à l'altitude de 503 m.

Pour prouver le passage des eaux vers Magland, Chaix, Pittard, Grisel et Le Royer tentent le 5 juillet 1897 une coloration à l'uranine dans une perte du lac; c'est un échec, la sortie du colorant (ou la trop faible quantité injectée) n'ayant pas été détectée (Chaix, 1898). Il ne semble pas que d'autres essais aient été faits.

A la suite des basses eaux de l'automne 1983, les zones des pertes ont pu être localisées. C'est ainsi que nous avons pu effectuer un traçage à la fluorescéine en octobre (situation d'étiage), ainsi qu'un second en juin 1985 (situation de crue). Les eaux sont effectivement ressorties teintées à Magland, une douzaine d'heures plus tard. Comme nous l'avons expliqué ailleurs (Sesiano, 1985), ce sont également les eaux de toute la région comprise entre Arâches, 6 km au NW du lac de Flaine, et les Grandes Platières (2480 m), point culminant du Désert de Platé, qui sont drainées par ces émergences. D'autres traçages effectués aux diverses pertes et à divers moments en 1990, et ceci afin de prouver l'absence de contaminations bactériennes au captage du Luth, village de la vallée de l'Arve, par les eaux du lac de Flaine, ont confirmé nos premières observations: les sources de Magland sont les seuls points de sortie des eaux du lac de Flaine.

La zone des pertes étant localisée sur les bords du lac, celui-ci ne peut se vider complètement; il reste toujours un peu moins d'un mètre d'eau au centre de la cuvette. La transparence des eaux est très variable, mais elle reste toujours faible car l'eau est le plus souvent turbide, sauf en automne où la profondeur étant presque nulle, le fond devient visible.

Un limon fin gris-beige recouvre toute la cuvette. Son épaisseur atteint plus de 2 mètres et elle croît d'année en année à cause de l'érosion rapide affectant la Plaine du Lac et le bassin-versant, perturbé par l'impact humain. On observe un peu de végétation aquatique aux points les plus profonds de la cuvette, et des plaques d'algues recouvrant à l'étiage les extrémités du plan d'eau: il est dans un état eutrophe avancé, et il le restera tant que la STEP de Flaine ne sera pas plus performante. On peut enfin relever qu'une étude effectuée par J. Buisson (1989) pour le Comité scientifique des Réserves Naturelles de Haute-Savoie, a montré que toutes les émergences importantes du domaine de Platé sont bactériolo-

giquement contaminées par le développement touristique de cette région.

c) Paramètre du lac

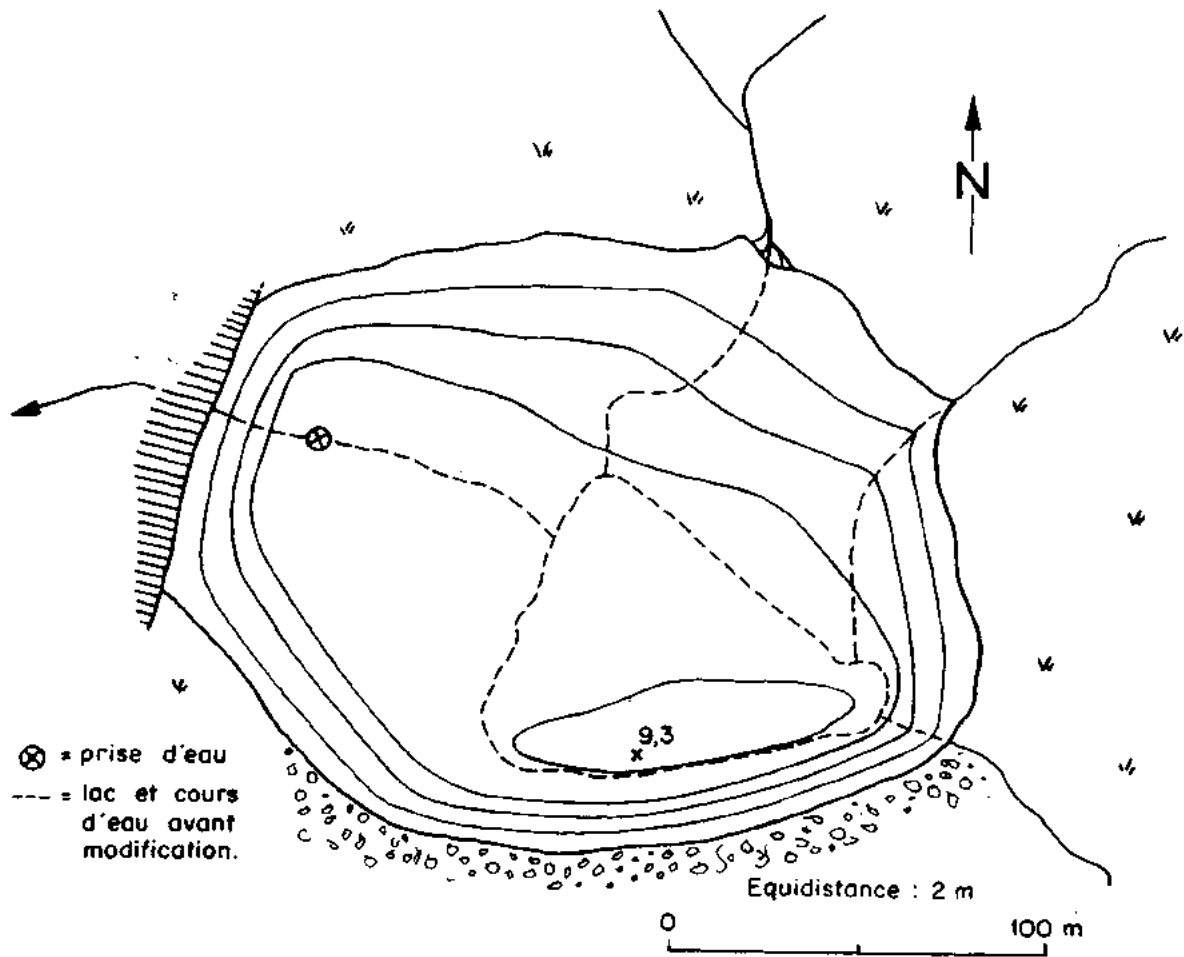
Les chiffres variant très fortement au gré des saisons, nous avons donné entre parenthèses les valeurs minimum après les valeurs maximum.

| | | |
|-----------------------|------------------------|------------|
| Largeur : | 200 m | (100) |
| Longueur : | 830 m | (200) |
| Surface : | 120.000 m ² | (15.000) |
| Profondeur : | 10.5 m | (0.75) |
| Prof. moyenne : | 5.1 m | (0.3) |
| Volume : | 630.000 m ³ | (5500) |
| Creux : | 0.030 | (0.007) |
| Fluctuations : | env. 10 m. | |
| Surface b.-v. : | 15.5 km ² | |
| Surface lac/b.-v. : | 0.08% | (0.01) |
| Débit des affluents : | 350 l/s | (3) |
| Transparence : | 1 m | (26.05.86) |
| | 1.3 m | (29.06.87) |
| Forel : | VIII | (29.06.87) |
| Temps de renouv. : | env. 9 j. | |
| Tsurf = Tfond | 4° | (13.10.83) |
| Tsurf : | 13.5° | (26.05.86) |
| | 13° | (29.06.87) |
| Tfond : | 4.5° | (26.05.86) |
| | 7° | (29.06.87) |

La morphométrie et la physico-chimie de l'eau se trouvent aux tables X et Y.

Remarque : Dans l'estimation de la surface du bassin-versant, nous n'avons pris en ligne de compte que les surfaces recouvertes de terrains imperméables; les eaux qui tombent sur les lapiés Nummulitiques s'infiltrent immédiatement (faible évaporation, ruissellement quasi-inexistant).

Accès : à partir de la vallée de l'Arve, par les Carroz et Arâches, en suivant une excellente route, puis en un quart d'heure à pied des bas de Flaine



a) Situation géologique et origine

Le lac Vernant se trouve à l'altitude de 1838 m sur le versant occidental du massif de Platé, au fond d'une combe excavée dans les Flysch de la nappe de Morcles, plus particulièrement dans les grès de Taveyannes. Ce cirque, d'origine typiquement glaciaire, est recouvert dans sa partie inférieure de matériaux morainiques abandonnés par un appareil qui l'occupait encore il y a environ 12.000 ans. Le lac Vernant originel, car il a subi de profondes modifications, était retenu derrière la moraine frontale de ce glacier (Favre, 1867, § 412 ; Douxami, 1902 ; Collet, 1910). Un éboulis atteint la rive sud du lac ; ailleurs, il est entouré de pentes herbeuses.

b) Hydrogéologie

Le lac originel, de forme triangulaire, avait une surface totale d'environ 5000 m² et une profondeur maximum d'environ 2.5 m. De plus, une surface de 2 000 m² en aval était envahie de plantes aquatiques. C'est sans doute pourquoi Beaumont

(1802, II/2, p. 196) le qualifiait de "marais très profond" ! Le vallum morainique dominait le plan d'eau, dont l'altitude était de 1831 m, de 7 à 8 mètres. L'émissaire serpentait à travers la végétation aquatique et franchissait, après un parcours d'une centaine de mètres, le vallum par une profonde entaille. On était donc en présence d'un lac moribond, dans une cuvette en voie de comblement et de colonisation par la végétation.

En 1972, des travaux furent entrepris pour accroître le volume du plan d'eau: il fallait être en mesure d'assurer l'alimentation en eau des touristes et des canons à neige de la station de ski de Flaine, 3 km au SE. Une digue de 7 mètres fut alors édifiée, prenant appui contre le vallum morainique. Une tour-déversoir fut implantée dans le lit de l'ancien émissaire. La mise en eau de ce système de retenue fit passer la surface à près de 3 ha, la profondeur maximum à environ 8 m et le volume à 102.000 m³. Le lac avait alors sensiblement retrouvé la physiologie qu'il avait sans doute juste après la disparition du glacier, avant que le barrage morainique

ne soit scié. En 1980, un réhaussement supplémentaire de la digue de 1.20 m fut décidé, portant la profondeur maximale à 9.3 m et le volume d'eau à environ 130.000 m³. Ce sont les paramètres actuels (comm. orale de M. Lyard, ingénieur à Flaine ayant dirigé les travaux).

Lors de la première vidange totale de 1986 (17-21 juin), le lac originel est apparu, relativement peu envasé ; sa profondeur maximum n'était plus alors que d'environ 2.20 m.

Trois affluents alimentent normalement le lac, le débit total étant voisin de 10 l/s en moyenne; cependant, à la fonte des neiges, il atteint 50 à 100 l/s. Le trop-plein s'échappe par la tour-déversoir pour réapparaître au bas de la digue. Les variations de niveau sont donc négligeables (0.1 m). La transparence de l'eau est variable, passant de 3 m (21.10.82) à 5.5 m (13.10.83), selon la proximité des dernières précipitations (eau plus ou moins turbide). On peut mentionner qu'un kilomètre en aval du lac, les eaux de l'émissaire se perdent à l'étiage totalement dans le lit même du torrent, au passage entre les grès de Taveyannes et les couches sous-jacentes du calcaire Nummulitique ; en période de crue, une partie des eaux atteint la vallée de l'Arve (fraction aérienne). Un traçage a montré que l'émergence de la fraction souterraine des eaux se situait à proximité de Magland, dans la vallée de l'Arve (Sesiano, 1985).

c) Paramètres du lac

Les valeurs données sont les paramètres actuels (1987).

| | |
|---------------------------------|---|
| Largeur max. : | 160 m |
| Longueur max. : | 220 m |
| Surface : | 28.800 m ² |
| Profondeur max. : | 9.3 m |
| Profondeur moyenne : | 4.6 m |
| Volume : | 130.200 m ³ |
| Creux : | 0.055 |
| Fluctuations : | 0.1 m |
| Surface b.-v. : | 112.5 ha |
| Surface lac/surf. b.-v. : | 2.6 % |
| Affluents (débit moyen total) : | 10 l/s |
| Transparence : | 5.5 m (13.10.83) 3m(29.6.87 et 21.10.82) |
| Forel : | VI |
| Temps de renouvellement : | 150 j |
| Tsurf : | 9.5° (13.10.83) 7.5° (29.6.87) |
| Tfond : | 8.5° (13.10.83) 5° (29.6.87) |

Les paramètres morphométriques du lac sont donnés à la table X, l'analyse physico-chimique de l'eau à la table Y.

Accès : par la route des Carroz à Flaine, puis en quelques minutes à pied.

Autres petits plans d'eau de la région

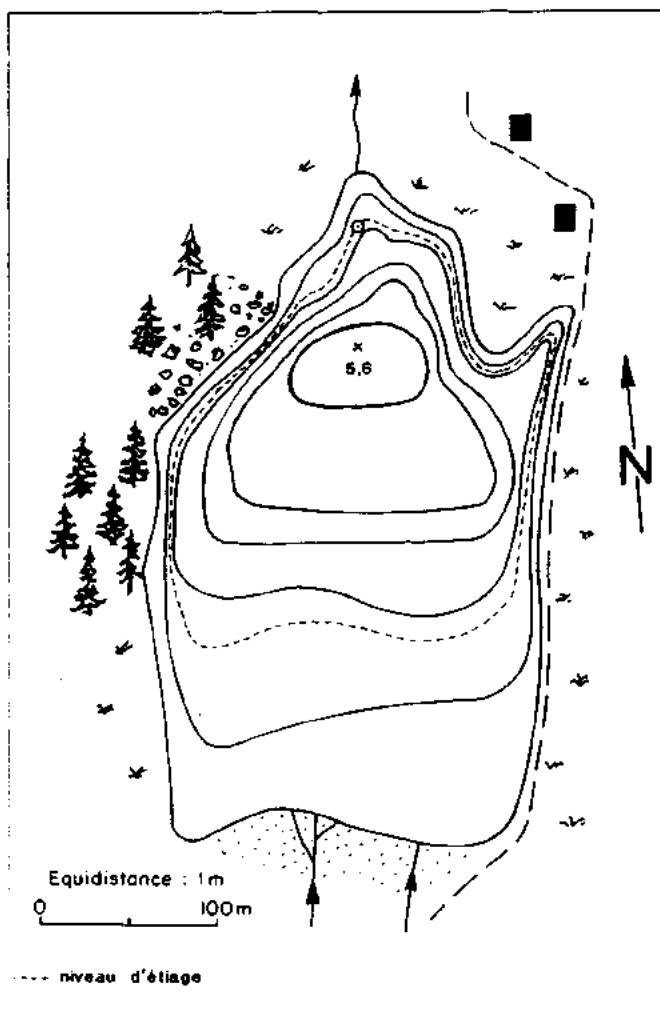
Au col Vernant (938.250/123.450/1965), on observe une petite gouille de 8 m sur 5 et de 0.3 m de profondeur ; son fond se compose de quelques décimètres de vase ; elle peut disparaître en fin de saison. 250 mètres au sud du même col, une mare temporaire est située sur un replat de terrain. Elle a environ 100 m² et jusqu'à 1 m de profondeur. Elle peut s'assécher. A 1.5 km au nord du lac Vernant, sur le versant du Giffre, une dépression du terrain, logée derrière un bourrelet morainique et autrefois marécageuse (ancien lac), a été agrandie en 1965 : c'est le lac des Gouilles Rouges (937.950/124.560/1785). Sa surface est d'environ un ha et sa profondeur de 5 m au maximum (devant le déversoir).

A 1.5 km au NW du lac Vernant, le vallon de l'Airon présente une vaste surface marécageuse (936.300/123.750/1765). Il s'agit d'un ancien lac retenu par une moraine et actuellement comblé. A la fonte des neiges, cet espace peut être en partie recouvert de quelques décimètres d'eau.

On observe sur un épaulement rocheux et herbeux dominant le lac de Gers, entre le col Vernant et les Grands Vans, plusieurs mares de quelques dizaines de m² et de quelques décimètres de profondeur (situation : 938.880/123.070; 2090). Le fond est recouvert de vase, mais il est dépourvu de végétation. Elles peuvent s'assécher lors de périodes sèches prolongées.

Finalement, on peut mentionner la mare de Lays (932.600/123.850/1070), située entre Arâches et les Carroz. Il s'agit d'un petit plan d'eau de 40 m sur 20 et de 0.2 m de profondeur, surmontant environ 1 m de vase. La mare est couverte de végétation aquatique et est entourée de forêt. Elle est logée dans une dépression de terrain. On observe à proximité de belles roches polies par les glaciers. Relevons la présence antérieure, 180 m au NNW d'une mare similaire qui a disparu, comblée pour laisser la place à un terrain de camping.

LAC DE GERS (939.900/123.500/1537)



a) Situation et origine géologique

Situé à 1533 m d'altitude dans la partie est du Désert de Platé, le lac de Gers s'étend dans une profonde combe dominée par les parois de la puissante série du Flysch de la nappe de Morcles. Les affleurements observés à l'est et à l'ouest du lac sont des grès de Taveyannes à faciès métamorphique (Martini, 1968). Au fond de la combe, au sud, on observe des schistes marno-micacés de la même série. Vers l'aval, un seuil massif de calcaire Pralabonien, lapiazé en surface, forme un verrou à l'entrée du vallon ; il est scié par une étroite gorge de raccordement. Le vallon est suspendu au-dessus de la vallée du Giffre. La cuvette du lac de Gers est remplie d'alluvions torrentielles et glaciaires : un sondage sismique pour l'implantation éventuelle d'un barrage EDF, le 29 septembre 1982, puis un carottage en octobre 1983 ont trouvé une épaisseur de 60 m de sédiments à l'amont du lac, reposant sur la roche en place (une calcilutite marneuse à la faune proche des Globigérines de l'Oligocène basal-déterm. P. Kandler, U. Genève), très diaclasée et altérée.

La tectonique locale est assez complexe, et de nombreuses fractures affectent le Flysch et, dans une moindre mesure, le substratum ; cela semble dû à un effet secondaire du charriage de l'Ultrahelvétique sur le Flysch (Martini, 1968). Parmi les accidents importants, on peut relever le décrochement Déchargeux-Gers, faille d'orientation N145°, 1500 m au NE du lac. Elle a abaissé d'environ 200 mètres le compartiment NE, si bien que les schistes à Globigérines du Tertiaire sont en contact avec l'Urgonien. Le compartiment SW (sur lequel se situe le lac) a quant à lui été affecté par un pli dans l'Urgonien, avec déplacement sénestre (Parris, 1975).

De fréquentes masses glissées de grès de Taveyannes s'observent dans le haut de la combe et sur son flanc droit. C'est sans doute la raison pour laquelle Delebecque (1898) a attribué l'origine du lac à un barrage formé par un éboulement, de même que Coupé et al. (1982). Mais Douxami (1902) n'y voit que l'empreinte glaciaire, pensant que le lac est retenu par un barrage morainique. Collet (1910) a des vues semblables ainsi que Maire (1976). Les visites faites sur le terrain nous font pencher plutôt pour un glissement de terrain dans le Flysch ; il est issu de la rive droite du vallon de Gers, et la niche d'arrachement est encore visible. C'est également l'avis de l'hydrogéologue F. Cote-Rey (comm. orale) et de Parris (1975). Un peu plus en aval, c'est un vaste cône d'éboulis et de déjection qui vient, sur l'autre versant, compléter le barrage. Sur ces dépôts se sont édifiés les chalets supérieurs de Gers, dominant le lac d'une dizaine de mètres. Quant à l'origine de la cuvette, actuellement en partie comblée d'alluvions fluvioglaciaires, en amont du verrou, il semble qu'elle soit d'origine glaciaire (surcreusement d'environ 40 m, sondage EDF), car les calcaires marneux de l'Oligocène qui en forment le fond, ne présentent pas un faciès favorable à la karstification.

b) Hydrogéologie

Un petit torrent à débit très variable (de quelques litres à plusieurs centaines de litres/s) alimente le lac. Il n'occupe son lit qu'à la fonte des neiges ou après d'abondantes précipitations ; le reste du temps, il s'écoule au travers des alluvions d'un vaste delta. Comme on le voit sur la carte bathymétrique établie à partir d'une soixantaine de points de mesures, la cuvette présente une pente douce et régulière. Le lac se comble progressivement, et il ne sera bientôt plus qu'un souvenir, surtout si l'EDF édifie sur le verrou du vallon de Gers le barrage qui y était projeté dès après la dernière guerre déjà (Maire, 1986).

Quant à l'exutoire du lac, il est aérien lorsque celui-ci présente de hautes eaux (mai à juillet). C'est une entaille de quelques mètres de profondeur au travers du barrage de matériaux glissés. En période d'étiage, un émissaire souterrain seul fonctionne. Il est situé en rive gauche, à quelques mètres de l'extrémité nord du lac. L'eau disparaît dans un petit orifice entre des cailloux. Un sondage sismique a donné à cet endroit une épaisseur d'environ 70 m de sédiments. Les habitants des chalets ont tenté, sans grand succès, de l'obturer par du béton afin d'éviter que le lac, qui est un site touristique, ne se vide trop rapidement. Ce double mode de vidange du lac est responsable de ses larges variations de niveau, comme nous l'avons constaté lors de visites le 4 juillet et le 29 septembre 1982. La différence de niveau atteignait près de 2 mètres. A cette dernière date du reste, seul l'exutoire souterrain fonctionnait. En décembre 1986, novembre 1987 et 1988, la profondeur maximum du lac atteignait 3.6 m et le plan d'eau (gelé) était un peu plus bas que les pertes. Il semble bien que cela soit alors le niveau d'étiage.

Afin de localiser le point de sortie des eaux, deux traçages ont été tentés, l'un par EDF (3.5 kg de rhodamine B placée le 1.8.84 à la perte (comm. orale Cote-Rey)), et l'autre par nous (0.5 kg de fluorescéine injectée à la perte le 11.8.84), mais sans succès dans les deux cas. L'émergence qui sourd dans le lit du torrent, 650 m en aval du lac (altitude 1505 m) n'a pas été colorée. Une autre émergence, à côté d'une ancienne scierie (alt. 1485 m) en aval, au niveau du Priabonien (verrou), n'a pas été teintée non plus.

Nous avons fait un troisième traçage le 27 mai 1985, alors que le lac était encore partiellement recouvert de glace et l'émissaire aérien déjà actif ; celui-ci a été suivi d'un traçage par EDF trois semaines plus tard. Des points de prélèvements ont été établis aux émergences de Magland, en aval du lac de Gers et dans la vallée du Giffre. Les deux traçages ont été négatifs.

Enfin, toujours par nos soins, un ultime traçage a été tenté le 16 août 1987, avec l'injection de 3 kg de fluorescéine à la perte (débit quelques l/s). Une surveillance de longue durée fut établie à la source de la scierie à Gers, dans le Giffre à Samoëns, aux émergences du Pont et du Vivier à Magland. Moins de deux semaines plus tard, le premier de ces points montrait du colorant, et cela jusqu'à la fin octobre; par voie de conséquence, le Giffre également, quoique moins fortement (dilution). Dans le même laps de temps, le traceur était détecté au Vivier (qui n'avait pas ou trop brièvement été surveillé auparavant). Cette

observation confirmait les mesures de la radioactivité de l'eau du Vivier, suite aux retombées de Tchernobyl (avril 86), montrant une inertie du système d'environ deux semaines (Sesiano, 1986c). Enfin, l'émergence du Pont était également impliquée, mais cela sans doute à la suite d'un traçage parasite effectué le 15 septembre sous les Carroz. Ainsi, il semble que les eaux du lac, après avoir gagné la nappe sise sous le lac de Gers, dans les alluvions, résurgent non seulement un peu en aval à la scierie, mais encore, grâce au plancher fissuré de la cuvette, à l'émergence du Vivier, à l'entrée de Magland, avec un temps de transit de deux semaines environ.

Les eaux du lac sont vertes et peu transparentes, le disque de Secchi étant presque invisible par 3 m de fond. C'est sans doute le bétail des chalets voisins qui est responsable de cette eutrophisation des eaux. On peut relever que Delebecque avait mesuré une transparence de 3.5 m le 10 juillet 1897, et une profondeur maximum de 5.3 m, alors que nous avons trouvé 5.2 m le 4.7.82. Plus tard dans la saison, les eaux peuvent être moins turbides : une visite le 22.10.83 nous a permis d'apercevoir le disque jusqu'au fond (3.8 m). Celui-ci est constitué d'un limon fin colonisé en certains endroits du lac par la végétation aquatique. Cet état eutrophe ne semble pas récent puisque Töpffer, dans un épisode savoureux se déroulant au lac de Gers, parle "d'un étang encaissé entre des pentes verdoyantes... tandis que la transparence de l'onde laisse plonger le regard jusqu'aux mousses éclatantes qui, au fond, tapissent le sol" (Töpffer, 1841). Aux plus hautes eaux, le sentier longeant le lac à l'est peut être submergé.

c) Paramètres du lac

Comme ces paramètres dépendent de la saison, les valeurs maximum ont été données et, entre parenthèses, les valeurs minimum.

| | | |
|----------------------|------------------------|------------|
| Largeur : | 220 m | (200) |
| Longueur : | 390 m | (250) |
| Surface : | 63.800 m ² | (34.500) |
| Profondeur : | 5.6 m | (3.6) |
| Profondeur moyenne : | 2.5 m | (1.9) |
| Volume : | 150.000 m ³ | (65.000) |
| Creux : | 0.022 | |
| Fluctuations : | 2 m | |
| Surface du b.-v. : | 5.25 km ² | |
| Surface lac/b.-v. : | 1.2% | (0.7) |
| Débit affluents : | 0-500 l/s | |
| Transparence : | 3.8 m | (22.10.83) |
| | 1.3 m | (11.06.87) |
| | 3.1 m | (16.11.88) |

| | | |
|---------------------------|----------|------------|
| Forel : | V | (11.06.87) |
| | VI | (23.9.87) |
| Temps de renouvellement : | env. 7 j | |
| Tsurf : | 8° | (22.10.83) |
| | 6° | (11.06.87) |
| Tfond : | 7.5° | (22.10.83) |
| | 4.5° | (11.06.87) |

Les paramètres morphométriques du lac sont donnés à la table X, l'analyse physico-chimique à la table Y.

Accès : à partir de Samoëns et de la route du plateau des Saix. A mi-distance, un chemin à jeep s'en détache et permet d'accéder aux rives du lac.

Autres plans d'eau de la région

LAC PARCHET (940.700/122.190/2000)

Ce petit lac de 1250 m² de superficie, dont le nom signifie "petit lieu de pâture" en patois, se trouve sur une épaule dominant au SE le lac de Gers. Ce replat doit son existence à des masses glissées de grès de Taveyannes ; ces grès forment du reste une falaise disloquée, 300 m à l'est du lac. Deux arcs morainiques retiennent le lac au sud et à l'ouest. Ils dominent le plan d'eau de quelques mètres, sauf au NW où un abaissement du vallum fonctionne comme exutoire de très fortes crues. Ils ont été engendrés, ainsi que la cuvette lacustre, par de petits glaciers issus de cirques bien visibles, au pied de la falaise. Au nord et à l'est, on observe des pentes herbeuses ainsi que quelques éboulis qui parviennent au lac. La cuvette a une forme elliptique très régulière; elle mesure 38 m sur 42. En son centre, l'eau atteignait une profondeur maximum de 1.9 m lors de visites le 7.9.1983 et le 27.7.87, mais 1.7 m le 1.11.87. Très limpide, elle laissait voir le fond recouvert partout de blocs, sauf au centre où l'on observe du limon fin et gris. Lors des visites, la température de l'eau de surface atteignait 13° et celle du fond 11° (7.9.83), mais 13° et 10.5° (27.7.87).

L'alimentation et la disparition des eaux semblent se faire d'une manière très diffuse, à moins que l'évaporation ne compense juste l'alimentation en période normale. L'eau ne s'infiltré pas de l'autre côté de la moraine, au sud du lac, où se trouve une cuvette un peu plus basse. Une coloration du lac (concentration 2x10⁵ g/ml) effectuée durant l'été 1984 pour le compte de l'EDF par F. Cote-Rey, hydrogéologue, n'a pas permis de mettre en évidence autour et plus bas dans la vallée, une quelconque réapparition du colorant (Maire, 1986). Cela semble confirmer l'hypothèse de l'équilibre accompagné de faibles fluctuations de

niveau, soit au maximum 40 cm de plus que ce qui a été mesuré ici.

On peut relever que le lac Parchet semble faire partie d'un ensemble de plans d'eau qui occupaient tout le replat où il est situé. Des éboulements des falaises voisines et le lessivage des sédiments ont peu à peu comblé tous ses voisins.

| | |
|---------------------------|---------------------|
| Largeur : | 38 m |
| Longueur : | 42 m |
| Surface : | 1250 m ² |
| Profondeur max. : | 2.3 m |
| Profondeur moyenne : | 1.05 m |
| Volume : | 1300 m ³ |
| Creux : | 0.065 |
| Fluctuations : | 0.6 m |
| Surface du b.-v. : | 12 ha |
| Surface lac/b.-v. : | 1.0 % |
| Transparence : | jusqu'au fond |
| Forel : | IX |
| Temps de renouvellement : | — |
| Tsurf : | 13° (7.9.83) |
| | 13° (27.7.87) |
| | 3° (1.11.87) |
| Tfond : | 11° (7.9.83) |
| | 10.5° (27.7.87) |
| | 4° (1.11.87) |

On trouvera les principaux paramètres morphométriques à la table X et l'analyse physico-chimique de l'eau à la table Y.

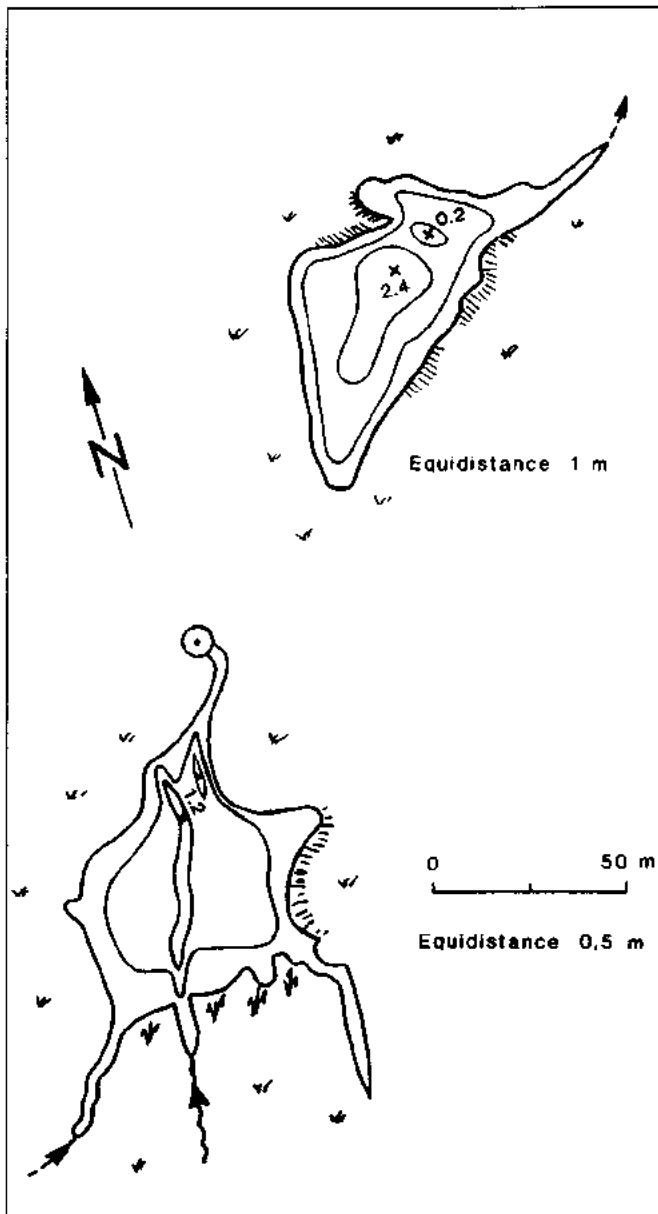
Autres petits plans d'eau voisins

Au point 940.650/122.700/1965, 500 m au nord du lac Parchet et sous la ligne HT de l'EDF, on trouve sur un replat de terrain une dépression en grande partie envahie de plantes aquatiques. Elle mesure 100 m sur 50, avec au maximum 1 m d'eau.

Une centaine de mètres à l'est de ce point, on observe une petite mare de 8 m sur 10, ayant 0.3 m d'eau.

Enfin, un peu plus au NE, au point 941.080/123.100/1885, juste à côté de la combe des Foges, se trouve une zone marécageuse de quelques centaines de m² et de quelques décimètres de profondeur, fortement envahie par la végétation.

LAOUCHETS DE PLATE



a) Situation géologique et origine

Au nombre de deux, plus quelques petites mares insignifiantes et temporaires, les laouchets (c'est-à-dire petits lacs, en patois) sont situés à plus de 2.000 m d'altitude sur le Désert de Platé, vaste dôme de calcaire s'étendant entre la vallée de l'Arve et celle du Giffre. Ce dôme représente l'extrémité sud de la nappe de Morcles. L'anticlinal a été fortement affecté par la tectonique, comme le prouve la présence de nombreuses diaclases d'orientations variées. Les calcaires Crétacés et Nummulitiques qui en forment l'ossature étant en général très solubles, des réseaux souterrains bien développés se sont établis, à même d'évacuer la plus grande partie des précipitations. C'est ainsi que l'on observe de nombreuses émergences à débit moyen élevé sur le

pourtour du massif; elles sont en général impénétrables à l'homme. C'est à l'un des accidents tectoniques majeurs du Désert de Platé, le pli-faille de Barne-Froide, que l'on doit l'existence des laouchets. Orienté NE-SW, cet accident s'est amorcé déjà durant le Crétacé, mais il a rejoué après les dépôts du Nummulitique (Favre et al., 1975). La grotte de Barne-Froide, réseau très ramifié, s'est du reste développée le long du pli-faille. L'empreinte glaciaire ayant été forte dans la région, c'est la présence du vallon de Barne-Froide, suspendu au-dessus de celui de Sales, qui permet de reconstituer l'histoire géologique du pli-faille en offrant une bonne coupe de terrain. On en déduit que le compartiment SE relevé joue le rôle d'écran pour les eaux se dirigeant vers le sud selon le pendage des couches, cependant que les terrains imperméables du fond du vallon sur lesquels se situent les laouchets, sont constitués de marnes à Globigérines.

Les laouchets sont entourés de pentes herbeuses alors qu'un peu plus haut affleure le Nummulitique, fortement lapiazé. Les deux petits lacs doivent donc leur existence à la fois à la tectonique et à l'action glacio-karstique profitant des zones affaiblies de la roche.

b) Hydrogéologie

LAOUCHET DE PLATE D'EN HAUT (940.950/118.130/2138)

C'est le plus grand des deux lacs, mais sa profondeur est faible : de 60 à 80 cm d'eau recouvrent un fond plat formé de limon fin et gris, de plus d'un mètre d'épaisseur, dépourvu de végétation. Au milieu du lac serpente un chenal atteignant 1.2 m de profondeur maximum. Il se trouve dans le prolongement de l'affluent principal issu d'un névé presque permanent; il représente peut-être une érosion de fond due aux eaux froides et denses traversant le lac. Il se dirige vers des affleurements de roche en place très diaclasés, émergeant de la vase, puis vers l'émissaire. Les bords sud du lac sont marécageux. C'est là qu'arrive l'affluent drainant l'amont du vallon issu du col de la Portette. Lors de visites effectuées en fin d'été ou en début d'automne entre 1983 et 1991, son débit était très faible, environ 1 à 2 l/mn. Mais peut centupler à la fonte des neiges ou lors d'abondantes précipitations. A l'est et à l'ouest du lac, on observe des mamelons de roche en place. Au nord, des pentes herbeuses sont traversées par l'émissaire qui serpente vers un large gouffre situé à une trentaine de mètres du lac. L'eau s'y précipite et disparaît 10 m plus bas dans un chaos impénétrable de blocs. A l'étiage d'automne, affluent et émissaire sont à sec, et le

perte n'est plus alimentée. Le niveau du plan d'eau reste alors constant, les apports par infiltrations diffuses compensant l'évaporation.

Un traçage des eaux souterraines a été tenté le 21.8.1984 afin de localiser l'émergence des eaux. Le débit à la perte atteignait alors environ 3 l/s après approfondissement du chenal de l'émissaire. Logiquement, les eaux devaient revoir le jour dans l'axe du pli-faille, sous la grotte de Barne-Froide, un peu en amont des chalets de Sales. On y observe en effet deux sorties d'eau. L'émergence aval est la sortie de l'eau provenant du drainage souterrain des terrains lapiazés au nord du réseau, ainsi que Favre l'a montré (Favre, loc. cit.). La sortie d'eau amont provient d'une autre branche du réseau de Barne-Froide. Son débit était alors légèrement supérieur à celui de la perte au lac. 450 gr de fluorescéine furent injectés à la perte à 18 h.30, des fluocapteurs ayant été placés aux émergences supposées, ainsi qu'à l'émergence du torrent de Sales. Une grosse crue dans la nuit du 25 au 26 août perturba l'expérience, emportant une partie des capteurs. L'expérience fut négative. Le 13 août 1985, l'expérience fut répétée à 12 h.30 avec l'injection de 500 gr de colorant. La source de Praz-Coutant, à l'extrémité SW du pli-faille, au-dessus du plateau d'Assy, fut aussi surveillée.

L'expérience se déroula bien et le colorant réapparut à la source amont, sous Barne-Froide. Un compte-rendu détaillé de l'opération a déjà été donné ailleurs (Sesiano, 1986b). Comme le débit à l'émergence était un peu plus élevé qu'à la perte, il faut supposer que de faibles venues d'eau se greffent en cours de route sur les eaux issues du laouchet. Celui-ci se déverse donc bien dans le vallon de Sales, après un parcours souterrain des eaux d'environ un kilomètre.

LAOUCHET DE PLATE D'EN BAS (941.060/118.280/2135)

Situé 100 m à l'est du premier, ce deuxième lac présente une surface plus restreinte que le précédent, mais il est plus profond : 2.4 m au maximum. Ses rives nord et sud montrent plusieurs affleurements rocheux ; ailleurs, ce sont des étendues herbeuses. Le laouchet d'En Haut ayant capté les eaux du vallon, en amont (et les sédiments, ce qui a amené son comblement presque complet), puis se déversant dans un gouffre, le lac d'En Bas n'a pas d'affluents visibles. Il reçoit cependant les faibles infiltrations diffuses issues de la petite cuvette imperméable qui l'entoure. A la fonte des neiges, un exutoire aérien dirige l'excès d'eau vers l'aval où se trouvent plusieurs petites mares et dolines jalonnant le pli-faille de Barne-Froide. En temps normal, l'émissaire est à sec et le laouchet est en équilibre (apports=évaporation). Un limon

similaire à celui du laouchet d'En Haut recouvre le fond, et on n'observe pas de végétation aquatique. Le niveau du lac reste très constant.

Il est fort probable qu'après la disparition de la calotte glaciaire recouvrant le Désert de Platé il y a environ 12.000 ans, le drainage du vallon des laouchets était continu, le lac d'En Haut, alors plus profond, se jetant dans le lac d'En Bas; l'émissaire aérien suivait ensuite le thalweg du pli-faille jusqu'au vallon de Sales qu'il rejoignait par une cascade. L'ouverture progressive de cheminements souterrains a dérivé peu à peu l'affluent de surface du lac d'En Bas, causant finalement sa disparition.

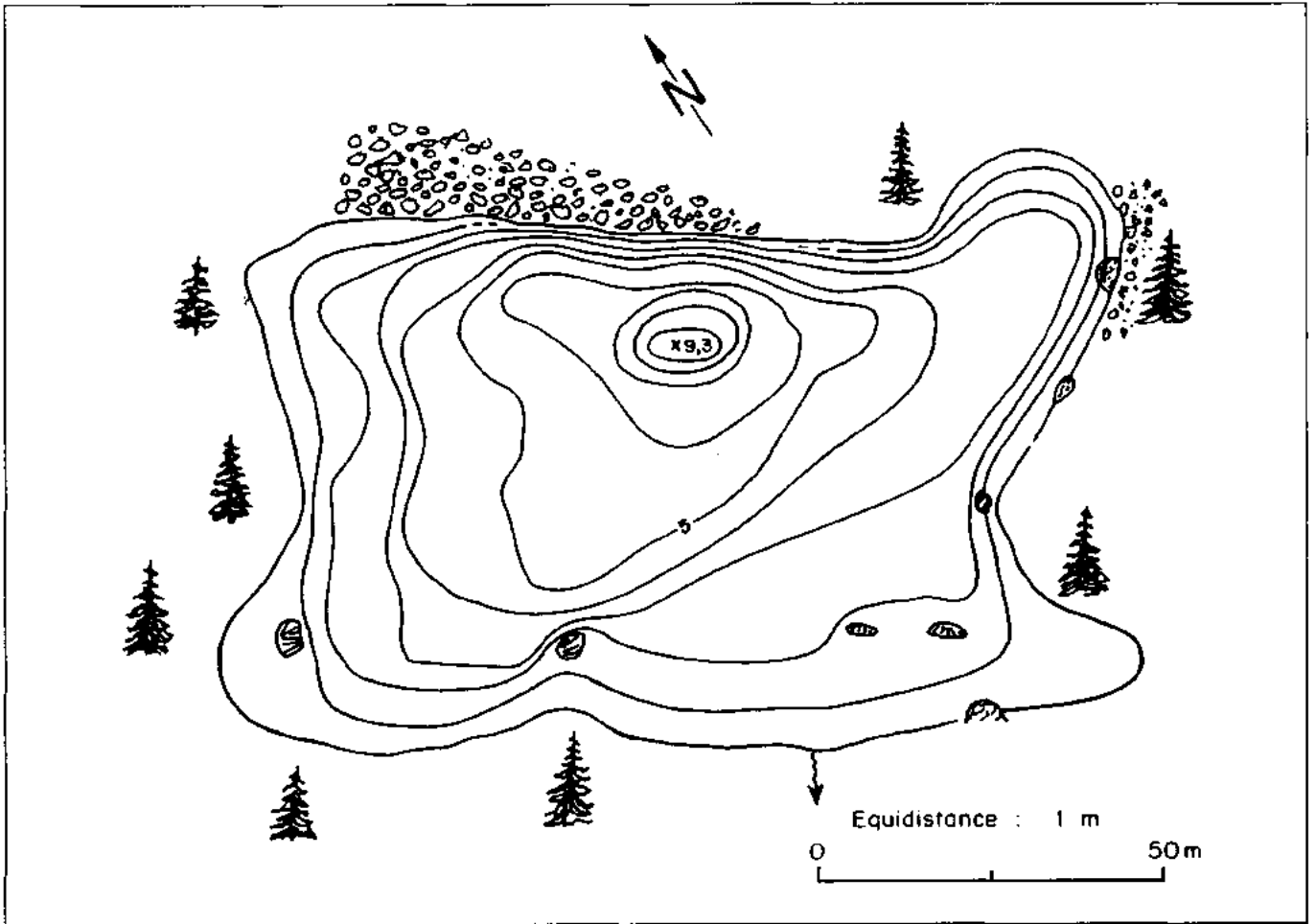
c) Paramètres des laouchets

Ces paramètres ont été mesurés lors de plusieurs visites aux laouchets, entre 1983 et 1991.

| | Laouchet d'En Haut | Laouchet d'En Bas |
|---------------------------|---------------------|-----------------------------------|
| Largeur max. : | 65 m | 45 m |
| Longueur max. : | 70 m | 100 m |
| Surface du lac : | 3200 m ² | 2600 m ² |
| Profondeur max. : | 1.2 m | 2.4 m |
| Profondeur moyenne : | 0.4 | 1.1 |
| Creux : | 0.021 | 0.047 |
| Volume du lac : | 1700 m ³ | 2900 m ³ |
| Fluctuations de niveau : | 0.1 m | 0.1 m |
| Surface b.-v. : | 72 ha | 14 ha |
| Surface lac/b.-v. : | 0.4 % | 1.9 % |
| Débits affluents : | 0.05 à 5 l/s | 0 à 2 l/s |
| Transparence : | jusqu'au fond | jusqu'au fond |
| Temps de renouvellement : | env. 8 | env. 30 j |
| Tsurf = Tfond : | 14° (25.9.83) | 13° (25.9.83) mais Tfond 10.5° |
| | 17° (15.7.86) | 15° (15.7.86) |
| | 5° (15.7.86) | 5.5° (1.11.87) |
| | 10.5° (29.9.90) | 10° (29.9.90) |
| | 12° (5.9.91) | 14° (5.9.91) |

Les paramètres morphométriques des lacs sont donnés à la table X, l'analyse physico-chimique à la table Y.

Accès : à partir de Sixt, dans la vallée du Giffre, d'où une route mène au Fardelet. Par un bon sentier, on gagne les chalets de Sales en une solide heure, puis les laouchets en une trentaine de minutes.



a) Situation géologique et origine

La longue et haute falaise des Fis se dresse face à la chaîne du Mont-Blanc ; elle domine les gros villages de Servoz, Chède et Passy. A son pied, ce ne sont que de gigantesques masses de blocs et débris, restes d'éboulements plus ou moins récents. C'est l'un de ces éboulements qui a déterminé, il y a plusieurs siècles, l'existence du lac Vert. Cette falaise, de 100 à 600 mètres de hauteur selon les endroits, détermine la bordure sud du vaste système plissé et faillé du Désert de Platé. La stratigraphie nous montre des roches s'étendant du Lias à l'Eocène, avec des faciès où calcaires et marnes alternent. Au-dessus du lac d'Anterne, quelques kilomètres au nord-est du lac Vert, le pendage des couches est dirigé vers l'intérieur de la montagne (on est parallèle à l'axe du pli), ce qui donne une structure assez stable. En revanche, dans la région qui nous intéresse, les couches sont horizontales, et de très nombreuses diaclases et quelques failles isolent de la masse de la montagne des secteurs plus ou moins volumineux. Leur orientation étant est-ouest pour certaines d'entre elles, on voit donc qu'elles sont

parallèles à la paroi dominant la zone du lac Vert. L'infiltration des eaux dans des roches cassantes et en outre facilement karstifiables (Urgonien et Tithonique) surmontant des strates plastiques, imperméables et altérables, peut amorcer, en plus du processus de détente, un décollement progressif. D'où des risques d'éboulements majeurs. L'histoire récente a surtout retenu celui de 1751, décrit en détail par le géologue V. Donati pour le roi de Sardaigne, rapport repris par H.B. de Saussure (1779). Les habitants de la vallée crurent du reste à une éruption volcanique tant la poussière dégagée fut abondante. En fait, c'est une franche de quelque 20 millions de m³ qui s'était détachée de la paroi, 200 mètres à l'ouest de la pointe du Marteau. Un peu plus récemment, en 1837, 1852 et 1853, des glissements de terrain dans cette masse éboulée comblèrent le petit lac de Chède, peint auparavant par Bourrit (Douxami, 1902). L'histoire a encore retenu un autre éboulement, celui de 1471, qui barra le cours de l'Arve et inonda Servoz. Episode connu, puisqu'auparavant, un lac s'était déjà formé au même endroit, comme la topographie (vaste plaine marécageuse sous Servoz) et la toponymie (hameau de Le

lac) nous le prouvent. D'après Favre (1867 ; à 454), ce n'est qu'au XVIII^e siècle que ce plan d'eau, qui s'appelait le lac St Michel, a définitivement disparu. Des éboulements se sont produits antérieurement, mais nous n'en connaissons pas précisément les dates. En revanche, il est certain qu'ils se sont produits après le dernier retrait glaciaire de la vallée de l'Arve, sinon le glacier aurait, dans le cas contraire, déblayé ce matériel. Des dépôts morainiques ont donc pu être recouverts, ce qui amène un facteur supplémentaire d'instabilité dans les masses ébouées.

Quant au lac qui nous concerne plus particulièrement, le lac Vert, il semble qu'il faille rattacher sa création à l'éboulement de 1471 (Goguel et al., 1978). En effet, lors de la reptation en masse du matériel éboué qui débutera sitôt après le paroxysme et durera des siècles, favorisé par les infiltrations et les résurgences d'eau au sein du glissement, on peut voir se former des dépressions par effet de loupe (glissement rotationnel). Et c'est dans une telle dépression que s'est logé le Lac Vert, "au milieu d'un chaos d'éboulis" (Delebecque, 1898).

b) Hydrogéologie

Le lac Vert est situé au coeur d'une forêt de sapins, parmi des blocs éboués. Il n'a pas d'affluents. Les eaux d'infiltration dans les éboulis et des émergences karstiques sous la masse glissée réapparaissent au niveau du lac sous forme de sources sous-lacustres et constituent son alimentation. Un exutoire a été aménagé en 1972, afin d'éviter que les eaux ne se perdent dans les terrains en aval, favorisant ainsi de nouveaux glissements. Elles sont ainsi dirigées vers l'ouest par un petit canal, puis rejoignent le lit d'un autre torrent. Le niveau moyen du lac a de plus été réhaussé d'environ un mètre à la suite de ces travaux, et les fluctuations du plan d'eau réduites à quelques décimètres. Le niveau peut parfois monter un peu plus lorsque des feuilles ou des branches (ou des détritiques...) obstruent la grille de sortie. La transparence des eaux est bonne, le disque pouvant, selon la saison, être aperçu jusqu'au fond. Celui-ci est libre de végétation, souvent pierreux avec des cuvettes de limon. On peut cependant y observer des algues bleues (Cyanophycées). Du gaz H₂S peut parfois être libéré par la sonde lorsqu'elle remue le fond.

c) Paramètres du lac

Les observations ont été effectuées entre 1982 et 1987.

| | |
|------------------------|---|
| Largeur max. : | 80 m |
| Longueur max. : | 140 m |
| Surface : | 8.900 m ² |
| Profondeur max. : | 9.3 m |
| Profondeur moyenne : | 3.5 m |
| Volume : | 28.000 m ³ |
| Creux : | 0.098 |
| Fluctuations : | 1 m |
| Surface du b.-v. : | 120 ha |
| Surface lac/b.-v. : | 0.7 % |
| Affluents = effluent : | 5 l/s (mais 100 l/s le 18.5.86) |
| Transparence : | 7 m (21.10.82) jusqu'au fond (20.10.83 - 10.6.87) |
| Forel : | V |
| Temps de renouv. : | 50 j |
| Tsurf : | 8.5° (20.10.83) 9.5° (10.6.87) |
| Tfond : | 7.5° (20.10.83 et 10.6.87) |

Les paramètres morphométriques sont donnés à la table X, les mesures physico-chimiques des eaux à la table Y.

Accès : une route venant de la vallée de l'Arve et passant par Passy et le plateau d'Assy mène au bord du lac.

Autres petits plans d'eau de la région

LAC GRIS (941.150/115.400/1347)

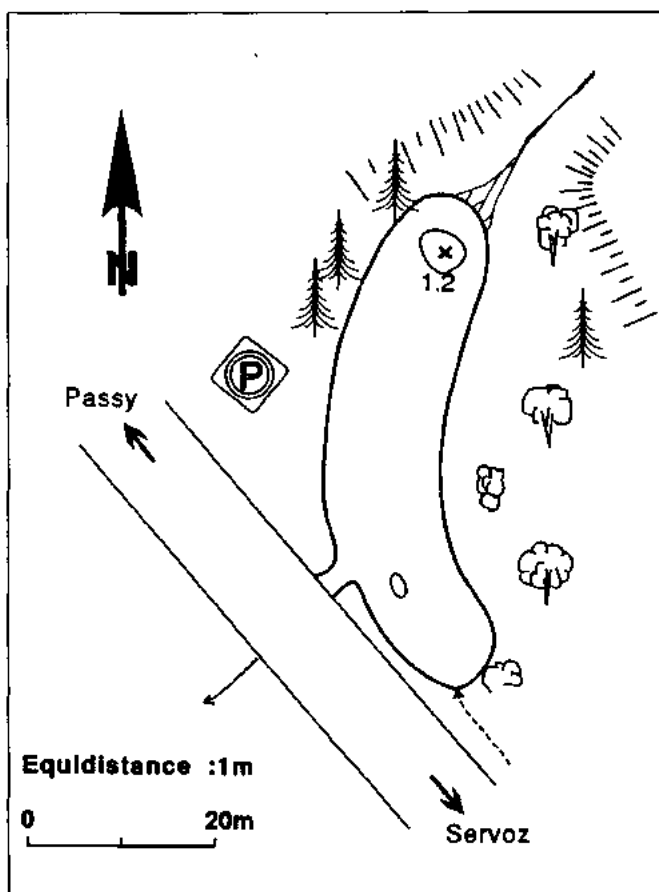
Ce lac, 1 km à l'WNW du lac Vert, a une origine semblable à celui-ci, soit une zone déprimée dans les masses ébouées issues des parois des Fis. Mais les causes qui lui ont donné naissance l'ont également fait disparaître: alors qu'il était encore visible sur le levé photographique aérien de 1937-38 avec une surface équivalente à celle du lac Vert, il n'existe plus sur celui de 1970. Il a été en effet comblé par des coulées de boue et de gravier provenant du lessivage des matériaux éboués de la Pointe de Platé et descendant le ravin du Nant Bourdon. La surface qui en est résultée, environ un hectare, et qui présentait encore en 1982 quelques petites cuvettes d'un demi-mètre de profondeur, a depuis été aplanie et utilisée par la station de ski de fond de Plaine-Joux.

LAC DE CHEDDE

Les coordonnées approximatives de ce lac sont 940.700/113.450/775 soit environ 1.25 km au NE de Chède. Vanté pour sa beauté et sa limpidité, ce

lac, aujourd'hui totalement disparu, a été comblé par un éboulement en 1837 (Perrot, 1895; Beaumont, 1802; II/2, p. 67). Comme les autres nappes d'eau de cette région, il était alimenté par les sources qui sourdent en grand nombre des éboulis ici et là, avant de s'infiltrer à nouveau pour reparaître plus bas, à la faveur d'un niveau imperméable (argile glaciaire ou limon de lessivage).

LAC DES FINS SOUDANS (941.470/113.860/850)



Ce petit plan d'eau se trouve en bordure de la route Passy-Servoz, sur un large replat de terrains glissés, dans la forêt. La peu profonde cuvette dans laquelle il se loge, prédatait l'existence de la route, et la construction de celle-ci a probablement diminué sa surface. Il a la forme d'un croissant de 55 m de longueur et de 12 m de largeur. Sa profondeur atteint un peu partout de 60 à 80 cm, sauf en un creux localisé, un peu en avant de la cascade qui l'alimente, où elle atteint 1.2 m. Un dépôt de tuf s'observe sur le petit delta créé par l'affluent. De nombreux débris organiques, feuilles et branches, mais aussi des débris jetés par les touristes, recouvrent le fond, formé d'une vingtaine de cm de limon sombre surmontant un soubassement pierreux. Des gaz (H_2S ; CH_4) sont libérés

lorsqu'on le remue. Le déversoir, artificiel, dirige les eaux sous la route. En temps normal, le débit est de quelques l/s. Le lac était homotherme à 9.5° le 27.4.92 et le disque visible jusqu'au fond. Les paramètres morphométriques du lac sont donnés à la table X et l'analyse physico-chimique à la table Y.

LACS DES BOIS DE JOUX

Dans les grands écroulements qui se sont détachés de la paroi des Fis, on observe de nombreux petits plans d'eau. Ils ont une vie "éphémère", car ces masses sont en glissement presque permanent. Dans les Bois de Joux, à l'ouest de Servoz et en-dessous du lac Vert, on a deux plans d'eau:

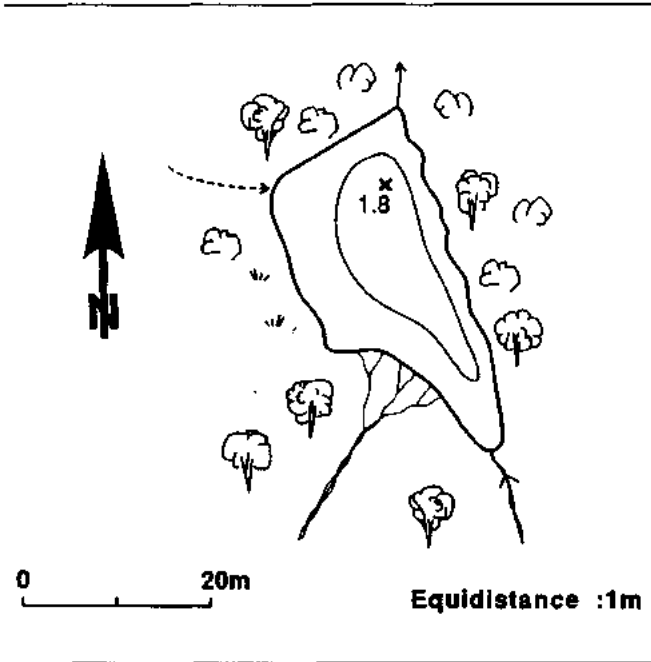
- LAC DES BOIS DE JOUX D'EN BAS (942.000/114.200/1025)

Cette petite mare, presque ovale, de 20 m sur 10, se trouve en pleine forêt, en bordure d'un chemin. Du fait des nombreuses branches et troncs qui y sont tombés, de la végétation exubérante et de rives parfois marécageuses, il n'est guère fréquenté ! De plus, lors d'une visite le 16.11.91, la sonde dégageait d'abondantes bulles de H_2S . La température de l'eau était de 6° . Il atteint 1.3 m de profondeur maximum, et le disque de Secchi est visible jusqu'au fond. Un peu plus d'un demi-mètre de vase putride recouvre un niveau pierreux. Les fluctuations de niveau sont faibles, car il est alimenté par du ruissellement diffus, mais permanent. L'eau s'échappant du lac réapparaît sur le chemin, une vingtaine de mètres plus loin.

- LAC DES BOIS DE JOUX D'EN HAUT (942.130/114.250/1045)

Ce petit plan d'eau se trouve le long du même chemin que le lac précédent, une centaine de mètres en amont, mais il n'est pas visible du chemin, caché qu'il est par la végétation. Sa forme est en gros celle d'un ovale déformé, de 18 m sur 19. Ses conditions physico-chimiques sont à peu près les mêmes que celles de son voisin, mais sa plus grande profondeur, 3.8 m, fait que les eaux du fond sont encore plus anoxiques et riches en gaz. En fait, l'interface eau-vase est difficile à percevoir, car il y a sans doute passage graduel de l'un à l'autre, sans consolidation nette. Au-delà de 2.5 m, le disque n'était plus visible le 16.11.91, la température de l'eau était alors de 4° , et une légère couche de glace molle recouvrait le lac. Alimentation et vidange sont diffuses. Une surface marécageuse, de grandeur presque équivalente au lac, est attenante en rive sud.

LAC DES BARBOLETS (942.320/114.050/1015)



Un peu au-dessus du Vieux-Servoz, et toujours dans les masses éboulées du Dérochoir, on observe cette fois un plan d'eau très différent. Il a la forme d'un trapèze de 35 m de base et de 16 m de hauteur. Sa profondeur maximum atteint 1.8 m. Un affluent pérenne, issu du lac Vert, lui apporte en moyenne 2 à 3 l/s. Ses sédiments sont en voie de combler le lac. A l'extrémité sud, un autre affluent amène environ 0.5 l/s. La température de l'eau atteignait 6° le 16.11.91 et 9.5° le 27.4.92 (homothermie), et le disque était visible jusqu'au fond. Une épaisseur de 30 à 60 cm de limon noir recouvre le fond caillouteux. Ce plan d'eau se trouve également en forêt, mais peu de débris végétaux tombent dans le bassin, dont l'eau est par ailleurs en continuel renouvellement.

Les paramètres morphométriques sont donnés à la table X et l'analyse physico-chimique à la table Y.

MARE DU GOUET (943.680/115.720/1415)

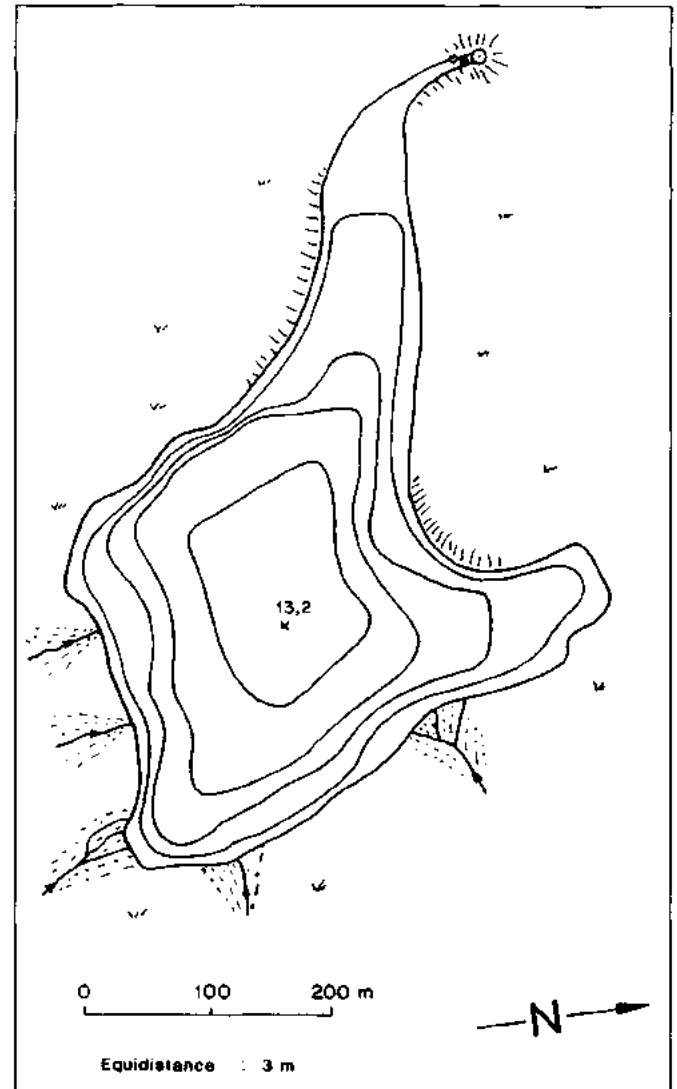
Dominée par deux chalets, la mare du Gouet a une forme ovale de 70 m sur 25, dont la moitié est envasée et conquise par la végétation aquatique. Elle est située dans une cuvette d'un ancien éboulement des Fis. La profondeur de l'eau atteint environ 70 cm. Le fond, recouvert d'au moins 60 cm de vase noire et putride, dégage du méthane et de l'hydrogène sulfuré lorsqu'il est remué. Au nord, deux petits affluents apportent environ 1 l/s à la mare, eau qui est évacuée sur l'autre rive, vers le SE. A la fonte des neiges, le débit de l'émissaire peut atteindre 20 l/s, mais il

peut être nul en période sèche prolongée. Vu sa faible profondeur, le lac est le plus souvent homotherme (par ex. 10° le 18.5.86 et 11° le 10.6.87).

Quelques données physico-chimiques concernant son eau se trouvent dans la table Y.

Accès : ce plan d'eau se trouve en bordure de la route, puis du chemin à jeep menant du plateau d'Assy aux chalets d'Ayères.

LAC D'ANTERNE (945.500/119.900/2061)



a) Situation géologique et origine

Dominé par les impressionnantes parois des Fis, le lac d'Anterne est situé dans une cuvette d'origine glaciaire. Celle-ci a certainement été amorcée par une dissolution karstique pré- ou sous-glaciaire. En effet, tout le plateau d'Anterne est formé d'une dalle de Malm soluble, inclinée vers le nord-ouest, crevée par endroits jusqu'aux schistes imperméables de l'Oxfordien, et même, sur son pourtour sud-est, jusqu'au Dogger et au Lias. Le

lapias de Malm est parcouru par un réseau de fractures présentant trois directions principales: nord-sud, est-ouest et nord-ouest - sud-est. Ainsi que l'avait déjà remarqué Perret (1922), ces trois directions se retrouvent dans les bras du lac d'Anterne, zones de faiblesse exploitées antérieurement par la dissolution chimique avec apparition d'une doline, puis par l'érosion glaciaire. R. Maire (1976) appelle donc le lac d'Anterne un poljé glacio-karstique. A cheval ainsi sur deux formations bien distinctes, la majeure partie du lac est formée d'une cuvette régulière creusée dans l'Oxfordien, le Dogger et même le Lias (partie sud-est), alors que sa pointe nord-ouest se trouve encore dans le Malm. Le glacier qui a engendré la cuvette était issu des Frêtes de Moëde, mais probablement encore plus à l'est qu'actuellement car la falaise faisant face à la vallée de la Diosaz a dû reculer. Il s'écoulait vers l'ouest en surcreusant les terrains tendres. Une contrepente a ainsi été créée, en amont du verrou de Malm, mécaniquement plus résistant. Il est probable même que le petit col au-dessus de la perte et le vallon sec qui suit, sont les traces d'une gorge sous-glaciaire. La cuvette est maintenant en voie de comblement rapide, l'affouillement dans ces terrains morneux tendres étant très intense, particulièrement sur les pentes au sud et à l'est du lac. A part quelques affleurements rocheux, de la pelouse alpine entoure le lac.

b) Hydrogéologie

Plusieurs affluents alimentent le lac, au SW, S et E. Leurs deltas ont déjà remblayé une partie de la cuvette lacustre. De l'extrémité nord-ouest du lac s'échappe un émissaire qui, au bout d'une trentaine de mètres et 6 m plus bas, disparaît dans un gouffre comblé par des blocs éboulés, sous un auvent de Malm fissuré (altitude de la perte : 2055 m). Dès lors, le cours d'eau souterrain ne fait que suivre une importante diaclase bien visible sur le terrain et les photos aériennes. On observe en surface des tronçons de vallée sèche (ancienne gorge sous-glaciaire) ponctués d'anciennes pertes, témoignant de l'enfoncement graduel de l'émissaire. La diaclase, et par suite la dalle de Malm, disparaît à son extrémité nord-ouest sous les éboulis issus de la paroi des Fis (entre les sommets de la Tête-à-l'Ane et de la pointe Chardonnière), dominant le thalweg de quelque 1.000 mètres. Une centaine de mètres en aval, ce thalweg s'élargit et la dalle de Malm redevient visible. C'est à cet endroit que l'on observe de grosses venues d'eau pérennes issues de dessous l'éboulis et de diaclases secondaires du Malm. Déjà Pictet, en 1808, supposait que l'on se trouvait là en présence de la résurgence des eaux du lac, de même que

Delebecque (1898). Cependant, L.W. Collet, dans sa magistrale étude des Hautes Alpes calcaires (1910), estimait que les eaux du lac une fois disparues, ressortaient au contact du Malm et de l'Oxfordien imperméable, comme cela se passe habituellement, sur la rive gauche du torrent des Fonts, soit bien plus bas dans la vallée. Une coloration par un groupe spéléologique ayant été effectuée il y a un certain nombre d'années, elle avait confirmé la provenance des eaux de l'émergence, soit le lac.

Cependant, comme aucune donnée précise n'avait pu être localisée dans la littérature spécialisée, nous avons à nouveau tenté l'expérience le 28 octobre 1982. Le lac était alors partiellement gelé et le débit de l'émissaire de 50 l/s environ. 500 grammes de fluorescéine ont été dilués dans les eaux de la perte durant un laps de temps de 5 minutes. 4 heures plus tard, l'eau ressortait visiblement colorée à la résurgence, à l'altitude de 1889 mètres, soit environ 200 m plus bas, et à 800 mètres à vol d'oiseau de la perte. La rivière resta d'une belle couleur verte durant deux heures. Un compte-rendu de l'expérience a été donné ailleurs (Sesiano, 1983). Un second traçage fut effectué en situation de crue (env. 100 l/s; fonte des neiges), le 17.7.90. Une quantité plus faible de fluorescéine, 250 gr fut injectée à la perte à 8 h. 2 h après, la résurgence était teintée, et la coloration était encore discernable à l'oeil nu 3 h plus tard. Un échantillon d'eau prélevé à 13 h 30 dans le torrent issu des chatets d'Anterne, en aval de la gorge de raccordement (alt. 1770 m) a montré au spectrofluorimètre une certaine quantité de traceur. S'il n'y a pas eu de contamination, il pourrait s'agir d'une diffluence active seulement en hautes eaux.

Les valeurs de vitesse de cheminement des eaux que l'on en tire sont tout à fait conformes à la fourchette donnée par Maire (1976), soit de 150 à 450 m/h pour les cavités haut-alpines. On peut noter que la coloration du torrent avait atteint un point 700 mètres en aval (à vol d'oiseau) et 100 mètres plus bas que la résurgence, deux heures plus tard, mais que les 200 premiers mètres de ce trajet subaérien se faisaient parmi des blocs éboulés, avec une très faible pente ; la suite du trajet était plus libre d'obstacles et plus pentue. Les vitesses de passage des eaux en surface et en profondeur sont, dans le cas présent, du même ordre de grandeur, soit d'environ 200 à 300 mètres à l'heure. On peut donc se faire une idée du mode de cheminement des eaux dans un réseau souterrain inaccessible à l'homme. Il faut relever qu'une fraction des eaux de l'émergence provient aussi de la partie amont du vallon, sous la pointe d'Anterne, où se trouvent des névés per-

manents et parfois un lac temporaire. Ceci est démontré par le fait qu'à la résurgence, le débit était deux à trois fois plus important que celui à la perte.

Le fond du lac d'Anterne est recouvert de limon fin gris foncé ; il est dépourvu de végétation aquatique. Pour la petite histoire, on peut relever qu'en 1917, selon une habitante de Passy qui était alors bergère à Moède (témoignage recueilli à fin 1992), un hydravion suisse monomoteur et biplan de type Rümpler, en perdition, aurait d'abord tenté de se poser sur le lac Cornu. Le site étant trop encaissé, le pilote aurait finalement jeté son dévolu sur le lac d'Anterne. L'avion avait décollé de Lausanne. Ne pouvant repartir vu l'exiguïté du plan d'eau, le moteur fut démonté et descendu dans la vallée à dos de mulet. L'appareil, échoué en rive sud, fut abandonné. L'auteur du présent travail possède un morceau d'aile, rapporté lors d'une course d'école effectuée en juin 1929, par son père, Charles Sesiano !

Mentionnons enfin qu'un vaste lac de barrage a dû exister autrefois dans la partie inférieure du plateau d'Anterne, peu avant la cascade homonyme, lorsqu'un éboulement parti de la pointe de Sales a barré le torrent d'Anterne. Seule une vaste plaine alluviale au-dessous des chalets témoigne de cet événement.

c) Paramètres du lac

Le lac d'Anterne étant pourvu de nombreux bras, largeur et longueur du lac perdent quelque peu de leur signification. Nous les donnerons néanmoins par souci d'homogénéité, ainsi que les autres paramètres, mesurés à différentes occasions, entre 1982 et 1990.

| | |
|----------------------|---|
| Largeur max. : | 430 m |
| Longueur max. : | 650 m |
| Surface : | 116.000 m ² |
| Profondeur max. : | 13.2 m |
| Profondeur moyenne : | 6.5 m |
| Volume : | 760.000 m ³ |
| Creux : | 0.039 |
| Fluctuations : | 0.1 m |
| Surface b.-v. : | 250 ha |
| Surface lac/b.-v. : | 4.6 % |
| Transparence : | 4.5 m (30.10.82) 3 m (15.10.83) 2.5 m (31.8.87) |
| Forel : | V |
| Temps de renouvel. : | env. 3 mois |

| | |
|---------------|------------------------------------|
| Température : | 6° (homotherme le 15.10.83) |
| Tsurf : | 13.5° (30.8.87) 14.8° (17.7.90) |
| Tfond : | 9° (30.8.87) |

On trouvera la morphométrie du lac et l'analyse physico-chimique de l'eau aux tables X et Y.

Accès : soit à partir de Sixt dans la vallée du Giffre, puis par les chalets du Fardet et les chalets d'Anterne, en 3 h ; soit du chalet-hôtel de Moède, atteignable par un chemin à jeep depuis Ayères, par le col d'Anterne, en une petite heure.

Autres petits plans d'eau voisins

LAC DES CHAUX (948.080/121.810/2310)

Situé sur l'arête SW du Buet, au col des Chaux (chaux = pâturage élevé, en patois), ce minuscule lac ne mesure guère que 30 m sur 15. La crête dominant le lac est constituée ici de Lias supérieur très diaclasé, en partie recouvert de pelouse alpine. Il semble que la dépression dans laquelle s'est logé le lac soit due à un glissement local de terrain ; on en observe du reste de nombreux autres le long de l'arête menant à la Tête de Villy, au SW. La petite cuvette ne présente ni affluent, ni émissaire, et ses rives sont constituées de gravier et de galets. Un limon noir d'un décimètre d'épaisseur recouvre le fond du lac, dépourvu de végétation. Les variations de niveau sont assez fortes. Lors d'une visite le 20.9.1984, la profondeur atteignait au plus 1.3 m dans la moitié nord du lac ; il était alors 0.3 m sous son niveau maximum. Le 13.10.1985, après une longue période sèche, sa profondeur était alors de 1 m. Il ne semble pouvoir s'abaisser en-dessous (les infiltrations diffuses sont alors égales à l'évaporation). Son eau est en général assez limpide. Vu sa bonne exposition et sa faible profondeur, le lac est souvent homotherme (par ex. 14° le 18.9.1985). Pourtant, le 19.8.87, la transparence n'atteignait que 0.8 m, et le niveau était alors à 0.2 m sous le maximum. Le thermomètre indiquait 17° en surface et 13° au fond. Lors d'une visite le 7.7.90, la température en surface était de 4° et celle du fond de 4.4° (ciel couvert, d'où peut-être perte d'énergie par rayonnement de la surface). La profondeur était alors de 1.45 m, soit 15 cm sous le maximum, et le disque de Secchi était visible jusqu'au fond.

Un dépôt orange recouvrait la partie immergée d'un névé qui occupait encore le secteur NW du lac. Une détermination par Madame J. Favet, du laboratoire de Microbiologie générale du Professeur Turian, à l'Université de Genève, a mon-

tré qu'il s'agissait de bactéries diverses, surtout en forme de bâtonnets, dont une espèce rose pâle, de différents ciliés et d'algues. Parmi ces dernières, le Professeur Turian a reconnu des chlorococcales (algoflore du sol, dont *Chlorococcum* sp. (humicola), *Scenedesmus* sp. (petites colonies), *Stichococcus bacillaris*, ainsi que des Ulotrichales (algues fines dont peut-être *Hormidium* ou *Rhizoclonium* sp.). La coloration orange pourrait être due à des kystes de *Chlorococcum*, qui contiennent du carotène.

Une baine bien marquée entoure tout le lac; elle a une largeur d'environ 2 m. Elle témoigne du niveau le plus inférieur atteint par l'eau. La surface maximum du lac est de 350 m², son volume étant alors d'environ 230 m³.

On trouvera les paramètres morphométriques à la table X, la physico-chimie de l'eau à la table Y.

Accès : en une bonne heure par un sentier au départ du chalet-hôtel de Moède.

MARES DE VILLY (947.000/119.500/2200)

Sur le replat structural du Villy, on observe plusieurs mares permanentes ou temporaires, logées dans de petites dépressions du Lias supérieur schisteux. Leur surface ne dépasse pas une centaine de m² et leur profondeur quelques décimètres.

NB.- Un lac est indiqué aux coordonnées 943.150/124.850/830, point qui se trouve à 50 m sous la route menant de Sixt à la cascade du Rouget. En fait, il ne s'agit que d'une ancienne exploitation de sable et de gravier du lit du Giffre. Après la fin des travaux, la rivière a été dirigée vers cette zone. On a ainsi un cours très large, avec même par endroit des sections marécageuses. C'est donc une création artificielle, datant des années 60.

LAC DES CHAMBRES (944.100/132.050/2085)

a) Situation et origine géologique

Caché au fond d'un vallon très encaissé des Hautes Alpes calcaires, le lac des Chambres, appelé aussi lac du Foillis, se trouve à l'altitude de 2085 m, au-dessus de Samoëns. Il est dominé au sud par la longue et haute paroi joignant le Criou et les Grands-Fats aux Avoudrues (2666 m), point culminant du massif.

Ce lac a été mis à découvert assez récemment, puisque la carte d'Etat Major français de 1869 montre que le vallon était occupé par le glacier

du Foillis, alors que sur l'édition de 1938, le lac est indiqué, entouré cependant de toute part par des névés. C'est donc à la déglaciation du début et milieu du XX^e siècle qu'il doit son existence. Le glacier du Foillis s'est maintenant fortement retiré, et se trouve actuellement sur un plan incliné entre 2.300 et 2.600 m, sous le versant nord des Avoudrues. Un névé occupe le haut du vallon des Chambres.

En ce qui concerne la tectonique, cette région est assez complexe. En effet, les Alpes de Samoëns ont été engendrées en partie par un vaste pli couché de la nappe de Morcles; en avant, la couverture est affectée par un train d'ondulations et d'écaillés parallèles, la plus interne étant le synclinal des Chambres. Celui-ci présente une orientation NE-SW; il montre un fort plongement axial en direction de Samoëns, dans la vallée du Giffre.

L'extrémité SW de ce synclinal a ensuite été barrée lors de la mise en place de l'écaillé du Criou rendant ainsi le vallon aveugle; il vient mourir contre la muraille Grands-Fats - Avoudrues qui se chevauche obliquement (Hauterivien sur Priabonien) (Lombard, 1968). L'origine du lac est donc principalement tectonique, alors que Perrin (1931) n'y avait vu qu'une doline surcreusée par le glacier local. La cuvette dans laquelle se loge le lac, des calcaires priaboniens (couches argilo-gréseuses à *Cérithes*) fortement diaclasés, a cependant été approfondie par le glacier du Foillis, car on observe, en aval, un verrou dominant le lac d'une dizaine de mètres. Au sud et à l'est, elle est envahie par des éboulis, alors qu'au nord, on observe la roche en place, en plan structural.

b) Hydrogéologie

Malgré son altitude peu élevée, le lac des Chambres est d'un type particulier: c'est un lac "proglaciaire" constamment recouvert d'une épaisse couche de neige et de glace. Mais de là à affirmer, comme Coupé et al. (1982) que "le lac est inexistant", il y a un grand pas que nous nous garderons de franchir! Cette couverture glaciennivale ne disparaît pas, même en fin de saison. Durant l'été, de larges fentes zèbrent sa surface délimitant des secteurs de plusieurs centaines de m² entre lesquels apparaît une eau bleu-vert. A la fin de l'automne, l'eau du lac a généralement été drainée souterrainement, et les blocs de glace reposent alors sur le fond de la cuvette. En novembre 1982, puis en octobre 1986 et 1988, il a été possible de descendre entre ceux-ci, jusqu'au fond de la cuvette, au point le plus bas. Leur épaisseur maximum atteignait 13 mètres, et leur structure était celle d'un névé sur les premiers mètres, puis celle d'une glace très blanche et

opaque à cause de la présence de bulles d'air. Le sol de la cuvette lacustre, presque parfaitement horizontal, est formé de galets. Comme le lac n'est plus en contact avec le glacier du Foillis, ni avec le névé des Chambres, et que ce n'est pas de la glace fossile, elle doit avoir une autre origine. Il semble qu'elle soit engendrée par les fortes précipitations locales (2.5 m par an, dont plus de la moitié tombe entre octobre et mai sous forme de neige), et par les avalanches issues des pentes supérieures. Elle subit d'autre part une ablation par le fond du fait qu'elle flotte dans des eaux de fusion avoisinant quelques degrés (traces de cupules autour et sous les blocs de glace). Dès le début de la fonte des neiges, les blocs, échoués durant l'hiver et séparés par des coins de neige sont remis à flots.

L'eau s'échappe par des pertes sous-lacustres entre de gros blocs. Elles étaient actives lors d'une visite le 12.10.1986. Suite à une période pluvieuse qui a suivi, le lac s'est à nouveau rempli, remettant à flots les blocs de glace. Son niveau ayant baissé ensuite de 10 cm en 24 h, le débit aux pertes doit atteindre plusieurs dizaines de l/s.

On pourrait penser que l'émissaire souterrain du lac rejoint le collecteur drainant le grand réseau Jean-Bernard voisin, qui débute plus haut que le lac en rive droite, et s'achève sur siphon, 1600 m plus bas, sous le Criou, à l'altitude de Samoëns. Un examen attentif de la topographie de ce gouffre (Lips, 1991), de sa situation par rapport au lac et de l'absence d'affluents, en rive gauche, à des altitudes entre 20 et 200 m plus bas que le lac, fait penser que ce n'est pas le cas. Il pourrait même exister un collecteur parallèle à celui du Jean-Bernard, plus au sud qui, lui, drainerait le lac des Chambres.

Nous fîmes cependant une tentative de traçage à l'une des pertes sous-lacustres le 5.10.88, avec l'injection de 2 kg de fluorescéine dans un débit de 1 l/s. Malgré une surveillance de plusieurs semaines à toutes les émergences inférieures, presque tarées, rien n'a été détecté. Il semble donc qu'à l'étiage, les eaux rejoignent directement la nappe alluviale du Giffre en passant sous l'écaille du Criou, corroborant ainsi une hypothèse de Maire (1990 ; p. 650).

En situation de crue, des venues importantes d'eau sourdent près de Vallon d'En Bas, 1 km au SE de Samoëns: c'est le trop-plein du système drainant le Criou. Quant au réseau Jean-Bernard, enfoncé sous l'écaille du Criou, imperméable au niveau de l'Hauterivien, son drainage devrait s'effectuer latéralement. En effet, le 3.8.66, des spéléologues du groupe Vulcain effectuèrent un traçage dans le collecteur du Jean-Bernard, à

- 700 m (altitude 1620 m) avec 10 kg de fluorescéine. Il semblerait que le lendemain, toutes les sources alimentant le torrent du Clévieux, au pied des escarpements ouest du Criou, aient roulé des eaux vertes, et cela durant plus de 24 h (Lips, 1991; p. 34). On était en situation de crue: tous les trop-pleins avaient-ils fonctionné ? Les émergences du lac des Chambres sont-elles les mêmes ? Seule une coloration de tout le lac en situation de crue avec surveillance de chaque source des versants ouest et nord du Criou pourra permettre de répondre à cette question.

Durant l'optimum climatique récent qui a culminé autour de 1960, et durant la sécheresse de 1976, le lac a été bien plus libre de glace qu'actuellement. Ses abords étaient alors totalement dégagés de neige, et une autre petite cuvette remplie de quelques dm d'eau était visible 700 mètres en amont du lac des Chambres. Le 12.10.1986, elle présentait un fond parfaitement plan, d'un demi-hectare, formé de sable et de gravier. Un filet d'eau disparaissait dans une perte, vers l'aval.

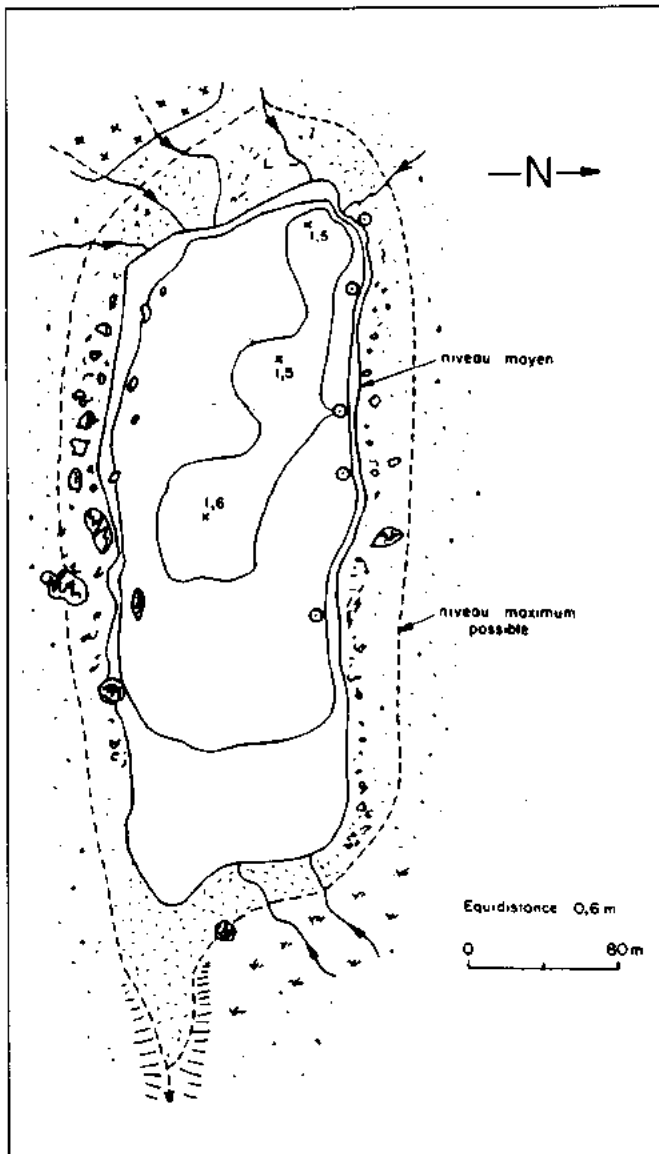
Dans les conditions présentes, il est illusoire d'établir une carte bathymétrique du lac des Chambres. On peut cependant, d'après les quelques informations glanées sur le terrain, imaginer une cuvette à fond très plat, dont le flanc nord est abrupt (roche en place, pendage d'environ 60°), le flanc sud assez escarpé, alors que les deux extrémités du lac présentent des pentes plus douces formées d'éboulis. La profondeur maximum devrait atteindre environ 18 m.

c) Paramètres du lac

Les valeurs concernant le lac ne sont qu'approximatives, mais ont été mesurées sur place au cours d'une dizaine de visites entre 1982 et 1989.

| | |
|-------------------------|------------------------|
| Largeur : | 80 m |
| Longueur : | 400 m |
| Surface du lac : | 2.5 ha |
| Profondeur max. : | 18 m |
| Volume (eau et glace) : | 200.000 m ³ |
| Creux : | 0.114 |
| Surface du b.-v. : | 185 ha |
| Surface lac/b.-v. : | 1.4 % |

Accès : on suit le sentier quittant la route de Sixt aux Allamands et se dirigeant au refuge du Foillis; du refuge, un sentier monte au lac. Il faut compter environ 2 h 30 depuis la route.



LAC DE LA VOGELLE (946.800/134.400/2001)

a) Situation géologique et origine

Situé à 2000 m d'altitude, au pied des Dents Blanches et déjà mentionné par Favre (1867) comme étant dans une région au contexte géologique tourmenté mais intéressant, le lac de la Vogealle (vogealle = petite vallée, en patois) est un splendide exemple de lac de cirque dû à l'érosion glacio-karstique. Celle-ci s'est exercée presque perpendiculairement à l'axe des plis, sans doute à la faveur d'une des nombreuses failles orientées N40°W qui hachent ce secteur très plissé du front de la nappe de Morcles. C'est la couverture de Malm de l'anticlinal de la Pointe Rousse qui forme le barrage rocheux fermant la cuvette au SE, entre le lac et les chalets de la Vogealle. Ce verrou est entaillé par une gorge d'origine probablement sous-glaciaire, le plus souvent à sec. Elle est axée sur une faille qui a abaissé le compar-

timent SW, comme on le constate au bas de la gorge, en montant du refuge au lac. Le synclinal où se loge le lac a vu sa couverture de Malm disparaître, et la cuvette est donc entièrement excavée dans les couches horizontales tendres de l'Infravalanginien (Collet, 1910). Le lac originel avait une longueur d'environ 1200 m, sitôt après le retrait glaciaire. Plus tard, des éboulements issus de la Pointe Rousse et un cône de déjection, formé par un torrent prenant sa source vers la Dent de Barne et traversant des terrains tendres, se rejoignirent à peu près au milieu de la cuvette, scindant le lac en deux. La partie aval se vida au travers du verrou principal et de la gorge, mettant à jour un verrou secondaire peu marqué. Quant à la partie amont, c'est le lac actuel. Elle est rapidement comblée par les éboulis issus des rives SW du lac et par les apports des torrents provenant du NW (Pointe de la Golette, Corne au Taureau (2600 m env.)). L'érosion mécanique glaciaire d'un appareil qui se déversait en direction du Fer-à-Cheval (belle moraine vers le chalet du Boret, à l'altitude de 1400 m environ) a sans doute été suivie et/ou précédée de dissolution karstique au détriment du Malm fortement diaclasé par la tectonique. En montant au lac, peu après le passage de la gorge et du verrou, un torrent issu des pentes inférieures de la pointe Rousse a dégagé en 1989, lors d'une grosse crue, des dalles de Malm encore polies par le glacier. Elles sont traversées par le sentier. Partout ailleurs, ce qui affleurerait a été largement ciselé par la corrosion. On peut noter encore qu'un lac a dû exister à l'emplacement de la cuvette, maintenant remblayée, où s'élève le refuge de la Vogealle. Retenu aussi par un verrou, sa surface devait atteindre 1.5 ha.

b) Hydrogéologie

Le lac de la Vogealle, malgré une surface atteignant environ 7 ha, a la particularité de se vider presque entièrement chaque année. En effet, de nombreuses pertes autour et au fond du lac drainent souterrainement les eaux vers la vallée, et ce n'est qu'aux très hautes eaux (fonte des neiges) que son niveau s'élève suffisamment pour franchir le seuil rocheux le retenant au SE. Un nivellement effectué en octobre 1985 a montré que ce seuil se trouve 5 m plus haut que le fond de la cuvette. Les affluents visibles sont localisés d'une part au SW (plusieurs torrents issus d'un névé quasi-permanent), d'autre part au NE (deux petits torrents pérennes issus des pentes supérieures). En fin de saison, leur débit total ne dépasse pas 5 l/s, alors qu'à la fonte des neiges, on atteint aisément 1 m³/s. A l'étiage (octobre ou novembre), la cuvette du lac, en général vide, présente un fond plat recouvert de limon noir atteignant une épais-

seur de plus d'un mètre. Seule, une petite étendue d'eau d'un demi-hectare et de 20 cm de profondeur subsiste au centre, que les affluents atteignent en serpentant sur le fond de vase.

Quelques émissaires s'en échappent, rejoignant une série de pertes plus ou moins alignées au pied de l'éboulis formant la bordure NE du lac. Une perte, active aux hautes eaux seulement, se trouve dans l'angle nord du lac ; l'eau s'engouffre alors avec bruit entre les pierres de l'éboulis. Pour localiser l'émergence des eaux, un traçage a été effectué en septembre 1984, expérience renouvelée le 20.10.86. Les eaux colorées sont ressorties une douzaine d'heures plus tard aux sources de la Bouille et du Fontanil, au-dessus de Nant-Bride, dans la vallée du Giffre, 6 km au SSW du lac et à l'altitude de 940 m. Un compte-rendu détaillé de l'expérience a été donné ailleurs (Sesiano, 1989). L'intuition des habitants de la région était donc confirmée, ainsi que l'avait mentionné Rayer, dans son ouvrage de 1850 (p. 30) et même Martin, en 1821.

La transparence Secchi ne dépasse guère un mètre dans ces eaux turbides, et les variations de hauteur vont du niveau de crue (5,1 m de profondeur maximum avec déversoir au seuil) à l'étiage (profondeur nulle). On peut relever que les paramètres donnés par Coupé et al. (1982) sont très approximatifs.

c) Paramètres du lac

(Établis entre 1982 et 1991)

| | |
|--------------------------|--|
| Largeur max. : | 190 m |
| Longueur max. : | 520 m |
| Surface max. : | 71.000 m ² |
| Profondeur max. : | 5,1 m |
| Profondeur moyenne : | 3,2 m |
| Volume max. : | 235.000 m ³ |
| Creux : | 0,019 |
| Fluctuations : | 5 m |
| Surface du b.-v. : | 2,75 km ² |
| Surf. lac/b.-v. : | 2,5% |
| Affluents et effluents : | débit très variable (de 5 à 500 l/s env.) |
| Temps de renouv. : | env. 2 mois |
| Transparence : | 1 m (4.10.83) 1,5 m (28.7.90) |
| Temp. surf. : | 15° (4.10.83) 14° (28.7.90) |
| Temp. fond : | 14° (2.9.82 ; 4.10.83) 12° (28.7.90) |

On trouvera la morphométrie et la physico-chimie des eaux aux tables X et Y.

Accès : du Fer-à-Cheval, un peu au-delà de Sixt, un sentier mène au refuge de la Vogealle, puis au lac, en 2 à 3 heures.

Petits plans d'eau voisins

LAC DU TROU (946.730/135.020/2170)

Ce petit plan d'eau, qui peut s'assécher lors d'automnes secs, est situé dans une combe structurale parallèle aux Dents Blanches, peu au-dessus du lac de la Vogealle. Les couches du Valanginien sont ici fortement redressées (pendage d'environ 50° vers le sud), et à la faveur de niveaux plus marneux, l'érosion glaciaire et torrentielle a excavé une petite auge qui court de la Dent de Barne (2756 m) à l'aplomb de la Pointe de la Golette, sur près de 2 km. Une fracture transverse aux Dents Blanches l'éventrant sous la pointe Bourdillon, elle a permis au drainage de s'échapper vers le lac de la Vogealle, par un phénomène de capture. L'aval de la combe, découpé de son drainage, est progressivement envahi par d'importants cônes d'éboulis issus de la face sud des Dents Blanches. C'est ainsi qu'un lac s'est créé entre un cône issu du col du Trou et celui issu des Dents Blanches occidentales; ils comblent peu à peu le lac. Sa forme se rapproche d'un triangle isocèle dont la base mesurerait au plus 85 m et la hauteur 30 m. Sa profondeur maximum peut atteindre 1 m ; 2 dm de limon noir recouvrent un fond pierreux. En rive sud, le bord de la combe domine le lac d'une dizaine de mètres. Le plan d'eau a un émissaire de crue en direction de l'ouest, l'eau se perdant ensuite dans les éboulis pour rejoindre plus bas un des affluents du lac de la Vogealle.

Lors d'une visite le 3.11.91, des venues d'eau (débit total 1 à 2 l/s) sourdaient des éboulis, au pied des Dents Blanches, et rejoignaient le lac du Trou quelques mètres plus loin.

MARE DE SAGEROUX (947.860/134.475/2235)

Située à un kilomètre à l'est du lac de la Vogealle, sur un replat de la montagne du Sageroux, cette petite nappe d'eau, appelée parfois lac de Perua, est temporaire. Elle est limitée au sud par une barre de roche en place (Valanginien), de quelques mètres de hauteur ; ailleurs, ce sont des pentes herbeuses, sauf à l'est et à l'ouest où trois maigres affluents ont formé un plan de gravier. Leur débit total est d'environ quelques l/s en temps normal, mais ils peuvent parfois tarir presque complètement. Au fond d'une cuvette plate et recouverte d'herbe et de limon (env. 40 cm) se trouvent deux pertes.

A la fonte des neiges ou lors d'abondantes précipitations, elles ne peuvent absorber toute l'eau et une mare ovale de 120 m sur 80 se forme ; sa profondeur atteint au maximum 0.4 m. La surface maximum du plan d'eau atteint alors 6000 m² et son volume environ 2000 m³. En temps normal, les affluents s'engouffrent directement dans les pertes, et la cuvette est à sec. Pour établir le point d'émergence des eaux, 200 gr de fluorescéine furent injectés le 3.8.89 dans un débit d'environ 2 l/s. 2 h 30 plus tard, un des torrents se jetant dans le lac de la Vogealle présentait de magnifiques reflets jaune-vert. L'eau sortait d'une fracture, après un parcours souterrain de 650 m et une dénivellation de 130 m. Elle avait pénétré le Valanginien, suivi le Berriasien selon son pendage et émergé sur l'écran d'un plan de faille inverse. D'autres petites sources, jusqu'à 70 m plus bas, furent également teintées, mais plus tardivement (1 h à 1 h 30). On trouvera un compte-rendu plus complet de ce traçage dans Sesiano (1990).

LAC DES VERDETS (943.960/134.880/1865)

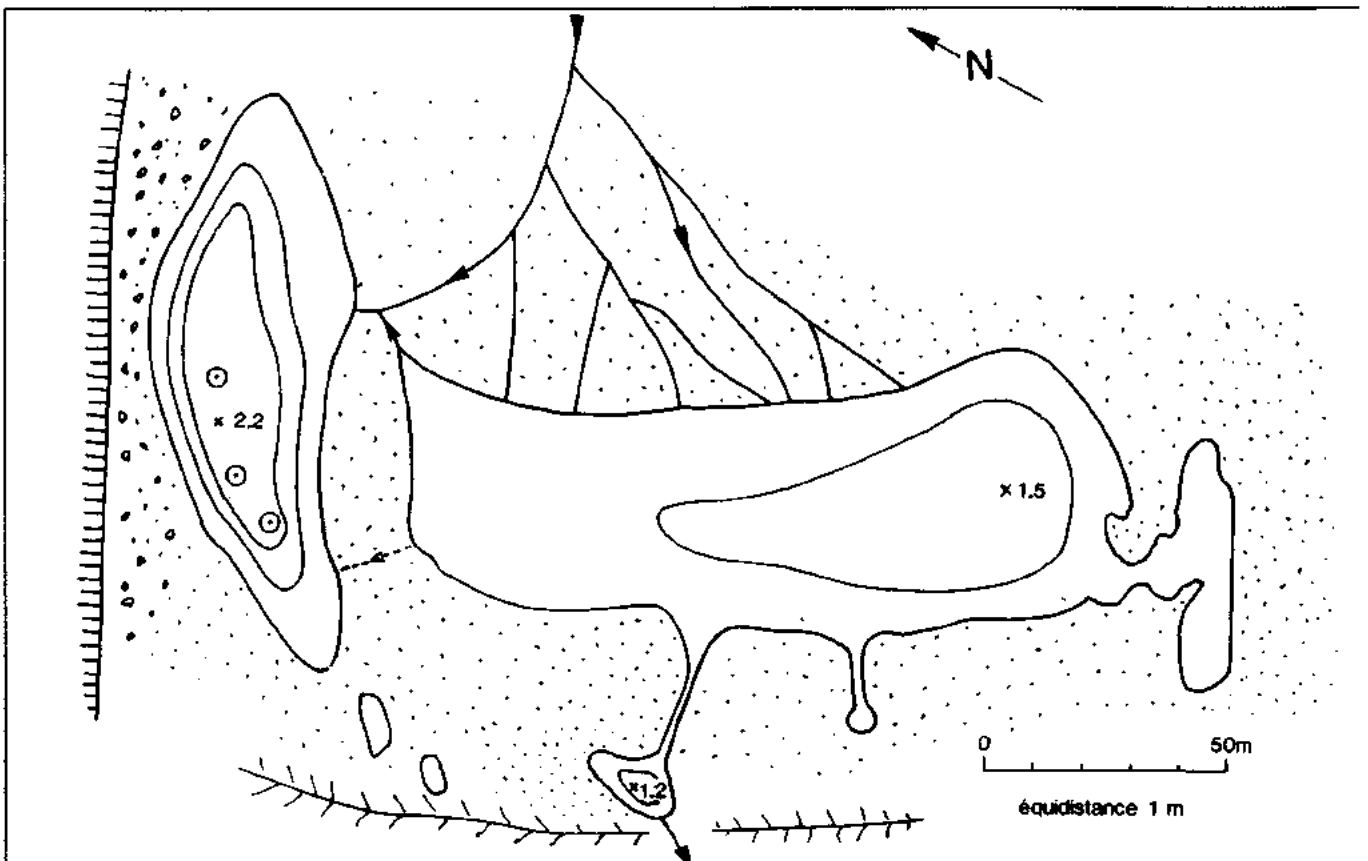
Ce lac temporaire est situé dans le vallon de Bossetan, 800 m en amont du refuge de Tornay. A la fonte des neiges, ou après d'abondantes pluies, un plan d'eau long de 155 m, large de 25 m et profond de 4.5 m, dimensions maxima, se forme

derrière un verrou de calcaire Priabonien (Garcin et al., 1989 ; Lundin, 1988). Sa cuvette est située dans des éboulements qui accidentent tout ce petit étroit synclinal, mais en rive droite, il est dominé par des dalles de calcaire à huîtres du Tertiaire. Son fond a été colmaté par des limons, mais cela n'empêche pas le lac de se vider totalement au bout de 10 à 15 jours. Au niveau maximum, un émissaire aérien fonctionne. Relevons que le lac originel devait être bien plus étendu, mais qu'il a été réduit par de gros éboulements issus des dents d'Odda.

MARE DES GRAPPINS (944.960/135.450/2099)

Cette petite mare, de 45 m sur 25 et de 0.4 m de profondeur, se trouve dans le haut du vallon de Bossetan. Elle est permanente, mais il ne reste qu'une petite gouille d'une centaine de m³ à l'étiage. Au centre d'un bassin fermé colmaté par des sédiments fins, elle est retenue par un seuil bas de calcaire marneux. L'émissaire, au nord, au bout d'un parcours de 15 m, se jette dans une fissure du calcaire (faciès lacustre de l'Eocène). Comme dans le cas du lac des Verdets mentionné ci-dessus, les eaux rejoignent probablement le collecteur drainant souterrainement le vallon de Bossetan avec des émergences sous les Allamands (Pied du Crêt, les Fontaines).

LACS DU PLAN DU BUET (949.060/125.620/2543)



a) Situation et origine géologique

Ces deux étendues d'eau, d'environ 1 ha, sont situées dans la combe du Buet, entre le sommet homonyme (3094 m), au sud, et le Grenier de Commune (2775 m), au NW. Au nord et au NE, l'arête du Grenairon (2700 à 2800 m) ferme la combe. Elle est largement ouverte vers le SW, dominant le cirque des Fonts.

Géologiquement, on se trouve ici dans le grand pli couché de la nappe de Morcles, et c'est l'érosion mécanique glaciaire qui est responsable de l'existence de la combe, entre la charnière anticlinale d'un pli couché (Malm) au NW, et les pentes du Buet, au sud. Elle a été excavée dans les schistes argileux noirs et imperméables de l'Oxfordien. L'altitude élevée du plan d'eau, à moins de 200 mètres de la limite des neiges permanentes dans cette région (Collet, 1910; Gauthier, 1973), a fait qu'au "Petit Age glaciaire" (1600-1850), un glacier devait encore occuper son emplacement. C'est à cet appareil que l'on doit les beaux arcs morainiques frontaux derrière lesquels se niche le lac.

b) Hydrogéologie

Le laps de temps pour observer les lacs nord et sud du Plan du Buet est très court, au plus deux mois par an. Concernant le lac sud, un névé presque permanent se trouve en rive sud, sur les premières pentes du Buet. Un vaste delta occupe tout le côté est du lac, contribuant au comblement de la cuvette. L'eau est turbide et le plus souvent homotherme, vu sa faible profondeur (entre 1 et 2 m). Lors d'une visite le 29.9.1983, les affluents apportaient en tout quelques l/s au lac. Sur la rive ouest, on observe un émissaire de crue: il est aérien, et alimente les cascades du cirque des Fonts. A l'extrémité nord du lac se trouve un autre plan d'eau, le lac nord, dont les eaux disparaissent en deux points précis. Comme il est limité quelques mètres au nord par une barre rocheuse de Malm, on a ici affaire à de véritables pertes. Aux hautes eaux, ce plan d'eau se déverse dans le lac sud, son alimentation excédant alors ses pertes; à l'étiage, il reçoit des eaux provenant du lac sud, car son niveau est alors plus bas. Pour localiser le point d'émergence des eaux, deux traçages eurent lieu. Le 14.8.86, 2 kg de fluorescéine furent injectés à la perte. Un violent orage perturba l'expérience, mais le traceur fut détecté en tout cas à la source du Dard, dans la vallée du Giffre, en face de Nantbride, et à celle du Vivier, 600 m à l'est de Sixt. La première émergence est sans doute un exutoire de crue, alors que la seconde est pérenne.

L'expérience fut répétée le 28.9.88 avec l'injection de 3 kg de fluorescéine. On obtint confirmation des résultats du premier traçage, la surveillance de sources supplémentaires n'ayant pas prouvé l'existence d'autres communications. Les sorties d'eau se trouvent donc 2 km au NW (Dard) et 5 km au NW (le Vivier) des lacs. Un compte-rendu de l'expérience a paru dans Sesiano (1990).

c) Paramètres des lacs

Ils ont été établis au cours de plusieurs visites entre 1983 et 1989. Ils peuvent fluctuer fortement selon la saison: nous avons donc donné les valeurs maximum et, entre parenthèses, les valeurs minimum.

| | lac sud | lac nord |
|---------------------|--|------------------------------|
| Largeur max.: | 55 m (45 m) | 40 m (0) |
| Longueur max.: | 170 m (130 m) | 120 m (0) |
| Surface: | 7700 m ² (3500 m ²) | 3300 m ² |
| Profondeur: | 1.5 m (0.8 m) | 2.2 m (0) |
| Volume: | 5900 m ³ (1900 m ³) | 4000 m ³ (0) |
| Creux: | 0.017 | 0.038 |
| Fluctuations: | 0.7 m | 2.2 m |
| Surface b.-v.: | 47 ha | |
| Surface lacs/b.-v.: | 2.3 % | |
| Débit affluents: | de 2 à 20 l/s | de 2 à 10 l/s |
| Transparence: | 1 m (29.9.83) | idem |
| Temps de renouv.: | env. 6 j. | env. 8 j. |
| Tsurf = Tfond: | 4° (29.9.83) 10° (28.9.88) 6.5° (4.10.89) 7.9° (11.10.90) | idem idem idem idem |

La morphométrie et la physico-chimie des eaux sont données aux tables X et Y.

Accès: à partir de Sixt, dans la vallée du Giffre, par le chemin à jeep conduisant au refuge du Grenairon; le sentier menant ensuite au Buet passe au bord des lacs. Il faut compter 4 à 5 h depuis le terminus de la route asphaltée.

Autres petits lacs de la région

LAC DU GRENIER (948.300/125.620/2519)

Situé à 800 m à l'ouest du lac du Plan du Buet, ce plan d'eau temporaire, de 40 m sur 115 au maximum, se trouve dans un petit vallon aveugle ouvert dans le Malm du pli couché du Grenier de Commune. Il peut avoir 1.5 m d'eau au maximum

à la fonte des neiges ou après de fortes et longues pluies, mais il s'assèche totalement en période d'été. Son émissaire se perd 200 m en aval, dans un gouffre, rejoignant certainement le réseau souterrain issu du lac du Plan du Buet. Il est limité sur son bord est par un névé permanent, au pied d'une paroi rocheuse. La surface du lac atteint 3500 m² et son volume 2000 m³ au maximum.

LAC DU CHEVAL BLANC (950.500/127.630/2480)

Ce petit lac est situé dans un ancien cirque glaciaire et il est retenu derrière une ondulation locale des couches du Bajocien supérieur. Des affleurements rocheux, polis et encore striés, dominent le lac au nord, ce qui prouve l'apparition assez récente de ce plan d'eau. Seule subsiste à l'est une langue de ce glacier, totalement recouverte de débris morainiques. Le lac a une longueur de 70 m et une largeur de 20 m. Il présente un petit bras sur son côté nord, d'une centaine de m². A son niveau maximum, 1,8 m, deux pertes évacuent les eaux : à l'extrémité aval et sur sa rive sud. Le niveau de l'eau baissant, seule une perte sous-lacustre fonctionnera, la profondeur se stabilisant à environ 1 m. Il ne restera alors qu'une gouille d'une centaine de m².

GOUILLE DU GRENAIRON (950.200/128.350/2325)

Ce minuscule plan d'eau permanent est situé sur un replat structural du Lias supérieur schisteux. Il est entouré d'herbes. Il mesure environ 15 m de diamètre, et sa profondeur atteint 0,2 m.

MARE DU TENNEVERGE (950.520/130.430/2125)

Il s'agit d'une petite mare permanente, dans le bas du vallon de Tenneverge, peu au-dessus des parois dominant le Fer-à-Cheval. Elle est située dans un replat des schistes oxfordiens, derrière un monticule. De forme ovoïde, son grand axe a une direction méridienne.

La mare avait une longueur de 16 m, une largeur de 7 m, et sa profondeur atteignait 45 cm lors de la visite, le 30.7.92. La température de l'eau était d'environ 15°. Le fond se compose de 50 cm de limon gris caillouteux. Le niveau de l'eau fluctue, s'élevant d'environ 30 cm au maximum, selon les conditions hydrologiques. L'alimentation est diffuse, provenant surtout des pentes herbeuses qui, en amont, forment un bassin de plus d'un hectare. Elle est compensée par l'évaporation et par la plus ou moins grande soif des bêtes qui lui rendent visite (moutons, chamois, etc.).

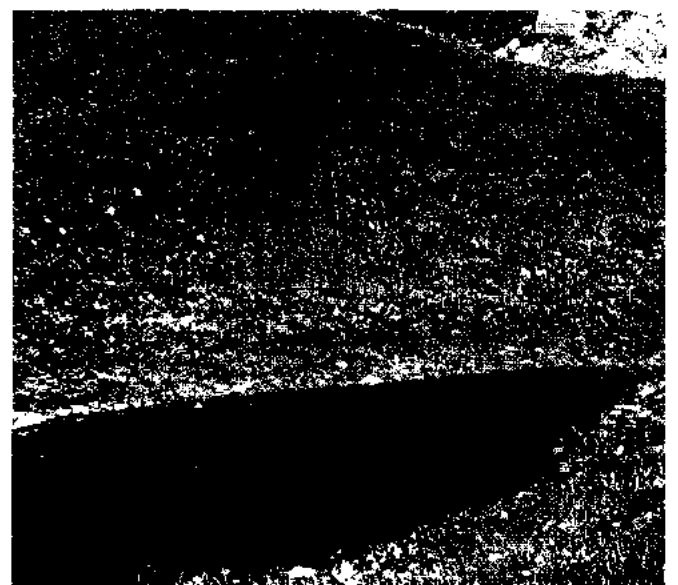
On peut relever la très nette couleur rouge de l'eau lors de la visite ; elle est due à la présence de bactéries *Chlamydomonas* sp. ou d'*Haematococcus pluvialis*, de la famille des Volvocacées. L'eau de la mare avait une conductibilité de 74 uS/cm, un pH de 7,51 et un contenu en fer de 0,57 mg/l. C'est donc bien le carotène de ces bactéries qui est responsable de cette teinte particulière de l'eau.

Remarque : 400 m au NE, au point 950.850/130.620/2210, on observe sur un replat la présence d'une mare temporaire. Elle avait 10 m de longueur, 7 m de largeur et une profondeur de 0,5 m lors de la visite, le 30.7.92. Elle est piriforme, d'axe NNE. La mare peut déborder, l'écoulement se faisant alors en direction du NNE, vers un petit torrent voisin. Le fond est pierreux. Des pentes herbeuses entourent le plan d'eau.

Ces mares sont accessibles à partir du Fer-à-Cheval (par le Pas Noir, délicat), ou par Emasson et le col du Tenneverge, en 3 h environ.



Lac du Cheval Blanc



Mare du Tenneverge

e de
ence
1.
e de
une
et un
en e
e de

22
more
n de
visite
more
rs en
n. Le
urent

er-ô-
ssch



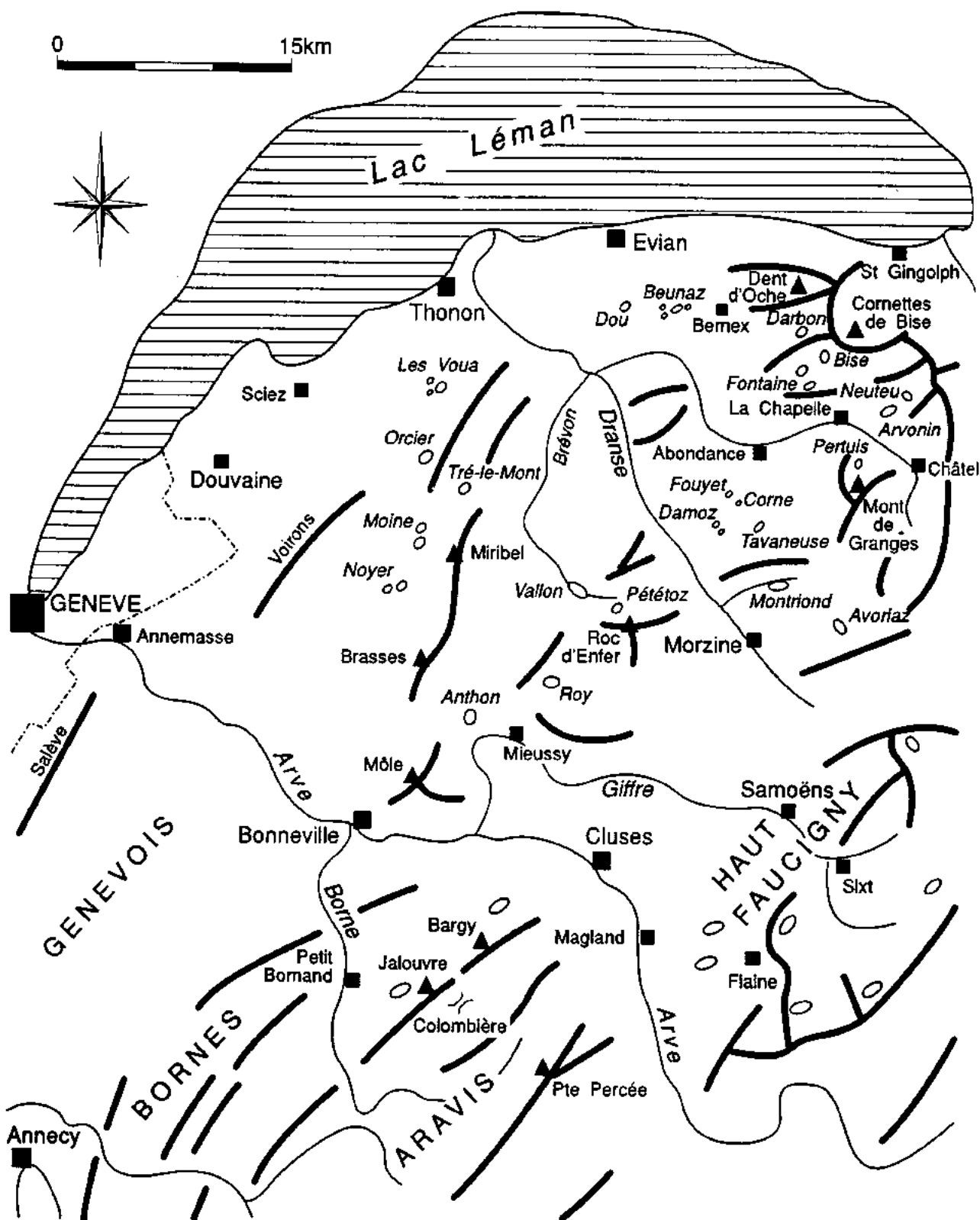
SECTEUR

CHABLAIS, GENEVOIS

ET RESTE

DE LA HAUTE-SAVOIE

Région du Chablais et du Genevois



D) CHABLAIS, GENEVOIS ET RESTE DE LA HAUTE-SAVOIE

Nous avons subdivisé cette vaste région de la Haute-Savoie en trois secteurs.

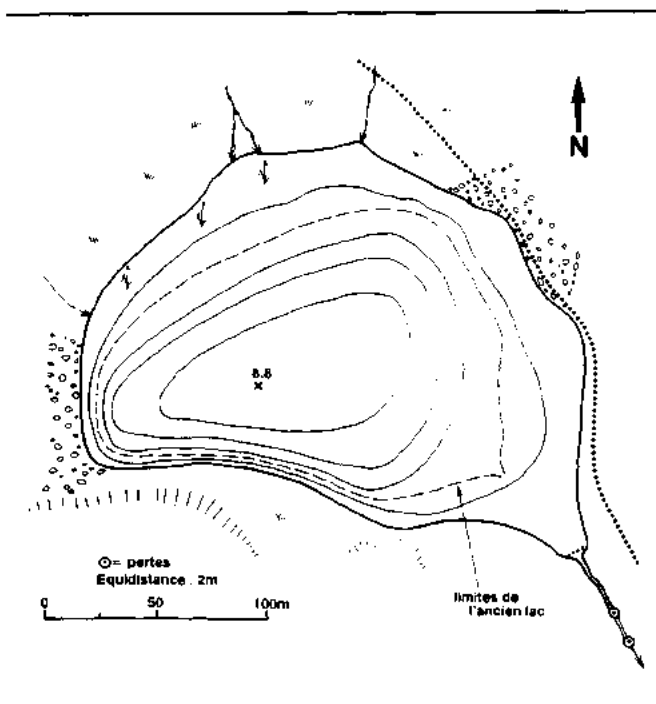
Il s'agit d'abord de la partie montagneuse, recouvrant une substantielle fraction des Préalpes, entre 500 et un peu plus de 2000 m d'altitude. Elle est bordée au nord par la frontière franco-suisse, et à l'est par le Haut-Faucigny (ou Hautes-Alpes calcaires); son extrémité NW vient s'abîmer dans le Léman, entre Evian et St Gingolph.

Une seconde partie est située entre la précédente et le Léman; au sud, elle est limitée par la frontière franco-suisse et la basse vallée de l'Arve.

Enfin, une dernière partie traite du reste de la Haute-Savoie qui a encore été ignorée, à savoir le secteur compris entre l'Arve, le Rhône et la frontière départementale avec la Savoie; à l'est, on retrouve la première partie de l'inventaire, la région Bornes-Aravis.

Les plans d'eau ont en général été décrits du nord au sud, et d'est en ouest.

Lac d'Arvouin (944.300/155.820/1670)



a) Situation et origine

Ce lac est situé dans le bassin-versant de la Dranse d'Abondance, 2.5 km au NE de La Chapelle, et à quelques centaines de mètres de la frontière franco-suisse. Il fait partie de l'étude de Serra-Bertral (1976) sur six lacs de montagne du Chablais. Par conséquent, nous ne nous étendrons que sur quelques points

Tout d'abord, l'origine géologique du lac qui ne semble pas avoir été saisie correctement par Serra-Bertral, repris du reste par Coupé et al. (1982). Nous sommes ici à la limite entre deux

nappes : celle de la Simme, au nord, représentée par le Flysch à Helminthoïdes, sur lequel repose la partie septentrionale du lac, la nappe des Préalpes médianes, formée des Flysch schisto-marneux de l'Eocène, affleurant sous le lac, des couches rouges du Crétacé supérieur, formant la partie aval de la cuvette et son verrou, et enfin du Malm (Jurassique supérieur), calcaire massif que l'on trouve dans les parois et sommets entourant le lac, ainsi qu'en aval. Alors que Serra-Bertral ne voit qu'une érosion karstique à l'origine du lac, il nous semble plutôt qu'il est typiquement d'origine glaciaire. En effet, vu l'altitude du plan d'eau (1670 m environ) et des sommets environnants (plus de 2000 m), et grâce à l'orientation du bassin-versant, ce cirque a parfaitement joué son rôle d'accumulation pour un appareil qui a élargi une zone tendre (les Flysch) et surcreusé le contact entre des matériaux très différents de par la stratigraphie et le faciès. La zone aval, plus résistante, a formé un verrou s'ouvrant sur une paroi. Il y avait donc à l'origine une cascade permanente qui tombait de cette vallée suspendue. Ultérieurement, les eaux de l'émissaire ont trouvé des issues souterraines entre le lac et la cascade, une cinquantaine de mètres après le plan d'eau. Actuellement, ce n'est que lorsque le débit est trop élevé que ces fissures, ne pouvant pas (encore) absorber toute l'eau, sont engorgées, laissant passer le surplus qui va alimenter très temporairement la cascade.

D'autre part, à la fin des années 70, le niveau du lac a été rehaussé par une petite digue de 0.5 m à l'exutoire, puis à nouveau en 1982, mais cette fois de 2 m. Le lac d'Arvouin a vu alors sa surface presque doubler, recouvrant du même coup les zones marécageuses et à tourbières qui entou-

raient le lac originel (sa surface : 17.500 m²). Les paramètres morphométriques que nous donnons sont ceux de l'état actuel.

b) Hydrogéologie

Les eaux de l'émissaire disparaissant en temps normal dans les roches fissurées du Crétacé supérieur, Serra-Bertral a supposé qu'elles revoient le jour 500 m au SW et 150 m plus bas, dans le vallon s'ouvrant en aval du lac (ruisseau des Thoules ou d'Arvouin). Afin de vérifier ceci, nous effectuâmes un traçage le 3.11.83 avec l'injection de 0.2 kg de fluorescéine à la perte (débit environ 5 l/s). Des fluocapteurs posés aux ruisseaux du Nant, de la Pantiaz, des Thoules et de Chevenne, se jetant dans la Dranse entre Châtel et La Chapelle d'Abondance, n'indiquèrent aucune trace du colorant. Comme une forte crue les 26-27.11.83 avait perturbé l'expérience, un second traçage eut lieu le 5.8.84 avec 0.5 kg de fluorescéine. La surveillance des torrents de Chevenne, des Thoules et de la Pantiaz ne donna rien. Un ultime traçage fut tenté le 30.5.90 avec 2 kg du même colorant. La surveillance se fit aux mêmes points, mais également à la Dranse, près d'Abondance, et aux sources de Richebourg, ainsi qu'à plusieurs ruisseaux du versant suisse (torrent de Torgon et du Fossau). Jusqu'au 2 juin, rien n'avait été détecté. Une forte crue entre le 2 et le 14 emporta une partie des fluocapteurs; les "survivants" n'indiquèrent pas l'ombre de colorant. Le mystère du devenir des eaux du lac d'Arvouin reste donc entier. Il est vrai que nous penchions plutôt pour une réapparition aux sources de Richebourg, à cause du pendage des couches et de la présence du Trias (dolomies et carnieules). Mais il est clair que le décrochement de La Chapelle peut aussi diriger les eaux directement dans les alluvions de la vallée de la Dranse avec émergence dans le sous-écoulement de la rivière.

c) Observations

Lors d'une visite le 17.10.89, les trois affluents apportaient chacun 0.5 l/s au lac, le débit de l'émissaire étant alors de 3 l/s. Le 29.10.89, la température des eaux de surface était de 9°.

La morphométrie et la physico-chimie sont données aux tables X et Y.

L'accès au lac est aisé : une bonne route mène de la Chapelle à Sevan (1550 m), puis un chemin à jeep permet d'accéder au lac.

Plans d'eau voisins :

Lac des Vonnes (947.150/149.600/1240)

C'est un plan d'eau situé 1 km au SE de Châtel, dont le début de l'excavation remonte à 1973, sur

l'emplacement d'un petit lac artificiel et d'un marais. 8 m de vase furent enlevés, puis la mise en eau suivit en 1976. La profondeur maximum de la bonde atteint 12 m. Ce lac est alimenté par le torrent issu du Pas-de-Morgins, col à la frontière franco-suisse.

Mare de Vouerca (945.530/146.370/2000)

Il s'agit d'un plan d'eau permanent, affecté par de fortes variations de niveau. Situé dans la nappe de la Brèche au fond d'une cuvette herbeuse, il doit son existence à une zone faillée qui a, entre autre, engendré au nord du lac le col de Vouerca. Lors de la visite, le 24.7.92, il mesurait 48 m de longueur, 20 m de largeur et sa profondeur atteignait 1.1 m dans la cuvette sud et 1.3 m dans la cuvette nord; elles étaient séparées par un seuil de 0.9 m de profondeur. Surface et volume valent respectivement 850 m² et 400 m³. Si le niveau monte encore de 5 cm, le lac se vide dans une perte, à une dizaine de mètres du bord de la cuvette sud. La température de l'eau était de 16.5°. Une dizaine de cm de limon recouvrent un fond pierreux.

Lac du Linga (945.690/146.150/2050)

Ce petit lac permanent a des paramètres beaucoup plus stables que le précédent. Il est situé dans une ondulation plus marneuse des calcaires gréseux appartenant aux schistes ardoisiers de la nappe de la Brèche, accentuée par l'érosion et la dissolution. Des bancs bréchiques de rochers herboux dominant le plan d'eau à l'est et à l'ouest. Il mesure 47 m de longueur et 18 m de largeur, et sa profondeur maximum atteint 1.2 m. Surface et volume valent respectivement 650 m² et 350 m³. Avec un niveau 3 cm plus élevé, le lac se déverse au bout d'un chenal d'une quinzaine de mètres dans une perte, au fond d'une cuvette, en rive ouest.

La température de l'eau était de 15.5° lors de la visite, le 24.7.92, et 10 cm de limon recouvrent le fond.

On peut relever que ce plan d'eau et le précédent étaient encore sous 1 m de neige 6 semaines auparavant.

Etang de la Mouille (948.150/150.250/1575)

Cette ancienne tourbière, 1.2 km au SE de Châtel, est en voie de disparition. L'eau affleure sur 1.5 ha, recouvrant en certains endroits de quelques dm d'eau, un sol spongieux de plus de 1.5 m d'épaisseur. Elle a déjà été partiellement attérée par les remontées mécaniques de la station de ski de Châtel. Elle est accessible par un chemin à jeep au départ de cette localité.

Dépression du Tronchet (947.900/153.350/1850)

2.5 km au NNE de Châtel se trouve une zone déprimée accessible en jeep. Son fond peut se recouvrir d'eau à la fonte des neiges ou lors d'abondantes pluies, créant ainsi un plan d'eau de plusieurs milliers de m². La région étant parsemée de dolines, l'eau est drainée souterrainement.

Mares des Mattes (943.750/149.850/1915)

Sur l'arête est du Mont de Grange, entre le chalet des Mattes et la pointe homonyme, on observe dans le pâturage cinq mares artificielles, créées pour le bétail. Elles ont au maximum 10 m de diamètre et 30 cm de profondeur. Elles peuvent s'assécher en période d'étiage.

L'accès général à ces mares est identique à celui donné ci-dessous.

Lac de la Torrens (944.460/150.030/1795)

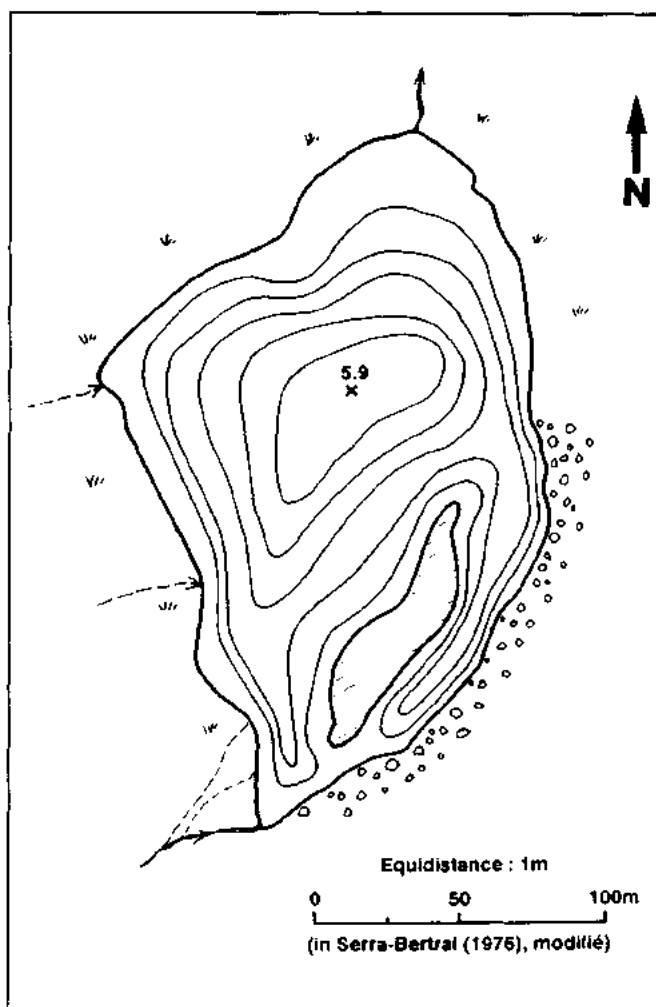
Entouré de pentes herbeuses et de quelques sapins, il se trouve 700 m à l'est des mares précédentes, mais il s'agit cette fois d'un petit plan d'eau naturel. L'eau s'est en effet accumulée dans un glissement rotationnel de l'arête, parti de la Tête de la Torrens, et ayant provoqué plusieurs dépressions, toutes plus petites que celle du lac. La géologie nous indique ici des Flysch grésocalcaires de la nappe de la Brèche (Chessex, 1959).

La forme du lac est celle d'un triangle de 50 m de base et de 28 m de hauteur. Sa surface atteint donc 700 m². Près du sommet du triangle, au NW, une petite source l'alimente (env. 2 l/mn, le 23.5.92). L'eau disparaît dans des fissures du rocher, qui affleure discrètement en rive SE.

Ce petit lac, qui est permanent, est envahi de plantes aquatiques. Au centre, on observe deux îles flottantes, entourées de fenêtres d'eau libre dont la profondeur maximum atteint 1.5 m; au-dessous, il y a encore 60 à 70 cm de limon surmontant un fond caillouteux. Ce limon dégage principalement du H₂S lorsqu'il est remué. Ailleurs, la profondeur est de 30 à 80 cm. Lors de la visite, la température de l'eau, parfaitement transparente, atteignait 10.5°. Une faune variée occupe le plan d'eau : tritons, grenouilles, dytiques, etc.

L'accès se fait à partir de Très-les-Pierres, au sud de Châtel, par Sur-le-Crac et Cornillon, en 1 h 30, par un bon chemin raide.

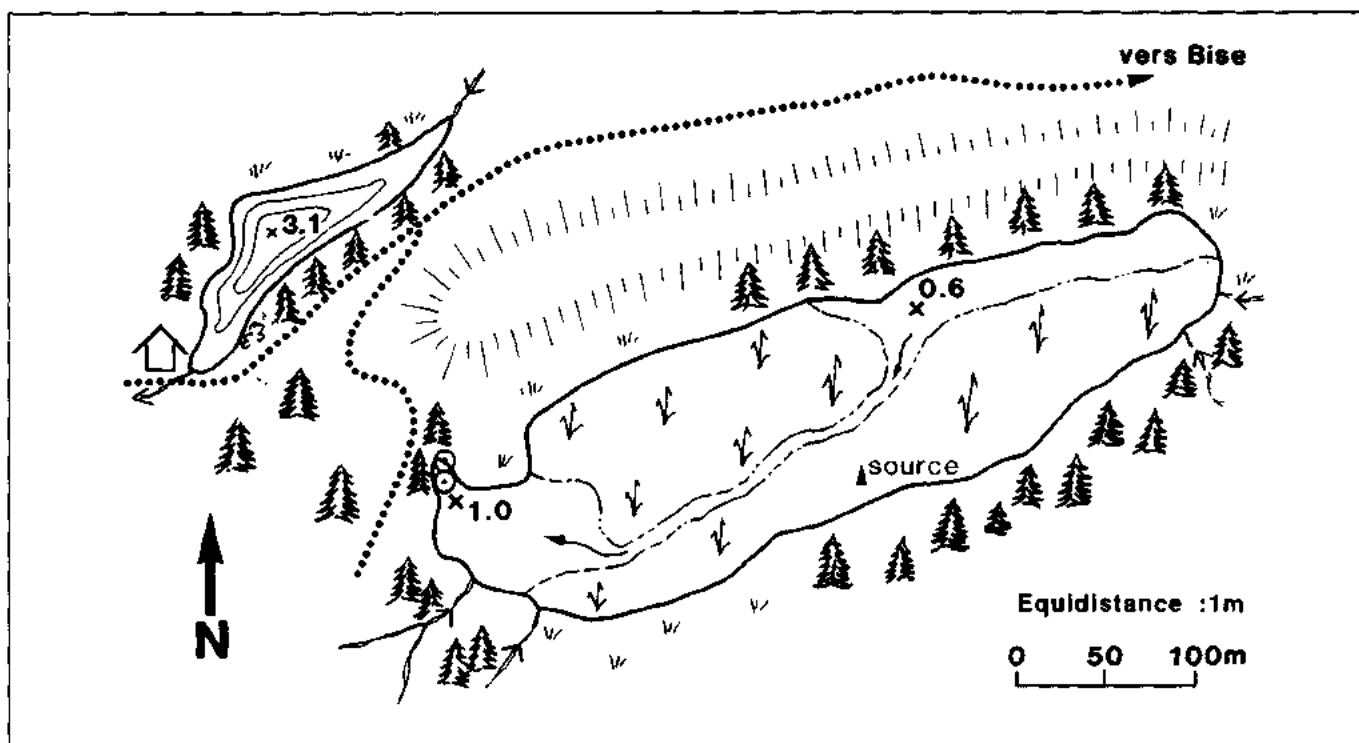
Lac de Tavaneuse (937.900/146.650/1805)



Ce lac ayant été étudié par Serra-Bertral (1976), notre traitement sera donc très succinct. Disons simplement qu'il est logé dans un cirque typiquement glaciaire, suspendu au-dessus de la vallée principale. Il est retenu derrière un verrou de Brèche, sur lequel se sont déposés des matériaux morainiques. On a donc eu surcreusement. La cuvette qui en est résultée est en voie de comblement rapide par le delta de l'affluent et par les éboulis issus des parois dominant le lac de près de 200 m. Une île de 1400 m² de surface occupe la partie SE du plan d'eau. C'est peut-être une moraine de névé ayant été créée lors du Petit Age glaciaire, à moins qu'elle résulte d'un effondrement en masse d'une tranche de la paroi sus-jacente suivi d'un glissement sur un névé ou sur un glacier moribond.

La morphométrie du lac et la physico-chimie de l'eau sont données aux tables X et Y.

L'accès au lac est aisé: par un sentier au départ de Prétairlé et passant par les chalets de Tavaneuse, bâtis à l'extrémité d'une belle moraine, en 2 h.



a) Situation et cadre géologique

Le lac de la Léchère (de "liscaria", lieu envahi par les lèches, herbes des marais) est situé 3 km au SW des Cornettes de Bise, point culminant des Préalpes de l'est du Chablais, à cheval sur la frontière franco-suisse. Il se trouve sur le versant gauche de la vallée drainée par l'Eau Noire, torrent se jetant dans la Dranse d'Abondance près de Vacheresse.

Dans la région concernée, la nappe des Préalpes médianes présente une tectonique plutôt cassante, où failles et écaïlles se succèdent. Le lac de la Léchère est justement situé sur un contact anormal entre les calcaires gris clair du Malm (Jurassique supérieur) et ceux des couches rouges du Crétacé supérieur. Les premiers affleurent dans les parois dominant le lac; les seconds se retrouvent sous la forme d'une butte étroite et allongée, d'une trentaine de mètres de hauteur, séparant la cuvette du lac de la Léchère de la vallée de l'Eau Noire. Cette petite cuvette, d'origine tectonique, mais remodelée sans doute par le glacier issu des Cornettes, occupée maintenant par le plan d'eau, se poursuit sous la forme d'une vallée sèche rejoignant l'Eau Noire 1 km en aval.

b) Hydrogéologie

Comme on vient de le voir, ce vallon était drainé auparavant par un torrent se jetant dans l'Eau Noire. Il semble cependant qu'un éboulement, descendu de l'arête SE de la Pointe de Lachau,

ait fermé le vallon, créant ainsi le lac de la Léchère. Il devait s'étendre sur près de 10 ha et se déversait par-dessus l'éboulement. Progressivement, les eaux trouvèrent des exutoires souterrains dans ces calcaires très diaclasés. Actuellement, il ne subsiste plus qu'un plan d'eau temporaire, à la suite de fortes pluies et à la fonte des neiges. La perte, située à l'extrémité SW du lac, au pied d'un escarpement rocheux de quelques mètres, n'est pas encore assez développée pour écouler l'eau en continu, si bien qu'elle s'engorge par fort débit.

En hautes eaux, la profondeur maximum du lac atteint environ 1 m au voisinage de la perte, sur un fond caillouteux. Partout ailleurs, le plan d'eau est envahi par de la végétation aquatique (Carex, Potamois, etc.), recouverte temporairement par quelques dm d'eau. Un chenal central draine le plan d'eau vers la perte. Puis la surface s'assèche peu à peu. Elle était alors autrefois fauchée. En fin de saison, il ne reste plus qu'un filet d'eau se dirigeant vers la perte.

Afin de localiser le point de réapparition des eaux, un traçage fut tenté le 5.6.83, avec 0.1 kg de fluorescéine injectée dans un débit à la perte, alors submergée, de quelques l/s. La résurgence des eaux était attendue au bas de la vallée sèche, 0.7 km en aval, où se trouve effectivement une source. Ce ne fut pas le cas, malgré une surveillance de 24 h.

Un second traçage eut lieu le 16.11.89 avec 2 kg de fluorescéine. Le débit à la perte était alors de

1 l/s. Le site était enneigé et l'eau arrivait à la perte en circulant sous une mince couche de glace. De très nombreux points firent l'objet d'une surveillance, car il nous semblait que le problème pouvait être complexe : les nombreuses failles transverses aux structures plissées laissaient anticiper une sortie de l'eau dans des vallées voisines. Des fluocapteurs furent posés et des échantillons d'eau prélevés au torrent de Chevenne, aux sources de "Sous le Pas" et de Bellegarde, tous entre La Chapelle et Abondance, puis dans la Dranse vers sa confluence avec l'Eau Noire, dans cette dernière, à sa confluence et en amont, et enfin aux Ouvertures, groupe de sources en rive droite du vallon de Bise, entre Vacheresse et Fontaine. La surveillance dura jusqu'au 21.12.89. Seules les sources des Ouvertures, et l'Eau Noire, partie aval, dans laquelle elles se jettent, montrèrent le passage du traceur dans un laps de temps de 2 à 6 jours. Ce traçage s'étant fait en condition d'étiage, nous fîmes une troisième tentative le 12.4.90 avec 1 kg du même colorant. Il fut précédé d'une expérience à blanc (17-30.3.90) pour cerner un éventuel bruit de fond, reste des expériences de fin 1989. Le débit à la perte était alors de 5 l/s, mais il n'y avait pas de refoulement. Cependant, deux jours plus tard, avec un débit d'environ 10 l/s, la perte refoulait, et l'on avait un bassin de 2 m sur 3, et de près d'un mètre de profondeur. Toutes les sources surveillées étaient en crue. Le traceur ressortit au même point que précédemment, entre 2 et 5 jours plus tard.

On peut donc dire en conclusion que le transit est assez long pour une distance de 3 km. La circulation se fait probablement ainsi: l'eau suit une fracture en direction du NW, traverse le Crétacé supérieur, entre dans le Malm, en ayant passé sous le drainage de surface (l'Eau Noire). Cette fracture est sans doute encore étroite, preuve en est le refoulement fréquent de l'eau. Elle rejoint alors une faille parallèle à l'axe de l'anticlinal Chillon-Semy; elle s'écoule ensuite vers l'aval et émerge à la faveur de la cluse créée par l'Eau Noire au travers de l'anticlinal. Cette faille draine également toute la retombée SE du pli, dont la mare de Chillon (voir plus bas), ce qui explique ses sautes de débit, jusqu'à 100 l/s, mais jamais moins de 5 l/s. Ce collecteur dans le Malm est donc probablement bien développé. L'écoulement était en fait bien plus complexe qu'on ne l'avait supposé au départ, six ans auparavant !

L'alimentation du lac consiste en deux affluents temporaires, issus des pentes supérieures, et qui rejoignent le plan d'eau à l'est. En rive sud, une source, parfois sous-lacustre, est la seule arrivée pérenne.

La morphométrie du lac de la Léchère se trouve à la table X.

L'accès se fait à partir de Vacheresse, dans la vallée d'Abondance, puis on remonte la vallée de l'Eau Noire en direction de Bise.

Lac de Fontaine (939.150/156.570/1330)

Ce petit lac, de forme triangulaire (base du triangle 210 m, hauteur 50 m) est situé en aval du lac de Bise, sur le cours de l'Eau Noire. Il doit son existence à un gros éboulement descendu du versant droit du vallon. A nouveau, c'est la carapace de Malm qui a glissé sur le substratum marneux du Lias. La rive nord du lac, du sommet du triangle jusqu'à l'émissaire, est retenue par l'éboulement, alors que du sommet du triangle à l'affluent, on a l'ancien flanc de vallée, non recouvert par les matériaux éboulés. Il est possible qu'un barrage par une moraine frontale ait joué un rôle antérieur, mais il est maintenant sous l'éboulement. En effet, quelques dépôts glaciaires sont visibles un peu plus bas, et il y a peut-être eu stationnement du glacier de Bise à cette étroiture de la vallée.

Une petite digue a été érigée sur l'émissaire, à la sortie du lac, pour la traversée de la route de la rive droite à la rive gauche de l'Eau Noire, et avant 1950, pour le chemin de Bise qui passait ici de la rive gauche à la rive droite ! Le niveau du plan d'eau a ainsi été rehaussé de quelques dm. Le comblement du lac est lent, car l'Eau Noire prend naissance 700 m en amont, et sa charge solide est faible.

Lors d'une visite le 13.7.87, une grande partie du lac de Fontaine était recouverte d'algues; mais le fond, à 3.1 m, était visible, et la couleur Forel était de VI. Ce phénomène de croissance exubérante de la végétation se reproduit chaque année, car le lac est dans un état eutrophe : le rejet de purin à Bise dans des eaux qui se révéleront être la "source" de l'Eau Noire, et la température élevée de l'eau dans cette cuvette bien exposée et parfois sans émissaire (voir ci-dessous) en sont les causes. Le 11.11.89, la température de surface était de 5.5° et celle du fond de 6.5° ; le disque était visible jusqu'au fond. Le 2.5.90, le débit de l'affluent était d'environ 30 l/s, et sa température de 7.5°. Le 30.8.90, après un été sec, son débit n'était plus que de 1 à 2 l/s, mais l'émissaire était à sec ; puis le niveau du lac continua de baisser régulièrement pour atteindre 60 cm sous le seuil le 10.9.90. L'affluent (débit 1 l/s) se jetait alors 12 m en aval de l'embouchure normale. Comme le cours de l'Eau Noire était à sec en aval du lac, il semble que de l'eau du lac de Fontaine s'infiltra dans la cuvette, rejoignant sans doute l'émissaire souterrain du lac de la Léchère voisin. Le déficit

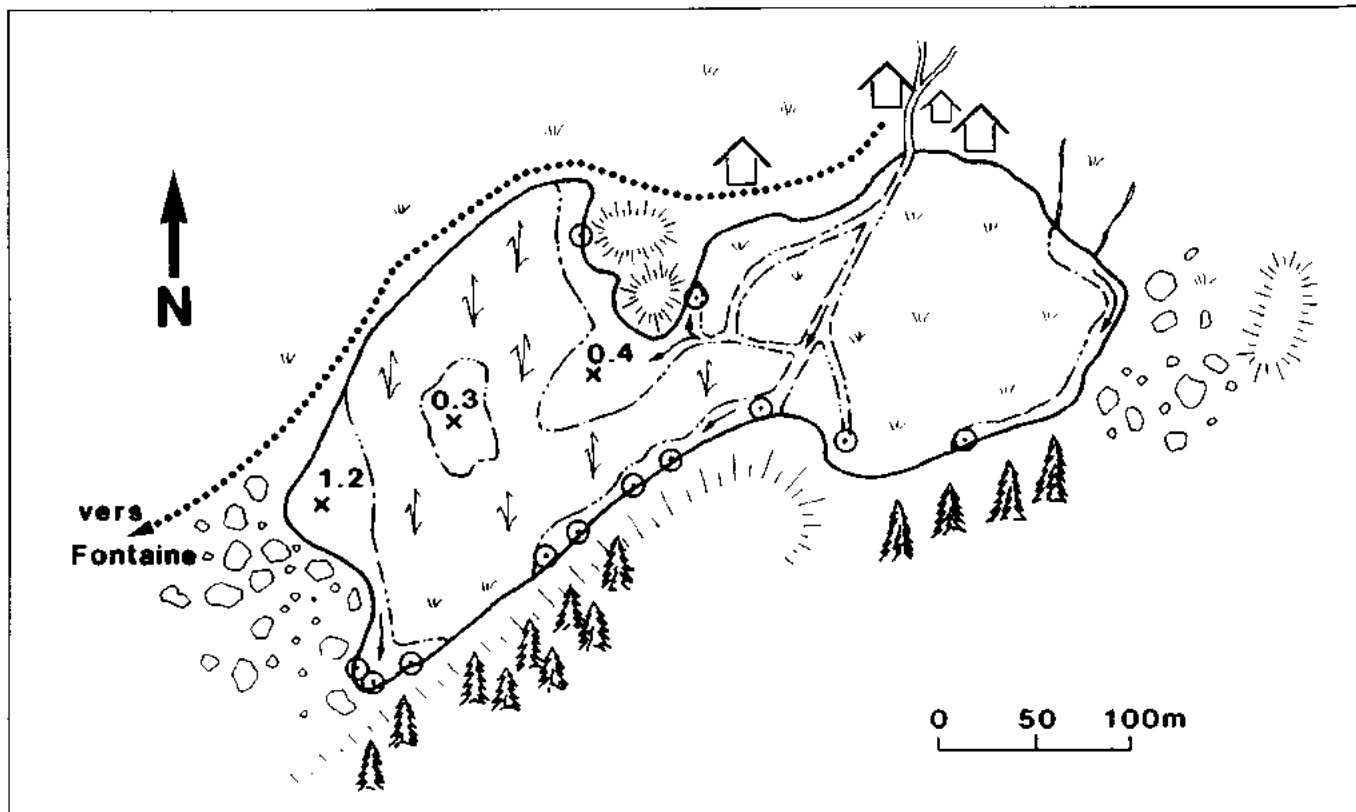
serait ainsi de 100 à 200 m³/jour, selon le niveau du plan d'eau. L'émergence commune serait aux Ouvertures, 3 km en aval.

La morphométrie et la physico-chimie des eaux

du lac de Fontaine se trouvent aux tables X et Y.

L'accès au lac est très facile, la route Vacheresse-Bise passant sur sa rive gauche.

Lac de Bise (940.700/157.250/1495)



a) Situation et origine

Le lac de Bise, qui n'est que le reliquat d'un plan d'eau plus étendu, se trouve au pied des parois ouest des Cornettes de Bise, qui le dominent de près de 1000 m. Il est situé à 1.5 km de la frontière franco-suisse, dans une zone tectonisée appartenant à la nappe des Préalpes médianes. Favre, dans son important ouvrage écrit en 1867, mentionne le cirque dans lequel se loge le lac; il estime que celui-ci a dû former un beau réservoir pour un glacier s'écoulant dans le vallon de Bise, pour autant que "la ligne des neiges éternelles se soit abaissée une fois au niveau du cirque de Bise" (Favre, 1867: t. II, § 335). Même avec une limite un peu plus élevée, soit 1700 voire 1800 m, on a certainement eu la présence d'une puissante langue glaciaire dans la vallée. Favre y voit comme preuve l'accumulation de blocs se trouvant à la sortie du cirque, vers 1500 m d'altitude, qu'il pense être des débris glaciaires.

Il ne nous semble pas que ce soit le cas, et nous avons plutôt tendance à y voir les restes d'un éboulement parti de la pointe de Bénévent. En

fait, cette situation est fréquente dans la région car les flancs des vallées sont souvent en plan structural. Les couches de calcaire du Malm ont des pendages (30 à 35°) qui excèdent la limite d'adhérence avec le Lias inférieur siliceux sous-jacent. Ce dernier étant imperméable, l'eau infiltrée ruisselle à son contact, et l'on a un niveau de décollement idéal, surtout que le pied de la dalle de Malm, au fond de la vallée, a souvent été enlevé par l'érosion glaciaire. Des circulations souterraines entre ces deux niveaux ont du reste été découvertes et explorées par l'auteur dans la région. Mais il est probable que cet éboulement recouvert des dépôts glaciaires, puisque ces derniers affleurent en amont et en aval du lac.

b) Hydrogéologie

Le lac de Bise, qui n'est plus qu'un plan d'eau moribond, présente de fortes variations de niveau ce qui souvent trahit un écoulement souterrain est en fait séparé en deux parties: le bassin oriental se présente plutôt sous l'aspect d'un vaste cône de déjection construit par le torrent de Bise

sa frange sud est marécageuse (quelques dm d'eau), et un entonnoir de 2 m de profondeur évacue les eaux. Le bassin occidental reçoit l'affluent principal provenant des cirques au nord des chalets de Bise; son débit est variable, de quelques l/s à l'étiage à 200 l/s lors de fortes crues. C'est cette partie qui voit son niveau fluctuer fortement, la surface du lac passant de plus de 3 ha à la fonte des neiges, à quelques milliers de m² en automne. Elle est envahie de plantes aquatiques, sauf dans un chenal central, reste d'un drainage artificiel (1 à 1.5 m de profondeur). A l'étiage, le torrent se perd déjà en partie entre les chalets et le lac, le reste disparaissant dans des pertes au pied d'une butte calcaire voisine de la route, ainsi que dans l'angle SW du lac, au pied des blocs de l'éboulement, maintenant colonisés par la végétation.

Quant au point de sortie de l'eau, il semblait évident : 700 m en aval du lac, au lieu-dit Creux de l'Aduin, on remarque une émergence qui est la source de l'Eau Noire, torrent drainant la vallée. Mais elle ne correspond ni au débit, ni à la température de ce qui pourrait provenir du lac. Elle reçoit probablement les eaux de la zone située entre la Dent du Chat et le Saix de Mens, au sud du lac de Bise. Il fallait donc trouver autre chose.

Des rochers affleurent en plusieurs points de la cuvette lacustre: 200 m au SW des chalets de Bise, on a un affleurement de calcaire du Crétacé supérieur, mentionné ci-dessus. On y observe des diaclases entre lesquelles de l'eau disparaît. Sur l'autre rive du lac, en face, les mêmes roches affleurent, et on y a également des pertes. Un peu plus loin, au NE, on a également une perte, mais comme on l'a vu plus haut, elle draine plutôt les eaux issues de la partie orientale du cirque.

Lors de nos déplacements dans la région, on nous avait fait part de rumeurs incontrôlées faisant état d'un empoisonnement collectif des habitants de Richebourg, dans la vallée de la Dranse, entre Abondance et La Chapelle. En effet, située 3700 m au sud du lac, au pied d'un escarpement de Malm (Les Saix de Miolène), une grosse émergence aux nombreux griffons et au débit très variable (de 0 à 500 l/s) était utilisée pour les besoins de la population. Et après la guerre de 39-45, elle avait propagé dans le village la fièvre typhoïde. L'ingénieur des Ponts et Chaussées avait fait faire un traçage au lac de Bise en basses eaux, et la fluorescéine était ressortie 4 jours plus tard à Richebourg. De la sulforhodamine déversée quelques jours après, aurait mis environ 7 jours, car le débit avait encore diminué entre temps. Ainsi, c'est l'alpage de Bise qui était montré du doigt comme source de la contamination : des

cadavres de vaches n'avaient-ils pas été jetés dans le lac ?

Vers 1951, un entonnoir se serait ouvert dans le lac, engloutissant tout le torrent et asséchant le plan d'eau. L'ingénieur l'aurait fait combler et canaliser le torrent pour éviter ce trou.

Pour être au clair sur la question, nous tentâmes un traçage avec 2 kg de fluorescéine le 29.10.89. Le colorant fut injecté aux pertes nord. Le lac était alors "en eau", de fortes pluies ayant eu lieu durant les dernières 24 heures. Furent surveillées les sources de Richebourg, de "Sous-le-Pas", de Bellegarde et des Ouvertures, ainsi que les torrents de Chevenne, de la Dranse et de l'Eau Noire. Seuls les fluocapteurs de ces deux derniers montrèrent le passage du traceur, dans les trois jours suivants. Celui de Richebourg ne fut pas retrouvé. Afin d'éclaircir ce dernier point, un nouveau traçage eut lieu le 1.5.90, précédé d'une expérience à blanc pour juger du bruit de fond restant (il s'avéra être négligeable). 2 kg de fluorescéine furent dilués et injectés aux pertes de la rive sud. Le niveau du lac était élevé (fonte des neiges). 20 h plus tard, toutes les sources de Richebourg (soit 7, réparties sur 700 m) furent colorées à l'oeil nu, et cela durant 6 heures. Dans le même laps de temps, le traceur sortait également à la source de l'Eau Noire. Ce torrent reçoit donc aussi les eaux du lac.

Ainsi, l'eau circule de la manière suivante:

- au travers ou sous l'éboulement, au contact des argiles glaciaires, en direction de l'Eau Noire, puis de la Dranse.

- en passant sous les deux anticlinaux de la pointe de Lachau et du Mont Chauffé, peut-être à la faveur d'une fracture parallèle au décrochement de Bise-La Chapelle, puis elle suit le Malm de l'anticlinal du Saix de Miolène, plongeant vers la vallée de la Dranse, avant d'émerger selon des failles transverses à l'axe du pli.

Relevons enfin que les habitants de Richebourg auraient tout lieu d'être aujourd'hui encore intoxiqués par l'eau des résurgences (si elles étaient encore captées !): les étables de Bise déversent souvent de grosses quantités de purin dans le torrent alimentant le lac, contaminant ainsi tous ses émissaires souterrains, puis les résurgences.

La morphométrie et la physico-chimie de l'eau du lac de Bise sont données aux tables X et Y.

L'accès au lac de Bise se fait à partir de Vacheresse, par Fontaine.

Autres petits plans d'eau voisins :

Mare de Charousse (941.230/158.320/1722)

Ce petit plan d'eau, 1 km au NE des chalets de Bise, a la forme d'un losange, d'axes 18 m et 30 m. Il a au maximum 30 cm de profondeur, avec un fond de vase (20 cm). Il se trouve sur un replat structural. A son extrémité ouest, on a une perte que les alpagistes tentent de colmater avec plus ou moins de succès. Lors d'une visite en juin 1990, elle avait 1 m de diamètre et 2 m de profondeur; elle est ouverte dans les marnes noires pourries du Lias (Heftangien). Il semble que la mare soit artificielle, creusée pour le bétail, car on distingue une levée de terre et des ruines de chalets ou d'enclos à proximité. Elle est alimentée par une déviation du ruisseau de Bise qui coule à quelques décimètres au nord.

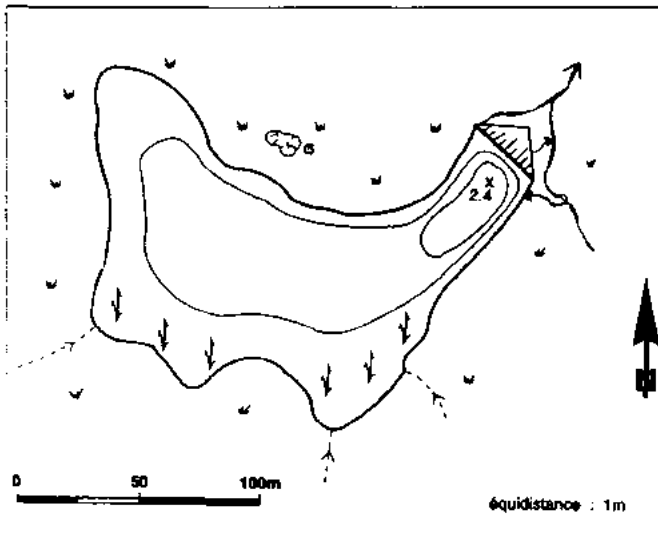
Au voisinage de ce petit lac, il existe plusieurs mares très temporaires, par exemple 200 m à l'ouest (grosse doline), ou 50 m au nord (reste d'un petit barrage sur le ruisseau de Bise). Ces minuscules plans d'eau sont facilement accessibles depuis les chalets de Bise.

Mare d'Ugeon (ou du Jonc) (941.600/159.200/1964)

Cet ancien lac, de quelques milliers de m², à cheval sur la frontière franco-suisse, a été presque entièrement repris par la végétation. Il ne reste que quelques dm d'eau et de boue dans lesquels pataugent des bovidés. Le drainage, sur ce sol de Lias inférieur siliceux, se fait en direction du SW, et ce bassin est la source du ruisseau de Bise. On peut relever que le ruissellement de 2 ha du territoire helvétique est ainsi dirigé vers la France.

La mare est facilement accessible en partant des chalets de Bise

Lac de Neuteu (940.500/159.350/1780)



Ce plan d'eau est artificiel, et il a été établi sur une zone humide préexistante. Celle-ci, reste d'un ancien lac, était drainée par un petit vallon à l'extrémité NE du lac. La construction d'une digue dans les années 80 a ramené le lac à ses dimensions originelles, soit environ 175 m sur 100.

La profondeur atteint 2.4 m devant la digue. Toute la partie sud du lac est marécageuse. Il est alimenté par des infiltrations et par un filet d'eau amené au lac, près du déversoir. L'eau s'échappe sur le côté et sous (!) la digue.

La morphométrie et la physico-chimie des eaux du lac de Neuteu sont données aux tables X et Y.

Le lac est accessible à partir de Bise, par le col de Bise.

Plans d'eau de la région de Novel

On trouve dans le haut du vallon de Novel, près de la frontière franco-suisse, deux petits plans d'eau naturels. Ils ont été visités le 4.6.83 et le 13.10.90. Dans le vallon voisin de Corniens, on a une zone humide que nous mentionnerons également (visite le 23.11.91).

Lac de la Joux (939.890/160.730/1385)

En fait de lac, comme indiqué sur la carte, il s'agit plutôt d'un étang situé sur un replat, en position d'abri derrière l'arête des Dents de Monys. Deux glaciers convergeaient à cet endroit, l'un issu du flanc NE de la Dent d'Oche, et l'autre provenant de la région Pic de Borée-Neuva. Entre leurs moraines latérales, déposées dans le prolongement de l'arête, s'est établi un lac de forme triangulaire (base : 57 m ; hauteur : 30 m). A l'ouest, un éboulis actif, descendu de l'arête, le comble progressivement à partir du sommet du triangle. De la végétation aquatique recouvre maintenant une grande partie du lac, si bien qu'il ne reste plus en eau libre, qu'une fenêtre de 35 m sur 8, soit environ le quart de la surface originelle. La profondeur maximale ne dépasse pas 0.4 m et le fond est recouvert d'une épaisseur équivalente de limon, qui dégage du méthane lorsqu'il est remué.

Le lac se trouve dans une clairière, traversée par le chemin carrossable montant au chalet de Trépertuis (ou Trois Pertuis). Un peu au nord du lac de la Joux, on trouve un autre étang d'environ 5 m sur 10.

Dans l'un et l'autre de ces étangs, le niveau de l'eau est stable, alimentés qu'ils sont par des infiltrations des pentes supérieures.

On atteint le lac de la Joux à partir de St Gingolph, au bord du Léman, puis on gagne Novel. Peu avant le terminus de la route, un chemin à jeep se dirige à gauche vers le plan d'eau.

Mare des Trois Pertuis (939.700/160.350/1460)

Un demi-kilomètre au-delà du lac de la Joux, sur le même chemin, on atteint une cuvette d'une cinquantaine de mètres de diamètre, autour de laquelle tourne la route. Sur son fond, on a une zone humide de 43 m sur 33, assez plane, mais inclinée vers le sud. La moitié septentrionale de la dépression est en herbe, alors que la partie méridionale est humide, recouverte de plantes aquatiques et, temporairement, de 1 à 2 dm d'eau provenant du ruissellement local. Il y a au moins un mètre de vase qui dégage du méthane au brassage. La cuvette est en voie de comblement. Les talus pierreux qui l'entourent pourraient avoir pour origine une moraine ou un éboulis.

Mare de Corniens (940.300/162.900/1375)

À 2 km au NW de Novel se trouvent les chalets de Corniens. Ils sont accessibles par Thollon, puis La Joux, d'où s'élève un chemin à jeep menant à une petite combe, ouverte vers l'est. On y observe, sous les chalets, une cuvette de quelques centaines de m², recouverte de 1 à 2 dm d'eau, et de plantes aquatiques. Elle est alimentée par une source, remplissant l'abreuvoir des chalets, et par le ruissellement issu du col de Corniens, à l'ouest. L'eau s'échappe dans la direction opposée, rejoignant le ruisseau de la Chéniaz.

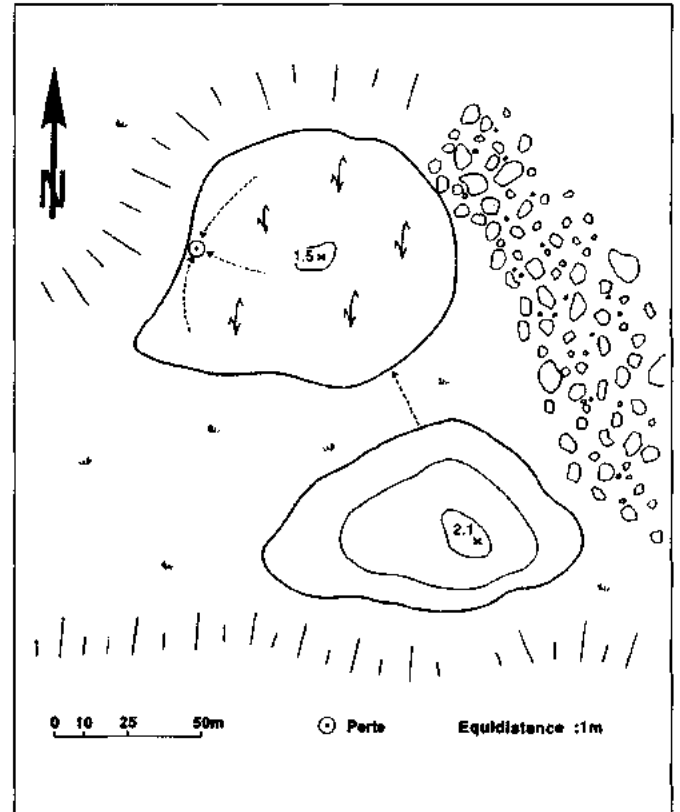
Il y avait sans doute autrefois un lac à l'emplacement de la mare, mais l'atterrissement des pentes environnantes l'a fait disparaître.

Relevons enfin la présence dans le vallon d'un télésiège, dont le pylône de départ a été implanté dans la zone humide.



Lac de la Joux

Lacs de la Case (ou lacs d'Oche) (938.200/159.000/1750)



Ces deux petits plans d'eau sont situés 800 m au sud de la Dent d'Oche (2222 m), sommité célèbre des Préalpes de l'est du Chablais. Géologiquement, on se trouve ici dans la nappe des Préalpes médianes, vaste ensemble déformé présentant des caractéristiques tectoniques souples et cassantes. Les points hauts sont généralement constitués des puissantes assises de calcaire clair du Malm, alors qu'on trouvera dans les creux le Crétacé supérieur sous forme de couches rouges. Chevauchements et écaillages seront de règle dans notre secteur, ce qui permet d'entrevoir parfois des lisérés de Trias, sous forme de dolomies et de cargneules dans la région qui nous intéresse. Finalement, le placage quaternaire est souvent présent, lorsqu'il n'a pas été déblayé par le ruissellement. Favre (1867) mentionne du reste un des lacs d'Oche, ainsi que la présence vers 1680 m d'altitude d'une ancienne moraine déposée par un glacier venant des Dents d'Oche (sic!) (t. II, § 339).

C'est justement dans un tel contexte que se trouvent les deux cuvettes des lacs de la Case. Ils sont dominés au SW par les croupes molles de l'Hétangien et du Lias inférieur siliceux (schistes et calcaires sombres plus ou moins argifeux), au SE par des parois de Malm (aiguilles de Darbon), de même qu'à l'est et au NE (Château d'Oche). Ces arêtes et sommets, oscillant maintenant entre

1800 et 2200 m, ont parfaitement joué le rôle de bassin d'alimentation pour un ancien cirque glaciaire s'ouvrant vers l'ouest. Un surcreusement local, partiellement comblé par des dépôts glaciaires et plus tard par de gros éboulements descendus des parois de Malm, a donné naissance aux lacs.

Lac nord de la Case

Ce plan d'eau, pratiquement circulaire (100 m sur 115), a presque totalement été envahi par de la végétation aquatique. On trouve entre les touffes d'herbe quelques dm d'eau, surmontant une zone très spongieuse, sauf au centre où une fenêtre d'une centaine de m², libre de végétation, accuse une profondeur de 1.5 m. Cette surface humide est légèrement inclinée vers l'ouest où l'on observe sur son bord un entonnoir. Celui-ci fonctionne comme perte lors de grosses pluies ou à la fonte des neiges. Autrefois, avant que l'eau ne trouve un exutoire souterrain, le lac nord, ne formant alors qu'un tout avec son voisin du sud, se déversait à son extrémité ouest par-dessus un seuil, actuellement 1.4 m plus haut que le lac. Derrière ce seuil se trouve un petit vallon, suivi du reste par le sentier accédant aux lacs, au bas duquel sourd une source, près d'un chalet dont ne subsistent que les fondations (chalet = casa = maison, d'où le nom : lacs de la Case).

Le 7.6.89, nous avons tenté un traçage à cette perte, alors active (0.5 l/s ; T=2 °), avec 0.2 kg de fluorescéine. Plusieurs points ont été surveillés : à la Fétuère, terminus de la route, 1.8 km à l'ouest du lac, où transitent toutes les eaux de ce versant; à une source captée alimentant les chalets d'Oche, 250 m au NW du lac (débit 3 l/s ; T=4.5°) ; enfin, à la source mentionnée plus haut, 150 m à l'ouest du lac (débit 0.5 l/s ; T=3.5°). Des fluocapteurs furent laissés en place jusqu'au 19.10.89, mais changés entre temps, avec plus ou moins de bonheur, des crues d'orage (ou des touristes) en ayant fait disparaître. A noter qu'à cette date, les températures de l'eau s'élevaient lentement jusqu'à atteindre 6° aux deux sources, alors que la seconde avait passé durant l'été par des tarissements complets (comme la perte du reste).

Les résultats du traçage furent ambigus, mais il semble que l'eau du lac se dirige vers le captage en suivant une faille de direction méridienne affectant le Trias, affleurant un peu plus bas que le lac (petite falaise 200 m au nord); elle se greffe alors sur une venue d'eau plus importante drainant tout le vallon d'Oche. En effet, un bilan hydrique pour un bassin-versant d'alimentation de 45 ha et un ruissellement-infiltration de 1.2 m/an (évapotranspiration: 0.7 m/an) donne un débit

moyen annuel de 3 l/s, assez semblable à ce que l'on a observé à de nombreux moments de l'année, sur plusieurs années. De toute façon, l'apport ou non du lac nord de la Case ne changerait pratiquement rien, sa contribution étant très faible et temporaire.

Lac sud de la Case

Ce plan d'eau, de forme ovale (110 m sur 70), 20 m au sud de son voisin, n'a pas d'écoulement visible. Par hautes eaux, il pourrait s'écouler vers le lac nord, dont il n'est séparé que par un seuil d'une vingtaine de cm de hauteur. Il est entouré de pentes herbeuses, comme le plan d'eau nord, sauf à l'est où des éboulements sont descendus pratiquement jusqu'au bord de l'eau. Sa profondeur maximum peut atteindre 2.1 m, mais elle diminue d'environ 0.4 m en cours de saison.

Le disque est visible jusqu'au fond, et l'eau présente souvent une forte coloration (Forel XV, le 13.7.87).

Il semble que ce plan d'eau soit en équilibre : l'évapotranspiration est égale aux apports diffus. Quelques dm de limon beige recouvrent le fond.

Lors d'une visite le 9.12.82, le lac était recouvert de 20 cm de glace sous 15 cm de neige. Le 18.10.83, l'eau de surface était à 3.5° et celle du fond à 4°. Le 13.7.87, on avait 22° en surface et 20° au fond. Le 3.6.89, le lac était homotherme : 8°. Enfin le 18.1.90, par un hiver pauvre en neige, une couche de 50 cm de glace recouvrait le lac. Les fortes variations de température de l'eau témoignent du petit volume du lac, et donc de sa faible inertie thermique. En fin d'étés chauds, quelques algues envahissent le lac.

Relevons enfin que la source qui sort un peu plus bas que le lac, et dont nous avons parlé plus haut, est probablement alimentée par le bassin-versant en amont du lac.

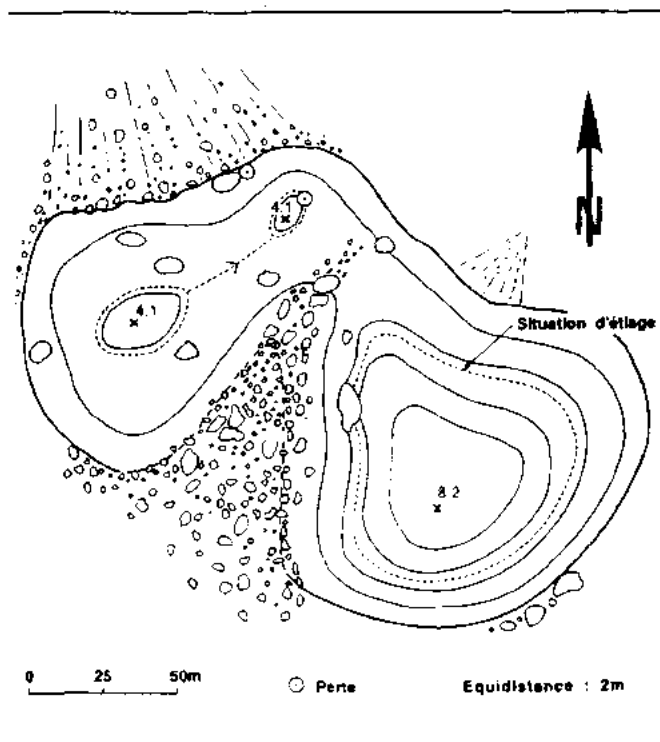
La morphométrie et la physico-chimie de l'eau des lacs de la Case se trouvent aux tables X et Y.

Accès : de Bernex dans le Gavot, on gagne la Fétuère. Le bon sentier de la Dent d'Oche permet alors d'accéder aux lacs.

Lac du Pertuis (941.550/151.030/1620)

Un important glacier descendait dans un vallon, sur les pentes NW du Mont de Grange. Il a déposé deux belles moraines en amont des chalets du Pertuis, chalets édifiés derrière un vailum frontal bien marqué, à l'emplacement d'un ancien lac comblé. La moraine en rive droite a obstrué un large couloir, formant ainsi un lac de barrage, le lac du Pertuis. Il est alimenté par un torrent occasionnel, dont le débit peut atteindre plusieurs dizaines de l/s à la fonte des neiges, ou lors de fortes pluies. Son cône de déjections comble peu à peu le lac. Les eaux s'infiltrent à l'ouest, au pied de la moraine, derrière une petite digue ruinée. On a formation d'un plan d'eau temporaire lorsque l'apport excède les pertes, lac qui peut atteindre 150 m de long, 25 m de largeur avec une profondeur de 0,5 m, au maximum. Puis le niveau s'abaissera rapidement jusqu'à assèchement complet, situation la plus fréquente. On a alors une étendue herbeuse avec une zone humide à l'extrémité est.

Lac de Darbon (939.400/158.800/1813)



Ce lac a été étudié par Serra-Bertral dans sa thèse de 1976, mais certaines divergences sur son origine et son hydrologie méritent qu'on y revienne.

D'après cet auteur, c'est une doline remodelée par l'action glaciaire. Les deux assertions sont probablement correctes : le cirque dans lequel se loge le lac est typiquement glaciaire, ainsi que l'avait déjà remarqué Dussart (1948), même si des dépôts caractéristiques ne sont pas apparents. Certains peuvent en effet avoir été masqués par les nombreux écroulements de la carapace de Malm qui se sont manifestés dans la région. Quant à l'action karstique, elle est probable dans cet environnement plutôt dominé par les calcaires très purs de cette même formation. Cependant, il nous semble que le lac pourrait aussi devoir son origine à un barrage par un éboulement descendu des aiguilles (ou dents) de Darbon. Un cheminement au théodolite dans le vallon, en aval du lac, nous a montré que le seuil domine le lac d'une quinzaine de mètres. Il est formé de part et d'autre de roche en place, mais il semble exister au centre une ancienne gorge ayant scié un verrou calcaire. Un éboulement l'aurait comblée, formant alors un lac plus étendu que l'actuel. Un émissaire souterrain se serait ultérieurement peu à peu développé. On aurait donc bien une action glacio-karstique, suivie d'un barrage par éboulement. Enfin, Coupé et al. (1982) ne voient dans l'origine du lac que la dissolution du calcaire.

En ce qui concerne l'hydrologie du lac, Serra-Bertral se contente de mentionner que le lac n'a

pas d'émissaire superficiel. Celui-ci doit donc être souterrain, ce qui explique les fortes variations du niveau de l'eau. Mais ce n'est qu'au bout de plusieurs années que nous avons pu localiser les points de disparition de l'eau : ils se situent en deux endroits de la cuvette occidentale, l'un près de la rive, au pied d'un volumineux bloc, ne fonctionnant qu'en hautes et moyennes eaux, et l'autre au fond de la même cuvette, au pied d'un rocher émergeant de la vase et normalement submergé. Ces points d'absorption n'étant pas très développés, cela explique la très lente baisse de niveau du lac, qui n'atteint généralement son étiage qu'en octobre ou novembre. Cependant, il ne nous a pas été possible de voir où disparaissent les eaux de la cuvette orientale, une fois les deux bassins séparés par le seuil. Sont-ce deux vases communicants, ou y a-t-il jonction souterraine des eaux ? En fait, il semble que le niveau du bassin oriental se stabilise en fin de saison à un niveau inférieur à celui du bassin occidental. Nous avons tenté par deux traçages à la fluorescéine de localiser le point d'émergence des eaux, en tenant compte de la tectonique locale : décrochement de Bise-la Chapelle, nombreuses failles transverses à la structure synclinale du vallon, etc. Aucun des points surveillés n'a montré de colorant d'une manière indubitable, même si le signal dû à des acides organiques (humique, fulvique et tannique) a été parfois très intense. Les points de pose des fluocapteurs et d'échantillonnage d'eau ont été répartis de la vallée de la Morge, au-dessus de Novel, à l'Eau Noire, près de Vacheresse, en passant par les sources du pied de la dent d'Oche, en amont de Bernex, et celles de la vallée d'Abondance, en amont et en aval de Richebourg.

Quant aux expériences, elles ont toujours eu lieu au moment où la première perte était encore juste active, à savoir le 29.89 avec 2 kg de fluorescéine et surveillance jusqu'au 29.10.89, et le 30.8.90 avec 2.5 kg du même colorant et surveillance jusqu'au 13.10.90. A noter que de grosses crues ont eu lieu durant les périodes de surveillance.

Il y a peut-être une explication à cette disparition sans trace de l'eau : elle pourrait se rassembler dans la gouttière synclinale de Darbon, au niveau des couches rouges du Crétacé supérieur ou dans le Malm profond, pour émerger directement dans les alluvions fluvio-glaciaires de la vallée de la Dranse d'Abondance, aux environs de Vacheresse ; elle y rejoindrait alors la nappe de sous-écoulement, échappant ainsi à toute surveillance de surface.

En ce qui concerne les amplitudes des variations du niveau du lac, Dussart (1948) donne 3 m entre

juin et novembre, Serra-Bertral (1976) 1.5 m entre juin et septembre, alors que nous avons mesuré 4.6 m entre le début juillet et décembre 1989. En mesurant la baisse de niveau d'une semaine à l'autre dans le bassin occidental, ainsi que les apports (ruisselet serpentant sur le limon, en direction de la perte: env. 0.1 l/s), c'est environ 1 l/s qui disparaît à la perte.

Relevons enfin que le lac de Darbon et son bassin-versant forment une partie de la Réserve naturelle de Vacheresse.

Les paramètres morphométriques et l'analyse des eaux du lac sont donnés aux tables X et Y.

Autres plans d'eau de la région :

Mare de Darbon : 400 m à l'est des chalets de Darbon, au point de coordonnées 938.650/157.870/1612, on observe un petit plan d'eau permanent de 10 m sur 30, et de quelques dm de profondeur, au fond très boueux. Il est alimenté par un filet d'eau drainant les pentes sus-jacentes (sorte de canal artificiel captant une source) ; l'émissaire rejoint au bout de quelques mètres le ruisseau parcourant le vallon. Il semble que ce point d'eau pour le bétail soit artificiel.

Mare de Chillon : l'anticlinal de Lias (schistes sill-cieux, plus ou moins argileux) dominant au SE les chalets de Darbon et culminant à 2069 m (pointe de Bénévent) est éventré au mont Chillon par une dépression fermée ovale (coord. 939.060/157.450/1816). De l'eau peut s'y accumuler à la fonte des neiges ou lors d'abondantes pluies, recouvrant sur près d'un hectare un fond herbeux, de 10 à 20 cm d'eau. De plus, quelques faibles venues d'eau sont observables au NW, au pied d'un éboulis. Le seuil (calcaire du Malm) étant environ 12 m plus haut que ce plan d'eau temporaire, les eaux disparaissent à son pied entre des blocs (débit de 0.5 dl/s, le 31.8.89), au contact entre le Malm et le Lias. Il ne fait guère de doute qu'elles rejoignent les eaux souterraines issues du lac de la Léchère, en suivant le pendage (30 à 35°), sous des lambeaux de la carapace de Malm.

- dans la combe voisine, à l'est, à proximité d'un chalet ruiné, on observe une cuvette rectangulaire d'environ 10 m sur 45, au fond recouvert de plantes aquatiques. Deux sources y alimentent une laisse d'eau. L'émissaire disparaît au bout de quelques mètres sous un seuil (Malm) dominant la cuvette d'environ 2 m, à côté d'un escalier dans le rocher (débit : 0.5 l/s le 12.6.89). L'eau suit certainement le même trajet que celle issue de la mare de Chillon.

Les lacs de la Beunaz

Cet ensemble de plans d'eau est situé à 7 km au SE d'Évian, dans le bois du Fayet, à près de 1000 m d'altitude. Ils ont été longtemps négligés : Favre et Schardt (1887, p. 513), mentionnent la présence de "quelques petits lacs formés par des barrages glaciaires", alors que Douxami (1904) leur consacre deux lignes, attribuant leur origine "en partie à la présence d'un rempart morainique". Il faut attendre Gagnebin, en 1938, pour qu'une étude leur soit enfin consacrée. Pour tous ces auteurs, une chose fait au moins l'unanimité: ils sont dus à l'action glaciaire. Mais alors que ses prédécesseurs étaient restés très vagues, Gagnebin voit plus spécifiquement dans l'origine des lacs, l'abandon en bordure d'un glacier, de fragments de glace morte, au sein de dépôts morainiques, suivi d'une fonte et de l'apparition de cuvettes : ce sont ce qu'il appelle des dolines périglaciaires, similaires à celles qui ont engendré les voua, proches de Thonon, et dont il est question ailleurs dans ce chapitre. Gagnebin invoque également un surcreusement possible par une langue glaciaire, contrariée dans son mouvement par la présence d'un autre glacier. Plus précisément, il s'agit des glaciers du Rhône et de l'Ugine. En effet, au Würm moyen, lors de son extension maximum, l'appareil rhodanien longeait les rochers de Mémise et le Mont-César, recouvrait le Mont-Bénant, et s'avancé dans la vallée de la Dranse d'Abondance. Ce faisant, son bord gauche contenait le glacier de l'Ugine, issu de la Dent d'Oche.

A la fin du Würm moyen, le radoucissement du climat se traduit par une épaisseur et une extension moindres du glacier du Rhône, et l'espace ainsi libéré fut brièvement conquis par le glacier de l'Ugine (et plus en amont, par celui de la Dranse). C'est de cette époque, soit entre 40.000 et 35.000 ans BP, que date la confluence de ces deux glaciers, à l'ouest du Mont-Bénant. Sans avoir besoin d'invoquer un surcreusement, il suffit d'imaginer une juxtaposition de moraines et des lambeaux de glace morte pour engendrer les multiples dépressions de la Beunaz.

Au Würm récent, il y a environ 20.000 ans, le glacier du Rhône n'atteignait plus, même lors de son ultime poussée, l'extension antérieure, et il ne dépassa pas l'altitude de Chez Portay, soit 850 m environ (Blavoux, 1988).

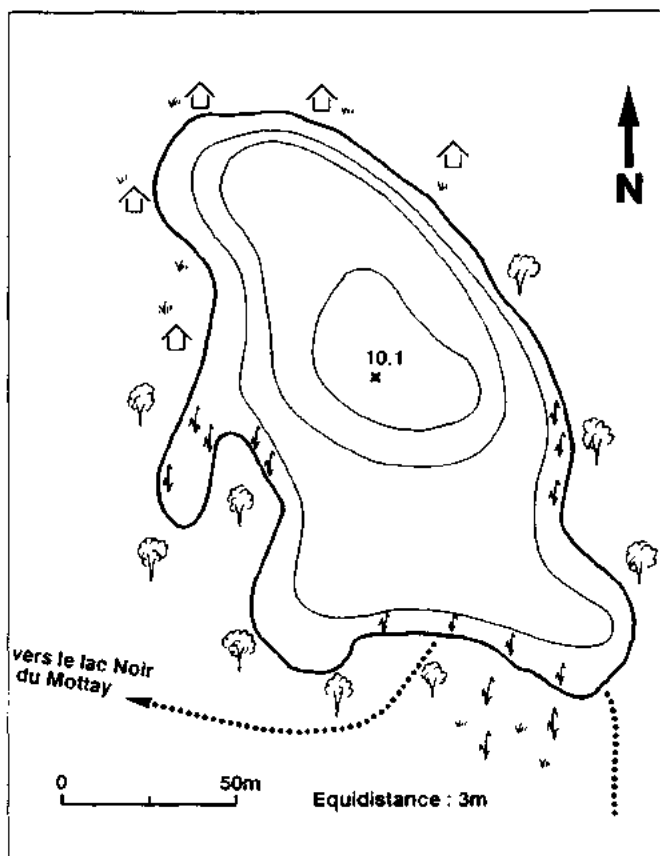
Quelques-unes de ces dolines périglaciaires contiennent de l'eau, car elles sont excavées dans la moraine argileuse, donc imperméable.

D'autres, moins profondes, n'affectant que les dépôts caillouteux perméables, l'eau ne s'y accu-

muiera pas. On peut relever que ces plans d'eau étaient bien plus nombreux à l'époque de Gagnebin, mais certains ont disparu du fait de l'urbanisation, de comblages artificiels ou naturels (glissements de terrain), et de l'abaissement du niveau de la nappe.

Décrivons-les en partant des plus étendus.

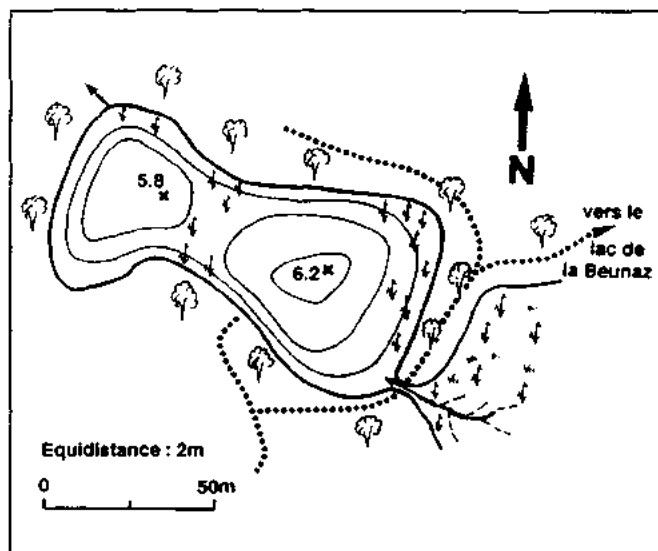
Lac de la Beunaz (932.100/161.100/956)



Ce plan d'eau mesure environ 1.4 ha, et sa surface est plus grande que celle de tous les autres réunis. Des bois l'entourent à l'ouest, alors qu'au nord et à l'est, on a un habitat dispersé; au sud, une zone marécageuse le relie au lac Noir du Mottay, vers lequel il s'écoule. Sa profondeur atteint un peu plus de 10 m. Sa partie septentrionale a été aménagée pour en faire un plan d'eau à vocation touristique, ce qui se traduit par des rives "améliorées". Ailleurs, elles sont à l'état naturel, avec encore quelques roselières de surfaces restreintes.

Le 1.4.83, la transparence de l'eau était de 5.5 m; 0.3 m de vase recouvrait le fond. Le 29.11.87, la température de surface était de 4.5° et celle du fond de 5°, la transparence atteignait 6.3 m. Même après de longues périodes sans précipitations, le niveau de l'eau ne varie presque pas; le lac est donc probablement alimenté par les infiltrations de la nappe située dans la moraine locale.

Lac Noir du Mottay (931.910/160.980/955)

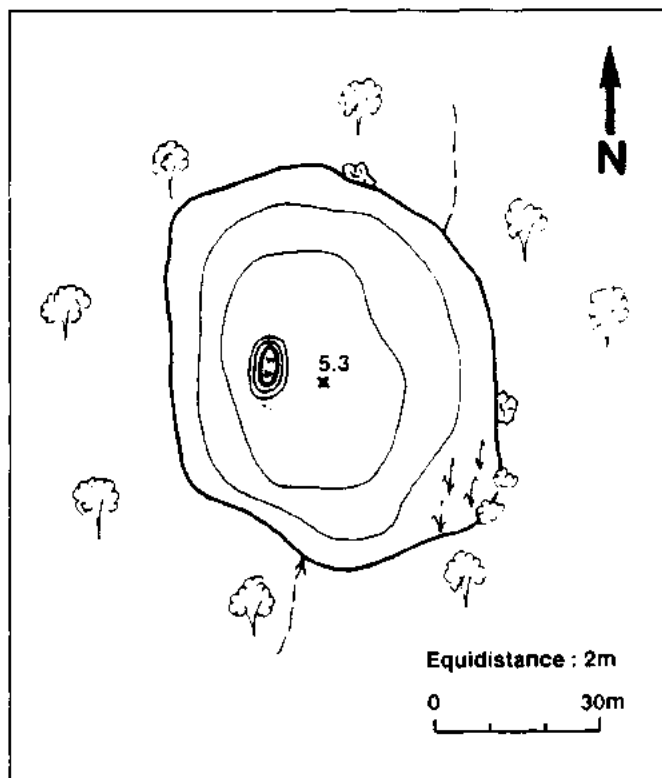


La zone marécageuse s'étendant au sud du lac de la Beunaz reçoit, en plus des eaux de ce dernier, deux affluents: un petit ruisseau proche du lac de la Beunaz et passant sous un chemin menant au lac, et de l'eau issue d'une canalisation, sur sa rive sud. Ces eaux se dirigent vers l'ouest et se jettent dans le lac Noir du Mottay par un étroit chenal d'une vingtaine de mètres, franchi par une passerelle.

La surface du lac Noir excède légèrement 0.5 ha, et il est formé de deux cuvettes d'environ 6 m de profondeur chacune. Elles sont séparées par un seuil de moins de 2 m de profondeur. En fin de saison, lorsque des roseaux se sont développés dans cette région du lac, cela donne l'impression que l'on a deux plans d'eau indépendants, alors qu'il n'en est rien. Le lac est entièrement entouré de bois, au milieu de terrains vallonnés, et on observe sur ses rives des blocs erratiques alpins (granite). L'affluent dont on a parlé plus haut, amène au lac de 2 à 5 l/s. L'émissaire se dirige vers une zone marécageuse (un lac à l'époque de Gagnebin), une soixantaine de mètres au nord. Le niveau du lac est très stable, comme on peut le constater sur une échelle limnimétrique placée à l'angle est du lac. On peut relever qu'en mars 1992, le débit de l'affluent était plus élevé que celui de l'émissaire, il y avait peut-être recharge de la nappe au niveau du lac.

Lors d'une visite le 17.4.83, la transparence atteignait 5 m, et la sonde dégagait un peu de méthane d'un fond recouvert d'environ 0.2 m de vase. L'émissaire débitait environ 2 l/s. Le 19.6.89, le disque était visible à 3.8 m; la température de surface était de 19° et celle du fond de 16°. Le débit de l'émissaire était inchangé.

Creux Bochet (931.700/160.830/935)



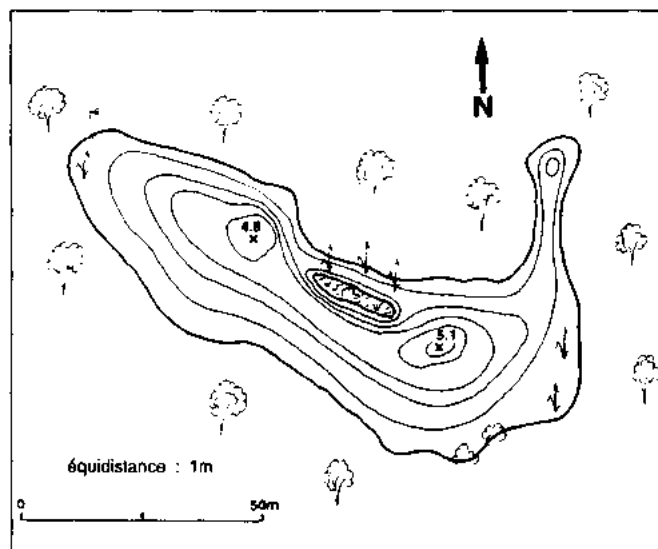
De l'autre côté de la route traversant le bois du Fayet et menant de Vinzier à Bernex, on trouve deux autres lacs.

Le Creux Bochet, de 0.35 ha et de 5.3 m de profondeur maximum, est presque circulaire, ce qui en fait le type même d'une doline périglaciaire. Situé au fond d'une cuvette entourée de bois, la teinte sombre de l'eau lui donne un air peu engageant. De plus, durant assez longtemps, une carcasse de voiture et de nombreux fûts vides se trouvaient sur ses rives, ce qui n'arrangeait rien. On y voit aussi, ce qui est plus normal, des blocs erratiques de grès, et de calcaire marneux. Le lac comporte une île très exiguë (environ 50 m²), dépassant à peine le niveau de l'eau. Il n'a pas d'affluent ni d'émissaire, mais une zone très humide en rive sud lui fournit certainement un peu d'eau; le reste provient des infiltrations de la nappe, de surface très restreinte ici (on est près de la tête du bassin-versant). D'après les habitants de l'endroit, le lac se serait totalement asséché en 1921.

Lors d'une visite le 17.4.83, le disque était visible jusqu'au fond (5.3 m), dépourvu de vase et de méthane. Le 20.5.89, la température de surface était de 19.5° et celle du fond de 16.5°; le disque était visible jusqu'au fond, soit 4.8 m, le niveau était donc trop bas de 0.5 m. Deux mois plus tard, le niveau avait encore baissé de 0.3 m. Le 19.10.89, après une longue période sans pluie, il atteignait environ

1.2 m sous son maximum, et la situation était similaire le 18.10.90. Il semble donc se stabiliser à cette valeur. Au début 1992, la situation normale s'était rétablie.

Grandes Gouilles (931.580/160.860/935)



A une cinquantaine de mètres au NW du Creux Bochet, et séparé par une butte de terrain, on trouve le plan d'eau appelé Grandes Gouilles. Contrairement au précédent, sa cuvette est largement ouverte vers le NW, en direction d'un ancien plan d'eau, remplacé maintenant par une station d'incinération des ordures. Autour du lac, ce sont des bois vallonnés, y compris sur les rives de son bras nord, circulaire et bien encaissé: une doline périglaciaire sans doute. Le plan d'eau comporte aussi une île d'environ 50 m², séparée de la rive par un étroit chenal. Le lac, de surface équivalente au précédent, présente deux cuvettes, dont la profondeur maximum atteint 5.1 m. N'ayant ni affluent, ni émissaire, il semble alimenté par la nappe. Selon un habitant des environs, il se serait presque asséché en 1921; seule subsistait une petite mare près de l'île

Le 12.3.83, sous 25 cm de glace, le lac accusait au plus 4 m de profondeur, c'est-à-dire environ 1 m sous le maximum. Le 20.5.89, la température de surface était de 22.5° et celle du fond de 9.5°; à 0.5 m de profondeur, on avait encore 19.2°. Le disque de Secchi était visible jusqu'à 4 m, soit le fond à cette date. Le 29.7.89, le lac avait encore baissé de 1.2 m et il était séparé en trois cuvettes: l'une dans le bras nord, les deux autres de part et d'autre de l'île. Le 19.10.89, le niveau se situait à 3.5 m sous le maximum; il ne restait plus alors que deux mares de 10 à 15 m de diamètre et d'environ 1.5 m de profondeur, séparées par l'île, rattachée elle-même à la rive. Partout ailleurs, il était

possible de se déplacer sur le fond du lac, formé de racines de plantes aquatiques, du genre tourbière. Le 18.1.90, l'état était le même, de la glace recouvrant les mares subsistantes. Enfin, au début 1992, la situation était redevenue normale.

La morphométrie et la physico-chimie des eaux des quatre lacs de la Beunaz sont données aux tables X et Y.

Autres plans d'eau de la région :

Etang de Crozat (932.000/160.650/935)

Sur la carte de Gagnebin (loc. cit.), il s'agit encore d'un lac, et nous l'avons connu comme tel encore en 1983. Il se présentait sous la forme d'une excavation taillée à l'emporte-pièce dans la moraine, au nord; au sud, elle était largement ouverte sur la vallée. Une large île ovale occupait la moitié de la surface lacustre, le plan d'eau ayant la même forme. L'anneau d'eau l'entourant présentait une profondeur variant de 4.8 m au nord de l'île à 3.9 m au sud. La partie NE du lac était envahie par la végétation. Des buissons et des arbustes croissent autour du lac, sauf au sud où l'on a un pâturage, et au nord où les pentes sont en mouvement et la végétation chahutée. D'après les habitants voisins, un glissement de terrain avait du reste déjà détruit en 1976 un garage situé au sommet de la falaise dominant le lac, juste à côté d'un restaurant. Les mesures du 17.4.83 nous ont donné une surface d'eau d'environ 2500 m². Sa transparence atteignait 3.6 m. Le fond, formé de quelques dm de vase, dégageait du méthane. Le 29.7.89, le niveau du plan d'eau était d'un mètre sous le maximum, et sa transparence atteignait 1.5 m. Il était homotherme à 19.5°.

Trois mois plus tard, un glissement de terrain avait comblé le bras nord du lac : l'île était rellée à la rive. De plus, le niveau de l'eau étant très bas, il ne restait plus du lac qu'une fenêtre d'une dizaine de m² et d'environ 0.5 m de profondeur. Tout le reste du plan d'eau était soit en vase, soit à sec. En mars 1992, le niveau de l'eau étant remonté, le lac présentait une forme en fer-à-cheval, avec un chenal de 10 m de largeur au maximum, et un plus long diamètre de 70 m.

- 60 m au NW des Grandes Gouilles, nous avons déjà mentionné l'existence d'un petit lac qui a disparu sous une station de traitement des ordures. En mars 1992, il ne subsistait qu'une mare d'une centaine de m² à la surface de laquelle flottaient des débris.

- En continuant 300 m dans la même direction, on trouve d'abord une source alimentant un ruis-

seau (eau issue de la décharge et des Grandes Gouilles ?), puis deux dolines périglaciaires: l'une, en bordure de prairie, a quelques centaines de m² et se recouvre d'un demi-mètre d'eau après des épisodes pluvieux: l'autre, cachée dans la végétation quelques dizaines de mètres plus à l'est, présente une mare ovale de 10 m sur 20, et de 1 m de profondeur, après des pluies persistantes: ces deux plans d'eau ne sont donc pas pérennes. Coordonnées 931.400/161.250/920.

Etang de Bénant (934.000/162.170/1185)

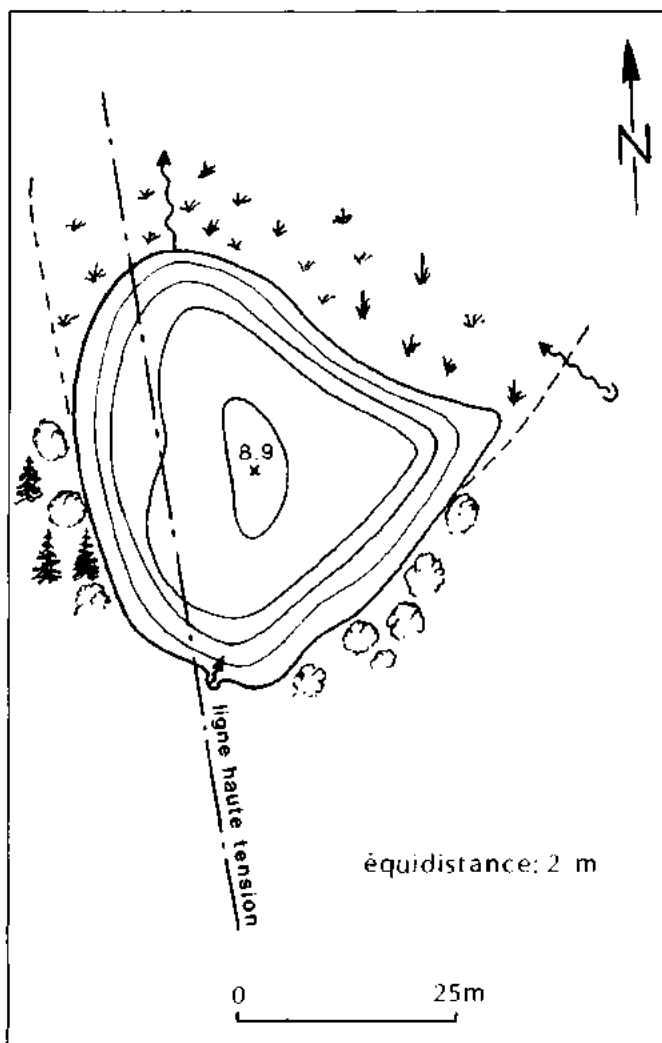
Environ 400 m au nord du sommet du Mont Bénant, on remarque une dépression dont l'origine est assez semblable à celle des plans d'eau donnés ci-dessus. En effet, on a aux environs de l'étang, un vallum frontal et un vallum latéral : la nappe d'eau se loge entre eux. Le matériel morainique est local, même si des galets cristallins sont visibles. Cet endroit était en effet dans une zone de convergence où le glacier du Rhône a longtemps affronté les glaciers régionaux, au gré des oscillations climatiques. Au-dessus de l'étang, en direction du Mont César, à côté d'une plantation de sapins, on observe de nombreux glissements de terrain.

Le plan d'eau n'a ni affluent, ni émissaire. Son niveau fluctue selon les précipitations. A la fonte des neiges, la profondeur maximum peut atteindre 2.5 m et ses dimensions 60 m sur 70. En temps normal, on n'observe plus qu'une zone humide ovale, de 50 m sur 30, envahie de carex et de roseaux; il n'y a alors guère plus de 2 dm d'eau, recouvrant plus d'un mètre de limon.

Un peu au-dessous de l'étang, on remarque une source temporaire, puis un abreuvoir alimenté par une source pérenne; encore plus bas se trouve un captage. Ces deux derniers points d'eau semblent indépendants du lac, car ils fournissent de l'eau même lorsque celui-ci est à sec. Par contre, ils sont alimentés par la nappe située dans les dépôts glaciaires environnants (de Sartiges, 1978).

L'accès à tous ces plans d'eau se fait sans difficulté à partir de Thonon ou d'Evian, en s'élevant en direction de Bernex, au pied de la Dent d'Oche.

Lac Dou ou étang de "Chez Portay"
(927.460/159.280/850)



Ce petit plan d'eau, situé sur les hauts d'Evian, porte plusieurs noms: étang de "Chez Portay", du nom du hameau 700 m au NW, lac Dou ou l'Aquedou, selon l'appellation locale. On peut relever qu'étymologiquement, dou (ou adoux, douze, douai, doye, dhuys) signifie source (Martel, 1930: p. 63; Fournier et al., 1899: p. 61). Le lac, et la zone humide qui l'entoure, sont en effet alimentés par des sources presque permanentes.

Ce petit lac, ainsi que nombre de zones humides de la région, est situé sur les dépôts quaternaires abandonnés par le glacier du Rhône dans la cuvette lémanique. A l'altitude du plan d'eau considéré, soit 850 m, on a affaire à la dernière poussée du glacier, au Würm récent, entre 27000 et 14000 ans (Blavoux, 1988), car c'est elle qui a déposé les terrains de surface sur lesquels le lac est situé. Cependant, le glacier du Rhône avait auparavant déjà recouvert cette région, au Würm moyen, avant 35000 ans BP. Mais grâce aux forages exécutés dans les environs pour préciser

l'hydrogéologie du bassin des Eaux d'Evian, on a pu montrer qu'au Würm récent, le glacier venait mourir près de Chez Portay (alt. 830 m). En effet, les dépôts morainiques décroissent d'épaisseur plus on s'élève depuis la rive du Léman. Le lac Dou étant donc un peu plus haut, il devait se situer en bordure du glacier. La cuvette dans laquelle il se trouve, traverse des terrains plus anciens, ceux du Würm moyen. Des datations sur des tourbières de Chez Portay, leur donnent un âge d'environ 35000 ans. On a eu donc des matériaux perméables (sables, graviers) déposés au Würm récent ou moyen, surmontant des argiles. Les eaux infiltrées en amont ruissellent alors sur ce niveau imperméable et forment les sources observées dans la cuvette lacustre. En ce qui concerne cette dernière, elle doit probablement son existence aux mêmes causes qui ont engendré les "voua" ou "tines" de la région: c'est une "doline périglaciaire", dépression laissée au sein de matériaux morainiques par une langue ou un morceau de glace morte. Nous pencherions plutôt pour la première hypothèse, car plusieurs dépressions de la région présentent une asymétrie nord-sud caractéristique: une bordure nord à peine marquée, mais un côté sud escarpé. Cela serait en accord avec un glacier rhodanien occupant le nord (la cuvette lémanique) et débordant au sud sur le pays de Gavot.

Il faut cependant mentionner que certains auteurs comme Jacob (1902-03) et Douxami (1904) ont préconisé comme origine de la cuvette une dissolution du gypse qui serait sous-jacent. Cette hypothèse n'a plus cours actuellement. Pourtant, la forte teneur de l'eau en sulfate de calcium pourrait indiquer que les sources alimentant le lac rencontrent des affleurements de gypse sur leurs trajets. En effet, leurs eaux prélevées le 14.3.92 indiquaient pour la source SW: $T=9^{\circ}$; $k=800 \mu\text{S}/\text{cm}$; $\text{SO}_4=138 \text{ mg/l}$ et pour la source SE: $T=7^{\circ}$; $k=1475 \mu\text{S}/\text{cm}$; $\text{SO}_4=601 \text{ mg/l}$.

La cuvette a une profondeur maximum de 8,9 m, et il y a plusieurs décimètres de limon sur le fond. Par sécheresse estivale et automnale prolongée, le niveau peut s'abaisser de près d'un mètre, et la source SW peut tarir (par exemple, état le 19.10.89). L'émissaire s'échappe vers le NE, rejoignant une zone humide quatre fois plus étendue que le lac. C'est sans doute le reliquat du plan d'eau originel, conquis peu à peu par les potamots et autres végétaux aquatiques; ils constituent du reste toute la rive nord du lac.

Lors d'une visite le 12.3.83, la profondeur maximum était de 8.4 m et la transparence Secchi de 5 m. Le 26.6.88, on mesurait 8.6 m, avec les traces clairement visibles d'un niveau antérieur 0.3 m plus

haut ; la transparence était de 4.1 m ; la température de surface atteignait 18°, celle du fond 10.5°, et la source SW débitait 0.2 l/s. Le 19.10.89, la température était de 15° en surface, et la profondeur maximum de 7.8 m. Le 14.3.92, la profondeur maximum était de 8.9 m, la transparence de 2.7 m, la température de surface de 7.5° et celle du fond de 6.5°. De l'eau prélevée au fond dégageait une très forte odeur d'hydrogène sulfuré (H₂S) ; les conditions doivent y être très anoxiques. Mais l'analyse chimique ne détecte aucun sulfure minéral libre ; il doit donc s'agir de composés organiques volatils soufrés. Le débit de chacune des sources atteignait environ 0.5 l/s, et celui de l'émissaire 1 l/s. Morphométrie et physico-chimie se trouvent aux tables X et Y.

Zones humides les plus importantes du pays de Gavot :

Etang de Gremey (929.170/161.080/855)

Sur la carte au 1/20.000 de 1937, il s'agit d'un plan d'eau de près de 0.4 ha, situé environ 2 km au nord de Vinzier. Actuellement, on n'a plus qu'une zone humide supportant quelques décimètres d'eau après les pluies.

Cré Bouché (928.560/160.030/855)

C'est une dépression bien marquée entre Vinzier et Larringes, dont la surface atteint environ 1/2 ha. La cuvette est excavée dans des dépôts morainiques (Würm moyen ?) et présente une asymétrie, comme au lac Dou. Sur deux côtés, elle est entourée de forêts ; ailleurs, on a des pâturages. Sur le fond de la zone humide, on a des touffes de carex et un tapis spongieux de mousses ; ces dernières surmontent environ 2 m d'eau. Cette dépression est en voie de comblement naturel par la végétation.

La Léchère (925.800/159.900/805)

Située entre Larringes et Féterne, c'est une vague dépression d'environ 3 ha, couverte de carex et de potamots. Elle n'a guère plus que 1 à 2 dm d'eau après des épisodes pluvieux.

Le Chéry (926.350/161.700/762)

Sa surface et sa végétation sont identiques à la précédente, mais il y a en plus une végétation arbustive, et un vague fossé de drainage au centre. C'est une zone semi-humide, dont la dépression, excavée dans des dépôts morainiques, est bien marquée et ouverte, une fois de plus, vers le nord.

Il existe encore de nombreuses autres zones humides, de petites dimensions et souvent drainées,

comme celle se trouvant à côté du Collège du Gavot, 700 m au nord du Cré Bouché dont il a été question plus haut. Ou encore, entre Chez Portay, près du lac Dou, et le château de Larringes.

Tous ces plans d'eau sont facilement accessibles au départ de Thonon ou d'Evian.

Les "Voua"

a) Situation et origine géologique

Cet ensemble de plans d'eau, situé 4 km au SE de Thonon, a été mentionné par divers auteurs Il y a déjà assez longtemps, mais l'unanimité n'a jamais régné quant à leur origine.

Beaumont (1802 ; t. II/2, p. 315) semble être le premier à avoir parlé de ces lacs, disant qu'il existe "cinq petits lacs que l'on nomme dans le pays les lacs du Camp ; ils ont une très grande profondeur et sont très poissonneux". Plus près de nous, Favre (1867) pense que ce sont des affouillements de la Dranse qui s'écoulait alors en direction de la colline des Allinges, repoussée par le glacier du Rhône occupant la cuvette lémanique. Par la suite, Jacob (1902-03) préconise une double origine à ce qu'il appelle les "Ouâ" : ces dépressions seraient dues à des irrégularités dans les dépôts glaciaires de la région, avec formation d'étangs ; de plus, certaines d'entre elles auraient été approfondies suite à la dissolution du gypse sous-jacent, pour autant qu'une des bandes triasiques appartenant aux Préalpes médianes coure à cet endroit en profondeur. Jacob avance comme preuve le brusque agrandissement du Puisoir d'Orcier, rapporté par Favre (1867 ; t. II, § 311), et dont il sera fait état plus bas. Ces dépressions étant fréquentes dans la région, jusqu'au voisinage de Thonon, Jacob n'hésite pas à invoquer cette dissolution, même à une telle distance des Préalpes! Douxami (1903), ayant effectué une inspection de la région avec Jacob, parle également de ces dolines, la plupart sous forme d'entonnoirs à sec et boisés, mais certaines contenant de petits lacs temporaires (un "temporaire", pour cet auteur, qui dure néanmoins depuis 1903 !) : il s'agit alors des "tines", selon l'appellation locale.

Mais Douxami n'y voit qu'une origine chimique : la dissolution du gypse sous-jacent (c'est ce que Nicod (1972) appelle "doline de suffosion" si l'effet est lent et progressif, ou "doline d'effondrement" s'il est instantané). Mais cela pose quelques problèmes de tectonique pour les dépressions qui sont proches de Thonon ! En 1937, Gagnebin publie un article sur les invasions glaciaires dans le bassin du Léman. Un paragraphe est consacré aux "tines" qu'il appelle dolines périglaciaires. Il en

dénombrer une soixantaine, la majeure partie sèches, quelques-unes humides ou en eau ; dans tous les cas, elles ne se trouvent que sur des terrasses glaciaires. Vu leur proximité les unes des autres, il exclut la dissolution du gypse sous une épaisseur de moraine dépassant parfois 200 m. Il propose l'existence de paquets de glace morte abandonnés par le glacier en retrait, puis recouverts d'alluvions glaciaires ou fluvio-glaciaires. Après fusion, seules subsistent des dépressions. Burri en 1963, dans son travail "Le Quaternaire des Dranses", consacre quelques lignes à ces dolines. Pour lui, l'hypothèse glaciaire est valable dans la plupart des cas. Mais en certains endroits, sous mince couverture morainique, il pourrait effectivement s'agir de dissolution de gypse, par exemple pour les Voua, aux eaux sulfatées (observation faite par Jacob, puis reprise par tous les auteurs suivants, alors que ce n'est pas vraiment le cas; voir table Y, physico-chimie des eaux). Dray (1970) ne prend pas vraiment parti, mais Olive (1972) exclut la dissolution du gypse et n'y voit que des dolines périglaciaires, des "kettles", liées aux terrasses de "kame". Il avance même un âge basé sur des datations: environ 16000 ans pour les lacs qui nous concernent. Finalement, Serra-Bertral (1976), dans son étude sur quelques lacs du Chablais, se rallie à l'origine périglaciaire. Quant à nous, nous sommes persuadés que la dissolution du gypse en profondeur n'entre pas en ligne de compte, la raison en étant donnée ci-dessous.

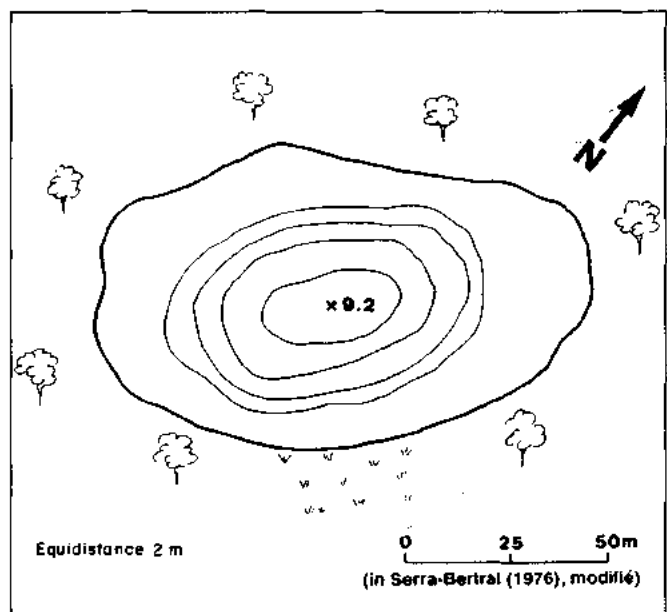
b) Hydrologie

Une nappe d'eau libre superficielle s'écoule dans les terrasses de Thonon, en direction du Léman. Des analyses physico-chimiques de l'eau au captage des Blaves, 1 km au SW des Voua, par Dray (1970), étalées sur deux ans, indiquent une concentration moyenne en sulfate de 13.8 mg/l, valeur similaire à ce que nous trouvons pour les Voua. Or, l'alimentation de ces plans d'eau se fait par les précipitations, le ruissellement de surface (pour le Voua Bénit, par un petit affluent), et en majeure partie, par la nappe, ces lacs n'étant en fait que des regards sur celle-ci, variant de niveau selon ses fluctuations. Cette nappe circule dans les dépôts glaciaires et fluvio-glaciaires des terrasses, son eau provenant des infiltrations de surface, mais aussi des sources issues du front des Préalpes médianes (monts d'Hermone-Draillant, par exemple). Et c'est dans ces reliefs que les eaux peuvent se charger de sulfate, au contact des gypses du Trias. Un bon exemple en est la source du Puits d'Orcier, titrant 1400 mg/l de sulfate. Mais il faut relever que la minéralisation des eaux des Voua est plus faible que celle de la nappe: elle est en effet diluée, car ils jouent le rôle de postes pluviométriques.

c) Observations

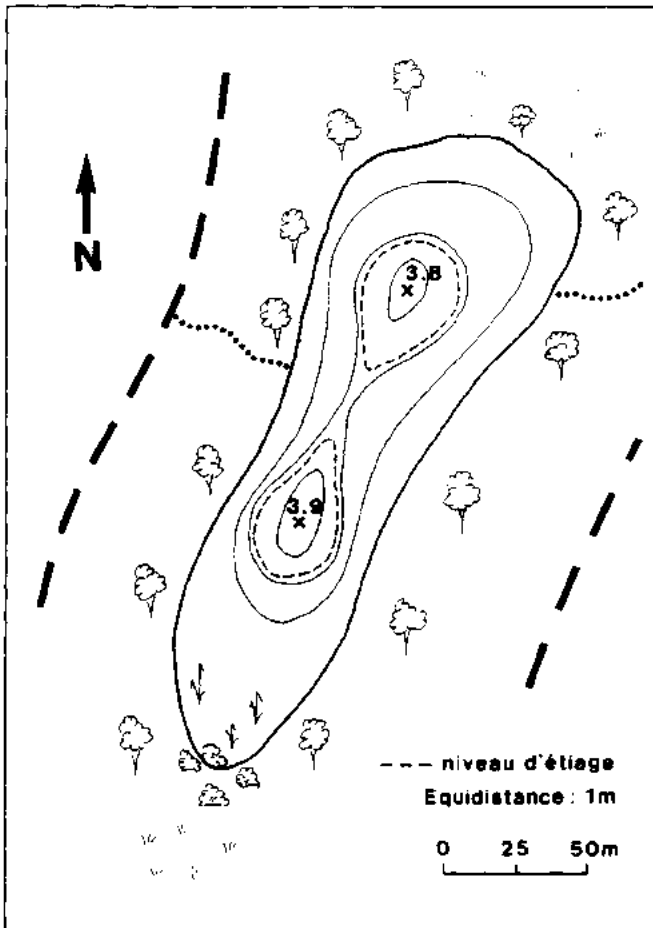
Beaumont (1802) mentionne 5 lacs à l'aube du XIXe siècle, et les Voua étaient encore au nombre de 4 sur la carte au 1/20000 de 1937. L'un de ceux-ci, le Voua des Spôts, n'existe plus, soit que le niveau de la nappe ait baissé (de nombreux captages ont été réalisés dans cette région à forte urbanisation), soit qu'il soit temporaire (il n'y a un peu d'eau au fond de la cuvette de 1500 m² de surface et couverte de grosses touffes de carex que lors d'épisodes pluvieux continus). Seuls subsistent le Voua de la Motte, étudié en détail par Serra-Bertral (1976), le Voua Beudet (indiqué à tort Voua des Spôts sur les cartes récentes), et le Voua Bénit. Passons-les rapidement en revue.

Voua de la Motte (920.350/157.050/587)



Nous avons peu visité ce plan d'eau, car il a été bien décrit par Serra-Bertral (loc. cit.). Il est dans une dépression, au milieu d'une forêt qui l'entoure de tous côtés, sauf au SE où l'on a de la prairie. Ovale, ses dimensions sont de 90 m sur 55 (mesures du 13.5.90). Il était alors 1.3 m sous son niveau maximum, avec une profondeur d'environ 8 m; la transparence Secchi atteignait 2.7 m. Le 11.11.89, lors d'un prélèvement d'eau, la température à 5 m de profondeur était de 10.5°, et la profondeur maximum de 8.9 m. Enfin, le 28.3.92, la température de surface était de 9°, celle du fond de 6.5°, et la transparence était de 2 m. La profondeur maximum, difficile à estimer à cause de la matière en suspension, atteignait 9.1 m: après être doucement descendu, le lest s'arrêtait à cette valeur.

Voua Beudet (920.900/157.300/589)



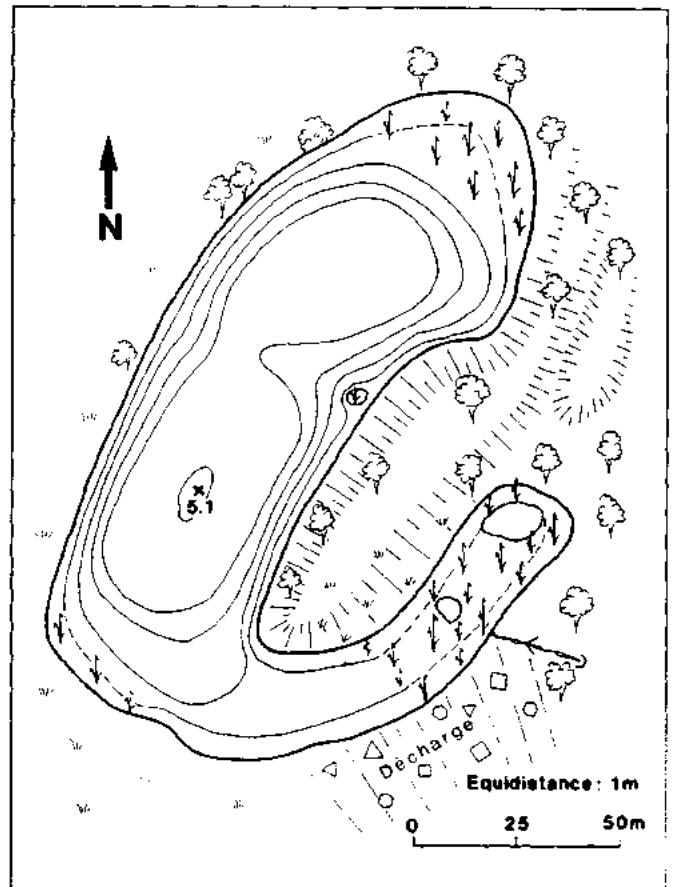
Ce plan d'eau est appelé à tort Voua des Splots sur les cartes récentes. Il est formé de deux bassins reliés par un large col. Il mesure environ 250 m de longueur, sa largeur maximum atteint 55 m et les profondeurs sont équivalentes dans les deux parties du lac, environ 4 m. Tous ces paramètres sont sujets à de très fortes variations selon le niveau du lac, donc de la nappe. Le plan d'eau est entouré de bois et son extrémité sud disparaît sous des buissons. On observe de nombreux blocs de roches cristallines sur ses rives.

Les paramètres donnés plus haut ont été mesurés en hautes eaux, le 21.8.88. La transparence Secchi atteignait alors environ 2.5 m, mais le disque avait été visible jusqu'au fond le 1.4.83; c'était à la sortie de l'hiver, et la vie lacustre était encore dormante. La température de surface était de 22° et celle du fond de 19°. Les 5/6 du lac étaient recouverts de nénuphars et autres plantes aquatiques. La profondeur maximum avait été assez difficile à estimer car, comme pour le lac de Pététoz, il existe à partir de 2.5 m de profondeur, une sorte de bouillie en suspension dans laquelle disparaît le disque de Secchi, et où le lest de la sonde ralentit progressivement sa chute. Elle est formée de débris végétaux et de bactéries.

Le 19.10.89, après une longue sécheresse estivale et automnale, une baisse de niveau de 1.5 à 2 m fit que les deux cuvettes n'étaient plus reliées que par un chenal de 10 à 15 m de largeur. Les précipitations hivernales ayant fait défaut, le niveau de la nappe continua de baisser, si bien que le 17.5.90, le lac était séparé en deux parties par un isthme présentant un sol très mou qui n'engageait pas à le traverser. Le 23.5.90, nous fîmes quelques mesures sur les deux bassins, en forme de paire : le bassin nord mesurait 44 m de long, 32 de large, avec une profondeur de 2 m ; une distance de 25 m le séparait du bassin sud qui mesurait 51 m sur 28, avec une profondeur identique. Un filet d'eau (env. 1 l/mn) s'écoulait du sud au nord. La température de l'eau était de 24° et la transparence de 1 m, dans les deux bassins. La surface totale n'excédait pas 2000 m².

L'épaisseur de matière organique et de vase dépassait 1.5 m. Le 25.5.90, après 1.5 jour de pluie, le niveau était remonté de 5 cm. On peut relever que c'est durant cette période que le Centre de Recherches Géodynamiques de Thonon a effectué des prélèvements de sédiments dans la partie nord du lac exondée, afin de faire des datations sur des coquilles.

Voua Bénif (921.200/157.350/590)



Ce plan d'eau est le plus grand des trois, mais c'est celui dont la santé est la plus menacée : une décharge réservée aux habitants du Lyaud se déverse dans la partie sud du lac, et une porcherie domine sa rive orientale. Le lac a la forme d'un crochet dont la longueur serait de 155 m et la largeur de 55. Il est entouré pour moitié de prairies, ailleurs ce sont des bois. Ses extrémités nord et sud sont envahies par de la végétation aquatique, et l'eau présente la teinte verte caractéristique des plans d'eau eutrophes. Dans le prolongement du bras oriental, on observe un ravin et une cuvette dominée par une falaise de poudingues, similaires au conglomérat des Dranses.

Lors d'une visite le 12.3.83, la transparence n'atteignait que 1 m, et la profondeur maximum 5 m, au centre du lac. Au nord, on observe la présence d'un petit bassin de profondeur presque équivalente, séparé du bassin principal par un léger seuil. C'est dans cette région que la sonde descend très doucement après avoir touché le "fond", en dégageant du méthane et de l'hydrogène sulfuré. Le 29.11.87, le lac était homotherme à 5°, et la transparence atteignait 2.4 m. Le 19.10.89, après une longue période sèche, le lac était à environ 1 m sous son niveau maximum. Enfin, le 17.5.90, lors de mesures morphométriques, l'eau était à 25° en surface et à 13.5° au fond ; le niveau maximum aurait pu être 1 m plus haut.

Pour conclure, on peut relever la présence d'une très belle zone humide, 400 m au NW du Voua de la Motte. Elle s'étend sur près de 12 ha et est couverte de végétation aquatique. C'est la plus vaste de la région.

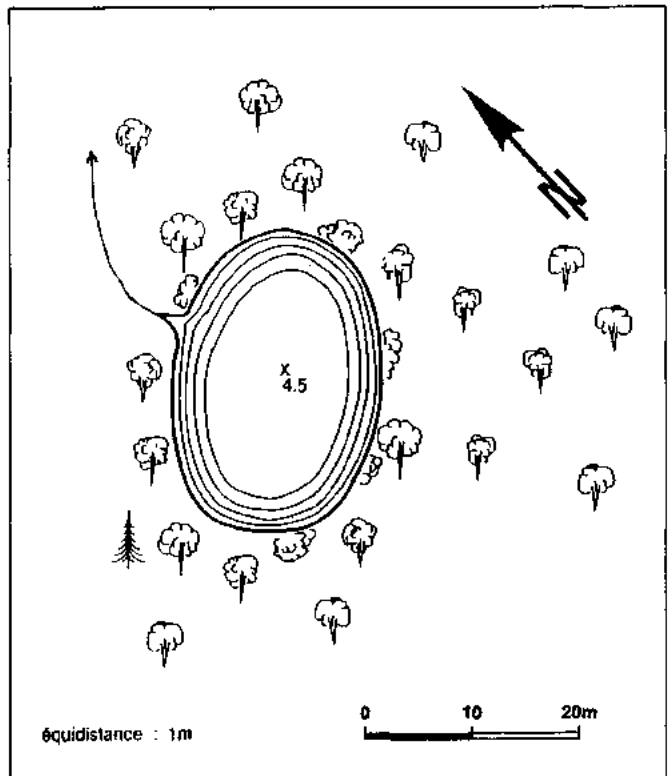
Pour ces trois plans d'eau, la morphométrie et la physico-chimie de l'eau sont données aux tables X et Y. Relevons que des données physico-chimiques pour les Voua de la Motte et Beudet se trouvent dans Dray (1970). L'accès se fait facilement à partir de Thonon.



Voua Bénit

Autres plans d'eau de la région :

Puisoir d'Orcier (919.650/153.830/665)



Comme son nom l'indique, ce petit plan d'eau est situé à 500 m d'Orcier, village 3 km au SW des Voua dont il a été question ci-dessus. Encore sur la plaine, entouré de bois, il se trouve juste au pied des contreforts des monts d'Hermone, Forchat et Draillant. Ces reliefs peu élevés (1000 à 1500 m), assez mous, forment le front des Préalpes médianes. On a principalement des affleurements de Dogger et de Lias supérieur (marnes et calcaires), de Lias moyen (calcaire siliceux), souvent empâtés dans la couverture glaciaire du Würm moyen.

Les dimensions du lac sont d'environ 20 m sur 30, et sa profondeur maximum atteint 4.5 m. Dray (1970) donne 8 m ! Il est alimenté par une grosse venue d'eau sous-lacustre, au module d'environ 15 l/s.

L'histoire du Puisoir est mouvementée : Favre (1867) rapporte (t. II, § 311) qu'en 1860, le bassin d'une source qui n'avait guère que 2 m de largeur et qui actionnait un moulin, s'était subitement agrandi pour atteindre 20 m sur 8. Des châtaigniers de 12 à 15 m y furent engloutis. Des sondages à plus de 20 m n'avaient pas touché le fond. Et Favre de supposer que ce phénomène est dû à la dissolution du Trias sous-jacent, et plus particulièrement du gypse, avec formation d'une cavité qui s'est éboulée. Il y a effectivement

quelques affleurements de dolomies triasiques dans la région (aux Arces, au Mont Forchat et près du col du Feu), et du gypse le long de la Dranse (Armoy et l'Epine), ainsi que vers le Brévon, en amont de Bioge. Ce serait donc un cas de suffosion, c'est-à-dire une dissolution sous couverture morainique suivie d'un effondrement. A l'appui de cette hypothèse, il faut relever la très forte minéralisation de l'eau du Puisoir, riche surtout en sulfate de calcium (d'où la couleur bleu-vert de l'eau). Quant à Dray (1970), il est du même avis.

En ce qui concerne les dimensions données plus haut, elles nous semblent fortement exagérées, même s'il y a eu modification ultérieure ; le bassin semble s'être encore élargi pour atteindre ses dimensions actuelles, en revanche sa profondeur a énormément diminué ! Quant au débit, il semble être resté stable et assez important : l'émissaire n'aurait-il pas déjà un moulin il y a plus d'un siècle ? Avec un module annuel de 15 l/s (il y a peu de fluctuations saisonnières), il suffirait d'un bassin de 1 à 2 km² pour l'alimentation. Ce chiffre est plausible : si l'on considère la carte, on remarque que l'hydrographie de surface est très limitée sur les reliefs voisins ; une partie non négligeable des précipitations annuelles (env. 1.5 m) doit donc s'infiltrer. Ce processus pourrait s'effectuer soit dans la région Mt Forchat-Mts d'Hermone (combe anticlinale d'axe N40°), soit dans le synclinal Trécourt-Journaisnaz, fortement rempli de dépôts glaciaires. Les axes de ces structures sont plongeants vers le NE. A la faveur d'une faille N135° (col du Feu), direction de fracturation que l'on retrouve dans les Médiannes plus en arrière, l'eau serait dirigée vers la plaine et le Puisoir. Si ce modèle est correct, le périmètre d'alimentation se situerait dans le quadrilatère les Echaux, Mont Forchat, Tré-le-Mont, col du Feu. Seul un traçage, à condition de localiser des pertes, pourrait permettre de trancher.

En ce qui nous concerne, il nous semble que le lac n'est pas le résultat de la suffosion, mais qu'il s'agit simplement de l'émergence d'une grosse source karstique, chargée de gypse, au contact du front des Préalpes et des dépôts glaciaires.

Lors d'une visite le 25.11.89, la température de l'eau était de 9.5° en surface et de 10.5° au fond (source sous-lacustre "chaude", refroidissement en surface), et le disque était visible jusqu'au fond. Le débit de l'émissaire était de 20 l/s environ. Le 17.5.90, la température de surface était de 11.5°, et le débit de l'émissaire de 15 l/s. Le 20.5.90, la température de surface atteignait 11° et la transparence 2 m. Le 14.3.92, l'émissaire débitait 15 l/s à une température de 10°.

Le 23.3.93, Olivier Rodet de la SSS Genève a effectué une plongée dans le Puisoir afin de déterminer le lieu et le mode d'alimentation. Sur un fond au recouvert de limon blanc impalpable, dont aucune roche n'affleurait, il a observé aux deux extrémités du lac des groupes de cratères de 0.5 à 1 m de diamètre et de 30 à 50 cm de profondeur. De petits panaches de limon s'en élevaient sans cesse, soulevés par les venues d'eau. Ce jour-là la température de l'eau était de 9.5° et le débit de l'émissaire d'environ 15 l/s.

Une analyse bactériologique effectuée le 28.5.90 par le Laboratoire du Service des Eaux de la Ville de Genève a montré la présence de coliformes. L'eau du Puisoir n'est donc pas potable, elle est contaminée par des germes de surface, ce qui n'est pas surprenant si l'on considère le bassin-versant que nous avons proposé.

La morphométrie et la physico-chimie du Puisoir sont données aux tables X et Y.

On trouvera aussi quelques analyses d'eau dans Dray (1970).

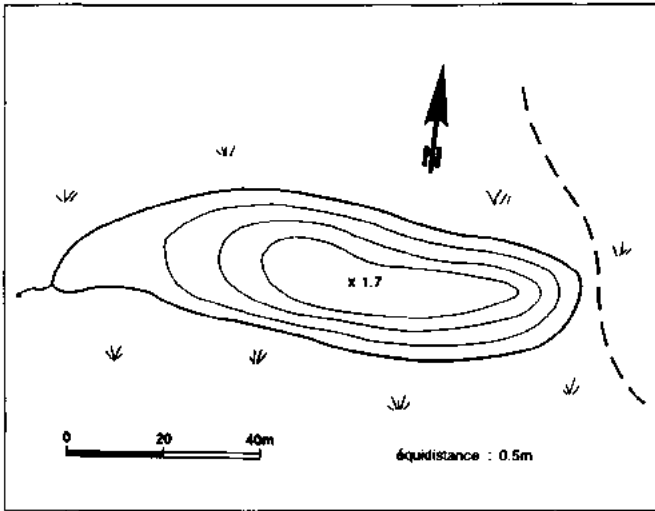
L'accès est facile à partir d'Orcier, en suivant le chemin carrossable qui longe le cimetière.

Etang de Maugny (918.800/153.900/630)

1 km à l'ouest d'Orcier se trouve un étang avec une large île au centre. Il semble avoir été aménagé, même si la dépression initiale était déjà là (doline périglaciaire ?). Le diamètre du plan d'eau est d'environ 60 m, et un chenal de 2 à 10 m entoure l'île. Cette dernière supporte une croix et de très beaux arbres. La profondeur de l'eau atteint 1.5 m sur un fond très vaseux. Deux filets d'eau alimentent le lac à l'est et un ruisseau (env. 1 l/s le 23.5.90) s'en échappe vers l'ouest en passant sous la D12.

- Dans la région au SW des Voua, on a de nombreuses zones humides qui ont été plus ou moins remaniées: certaines ont été drainées et n'existent donc plus, d'autres ont été recréusées pour y faire de la pisciculture, d'autres enfin sont reprises par la végétation et ne sont presque plus discernables.

Laousset de Tré-le-Mont (919.950/151.050/1340)



Ce plan d'eau (laousset = petit lac en patois) est situé au nord du Mont Forchat, dans les Préalpes médianes. Le petit vallon dans lequel il se trouve, à 200 m des chalets homonymes, n'est autre qu'une combe anticlinale excavée dans le Lias inférieur et moyen. Quelques affleurements de Trias sont observables sous forme de dolomies. Pratiquement, toute la dépression est recouverte de dépôts glaciaires würmiens. Une petite gravière ouverte à proximité du lac a permis d'observer des dépôts fluvi-glaciaires granoclassés (lac temporaire ?), composés de matériaux locaux (brèche, cargneule) et alpins (gneiss et serpentine du Valais).

En ce qui concerne l'origine de la cuvette lacustre, la présence de Trias sous-jacent pourrait faire croire à un soutirage par dissolution, mais il n'en est rien. En effet, le laousset de Tré-le-Mont, d'environ 100 m sur 30, entouré de pâturages, n'est dû qu'à un glissement de terrain, parti des pentes qui le dominent au sud, et ayant obstrué le vallon. L'eau s'accumula ensuite derrière ce barrage et inversa son drainage qui se fait maintenant en direction de l'ouest. Un sentier passe du reste sur la masse glissée. Le vallon en aval est à sec.

Favre, dans son ouvrage (1867 ; t. II, § 309), passe sous silence ce lac, mentionnant cependant un étang voisin (voir plus bas). Peut-être la création du lac est-elle postérieure à sa visite, soit 1865 environ ?

L'alimentation se fait par ruissellement et apports diffus ; l'exutoire a été réhaussé d'un demi-mètre environ pour augmenter la surface du plan d'eau. Les variations de niveau ne dépassent pas 0.1 m, mais il peut arriver que l'émissaire soit à sec, alors que le débit peut atteindre 1 l/s en crue. Il y a

quelques dm de limon assez clair sur le fond du lac, dont la profondeur est de 1.7 m au plus. Dès la fin du printemps, des algues envahissent le lac.

On peut noter qu'en 1986, le lac a été vidé sur ordre du maire: il s'agissait de mettre à jour et de capter la source qui était sensée l'alimenter, car il y avait toujours de l'eau dans la cuvette. On ne la trouva pas ! Et il fallut remplir le lac qui restait désespérément vide...

Lors d'une visite le 26.12.82, la surface était prise par 18 cm de glace; la profondeur atteignait 1.7 m. Le 19.6.87, l'exutoire débitait 1 l/s à une température de 7.5°. Le 21.8.88, la température de surface était de 14° et celle du fond de 13.5° ; la transparence Secchi était de 1.5 m et l'émissaire à sec. Un tiers de la surface lacustre était envahi d'algues. Le 8.11.90, le lac était recouvert de 5 cm de glace et l'eau était à 2.5° juste sous la surface. Enfin, le 14.4.92, la surface du lac était recouverte d'algues en putréfaction, et l'émissaire à sec.

La morphométrie et la physico-chimie des eaux du laousset se trouvent aux tables X et Y.

L'accès peut se faire à partir du col du Feu, puis La Plagne (800 m au sud du col), et Tré-le-Mont.

Autres plans d'eau voisins :

Le laousset se déverse au bout d'une vingtaine de mètres dans un étang circulaire d'environ 15 m de diamètre, ayant 20 cm d'eau au maximum et 60 cm de vase sur un fond pierreux; l'eau s'écoule ensuite en direction du sud. L'étang est souvent à sec.

Étang du Mont Forchat (919.460/150.500/1315)

700 m au sud du laousset, on observe une mare d'environ 12 m sur 10 et de 60 cm de profondeur maximum, avec quelques dm de limon clair et des plantes aquatiques. L'émissaire traverse un rempart morainique en direction du nord. C'était son état le 28.4.83. En juin 1987, la situation avait fortement changé: la surface était bien plus grande, car une digue avait été construite dans l'échancrure de la moraine. La profondeur était alors d'environ 1.5 m. Mais le 14.4.92, on était revenu à la situation antérieure, le petit barrage avait été détruit. En arrière de ce vallum morainique, on a une zone humide de 2000 m², puis un second vallum, lui aussi échancré. C'est sans doute le fond d'un ancien lac, la sonde traversant 1 m de limon et d'argile recouvrant un fond pierreux. Favre (loc. cit.) attribue ces moraines à un glacier propre au Mont Forchat. Vu l'exigüité du bassin d'alimentation et sa faible altitude maximale (1539 m, altitude **actuelle** du Mont Forchat), il nous semble plus raisonnable d'invoquer un vallum déposé par un névé permanent.

Étang de la Grange de Lullin (923.120/150.060/1308)

Cette petite mare se trouve 3.3 km à l'est du Mont Forchat, sur le chaînon situé entre Lullin et Bellevaux. Il s'agit d'un plan d'eau de 15 m de diamètre, avec 40 cm d'eau et une vingtaine de cm de limon gris clair sur un fond caillouteux. Il y a un vague déversoir vers le NW. A 50 m d'un chalet ruiné, sur un replat sommital, cet étang semble artificiel (point d'eau pour les bêtes).

Tourbière des Mouilles (922.000/147.400/1100)

Cette ancienne tourbière se trouve à 3.3 km au SE du Mont Forchat, entre Bellevaux et Hirmentaz. Étant désaffectée, il n'y a plus de nappe d'eau, mais seulement une zone humide exigüe.

Lac Oui (916.170/148.380/1075)

Ce plan d'eau, appelé aussi **marais de Sauchères**, est situé sur le versant lémanique des Préalpes, à l'extrémité septentrionale des nappes ultra-helvétiques (Volrons), et 1 km à l'ouest du col de Cou. Il est dans une zone boisée appelée le Déluge, terme qui, dans le Chablais, signifie terrain en mouvement permanent, mais lent ! On se trouve en effet sur des dépôts glaciaires dont la semelle argileuse imperméable empêche les infiltrations, favorisant ainsi l'instabilité.

Le lac Oui est localisé sur un replat. Il mesure environ 30 m sur 40, et est envahi par la végétation aquatique, avec, émergeant ici et là, des îlots ou des touffes de carex. Plusieurs petites cuvettes le composent, la plus profonde dans la partie nord du lac, atteignant 2.3 m. Plus d'un mètre de vase noire et putride recouvre le fond, dégageant du méthane lorsqu'on la remue.

La région est toujours gorgée d'eau. Lors d'épisodes pluvieux, des affluents rejoignent le lac au sud et à l'est, et l'émissaire, dont le débit peut atteindre plusieurs l/s, serpente vers le nord. Par étiage, l'alimentation est diffuse, et le niveau du lac reste stable.

Il existe en outre de nombreuses petites mares dans la région.

A noter que ce Déluge n'a rien à voir avec celui proche de Viuz, région elle aussi en mouvement, à laquelle Favre (1867 : § 288), ainsi que Perret (1931 : p. 23) font allusion (voir ci-dessous).

On atteint le lac en partant de la route du col de Cou, 500 m à l'ouest du col. Une vague piste forestière mène à proximité.

Le Petit Lac (922.000/150.550/880)

Il s'agit d'un plan d'eau de 20 m sur 50 et de 3 à 4 m de profondeur, 700 m en amont de Lullin. Il

résulte d'un barrage totalement artificiel, édifié vers 1987, sur le torrent Le Chenau.

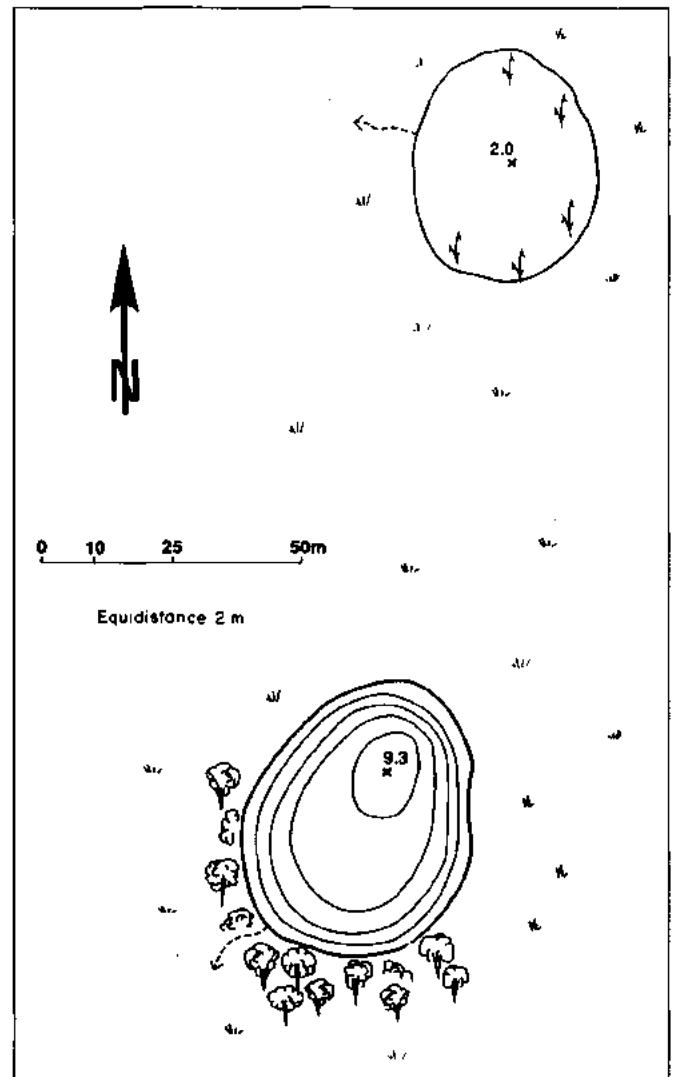
Tourbière du col de Terramont (920.300/147.150/1090)

C'est une belle zone humide, malheureusement en voie de comblement pour y bâtir des maisons. Les parties subsistantes sont en outre drainées.

Mare d'Outannaz (926.900/153.450/1400)

A 1.5 km au nord du Mt Billiat, on peut relever la présence d'une mare semi-permanente au fond du cirque glacio-karstique d'Outannaz. Alimentée par une source, elle atteint une centaine de m² avec 1 à 2 dm d'eau. Elle se vide souterrainement par une perte située dans l'angle ouest.

Étangs de "Chez le Moine"



Cet ensemble de trois étangs, dont deux permanents, se trouve sur le front des Préalpes médianes, dans le haut de la Vallée Verte, à quelques centaines de mètres au sud d'Habère-Poche.

Cette région est en grande partie recouverte de dépôts glaciaires, dont il est difficile de donner l'origine: ils pourraient provenir du glacier du Giffre dont une langue remontait la vallée, mais aussi d'un glacier issu du Roc d'Enfer. On trouve dans la moraine des éléments de toutes ces régions, et il semble qu'au gré des fluctuations climatiques et des temps de réaction des appareils glaciaires, tantôt l'un, tantôt l'autre l'a emporté.

Quant à l'origine des lacs, il semble qu'il faille l'attribuer à des coins de glace morte abandonnés au sein de la moraine, les dolines périglaciaires de Gagnebin. Des glissements de la masse de sédiments glaciaires semblent improbables, car il n'y a pas trace de niche d'arrachement, pas plus que la dissolution du Trias sous-jacent, car il n'affleure pas à moins de 700 m. De plus, les lacs sont taillés à l'emporte-pièce dans les dépôts morainiques.

Étang nord (918.540/146.620/935)

Il est ovale et mesure environ 35 m sur 45, ces dimensions variant selon le niveau de l'eau qui peut fluctuer de près d'un demi-mètre. Cependant, le propriétaire, âgé de 80 ans, l'aurait eu fauché dans sa jeunesse. La profondeur atteint 2.2 m. L'étang se trouve au milieu de pâturages, à quelques dizaines de mètres du départ d'un petit téléski. Il n'y a pas d'alimentation visible, mais des apports diffus du terrain et le ruissellement de surface. Lorsqu'il y a trop d'eau, elle déborde et s'écoule en direction des chalets édifiés en contrebas. En général, plus de la moitié de la surface de l'étang est recouverte de plantes aquatiques (algues, roseaux, etc.). Le fond, formé de quelques dm de limon et dégagant du méthane, n'est pratiquement jamais visible.

Le 14.4.92, la transparence atteignait 1.3 m et la température de surface 14.5°.

Étang sud (918.500/146.500/945)

Il est situé à 80 m du précédent, dans un environnement semblable. Mais sa rive sud est entourée d'un petit bois dans lequel on remarque quelques gros blocs de calcaire. Ses dimensions sont de 42 m sur 52, et sa profondeur atteint 9.3 m, ce qui dénote un creux important pour un lac si restreint. Les valeurs données sont des paramètres maximum.

Il n'y a pas d'affluents, mais des venues diffuses du terrain environnant. En temps de crue, l'émissaire s'échappe au travers du bois et rejoint à un jet de pierre plus bas une dépression herbeuse de 25 m de diamètre, qui se remplit d'eau temporairement. La profondeur peut y atteindre 2.2 m au maximum, mais elle est nulle la plus grande partie de l'année.

Le fond de l'étang est recouvert de quelques dm de vase.

L'eau du fond dégage de l'hydrogène sulfuré lorsqu'elle est amenée à la surface. Les conditions y sont certainement anoxiques, car le brassage est pratiquement nul dans un creux si marqué. Ces sulfures sont probablement des composés organiques volatils, car l'analyse ne montre pas trace de sulfures minéraux. En fin de saison, des plantes aquatiques colonisent le pourtour du lac. Les fluctuations de niveau sont faibles, quelques dm.

Le 10.4.83, la transparence Secchi atteignait 2.2 m. Le 5.11.83, la température de surface était de 7°, puis on avait homothermie à 6.5° jusqu'au fond. Le 18.2.84, sous deux couches de glace séparées par de l'eau, soit au total 0.6 m, on avait: 1.5° à 1 m de profondeur, 3.5° à 2 m, 4° à 4 m, 4.3° à 6 m, 4.7° à 8 m et 4.8° au fond. Dès 8 m de profondeur, l'odeur d'H₂S dans les échantillons d'eau était évidente.

Le 14.12.85, sous 15 cm de glace, on avait 3.3° à 0.5 m, 3.8° à 1 m, 4.2° à 2 m et à 3 m, 4.3° à 4 m, 4.4° à 5 m, 4.5° à 6 m, 4.9° à 7 m et 5° au fond. Le 19.6.87, la température de surface était de 12.5° et le débit de l'émissaire de 2 l/s. Le 8.11.90, l'étang nord étant à moitié pris par la glace, on mesurait dans l'étang sud 7.5° en surface: il est vrai que son inertie thermique est bien plus élevée que celle de son voisin.

Enfin, le 14.4.92, la transparence atteignait 4 m, la température de surface 12° et celle à 7.5 m, 6.5°. La morphométrie et l'analyse physico-chimique de l'eau de l'étang sud seulement sont données aux tables X et Y.

L'accès se fait en quelques minutes à partir d'Habère-Poche.

Laoué de Miribel (919.060/143.460/1352)

Ce petit lac, ou laoué en patois, est situé sur le massif de Miribel, au front des Préalpes médianes. Il est au fond d'un vallon, la Grand'Combe, s'ouvrant au nord de la pointe de Miribel (1581 m): il est entaillé dans les calcaires sublithographiques du Crétacé inférieur, et dominé par des escarpements de Malm. Le lac est entouré de pâturages. La surface du plan d'eau varie selon la saison: le 19.6.87, il était de forme ovale (90 m sur 50), axé N40°, avec au centre une île, ovale elle aussi dépassant à peine le niveau de l'eau. La profondeur du laoué n'excède pas 40 cm.

Le 2.10.90, les dimensions étaient les mêmes, à quelques mètres près (en moins), mais il n'y avait que 1 à 2 dm d'eau. Seule subsistait en eau libre une zone à l'ouest, et l'île était accessible à pied.

sec. Il y a au minimum un mètre de tourbe et de limon sur le fond du lac, témoins de son comblement progressif. En fait, ce plan d'eau est moribond, conquis par la végétation aquatique.

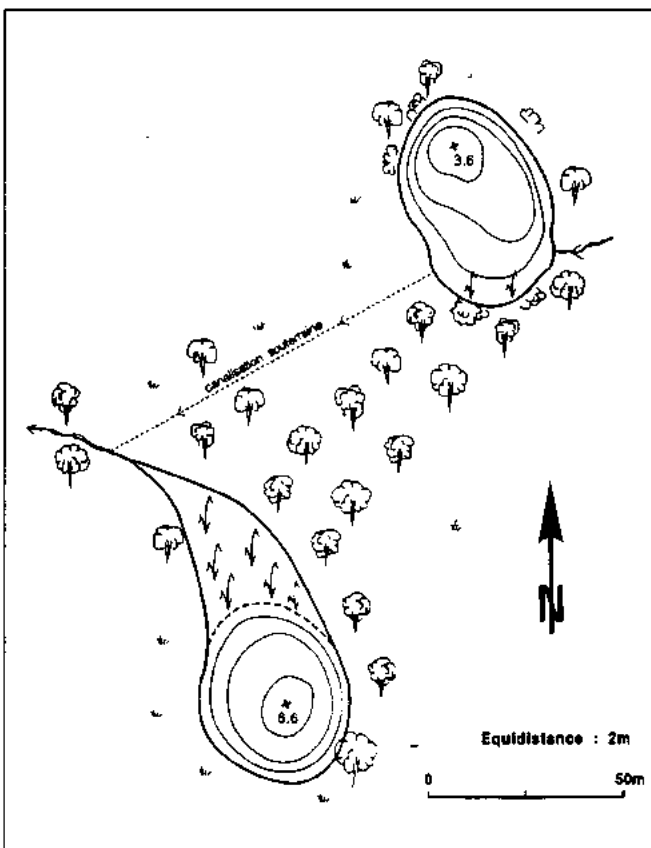
Chaix (1928), qui a étudié la région, écrivait que "la Grand'Combe est fermée au nord par un léger renflement de terrain qui pourrait être la moraine frontale d'un petit glacier qui aurait existé sur la pente nord du sommet de Miribel ; malheureusement, tout est recouvert par l'herbe". Pour éclaircir la situation, nous sommes allés faire le 6.10.90 deux sondages dans cette levée, dominant au nord de 4 m le lac. Une matrice argileuse nous a donné des blocs de Malm, d'Oxfordien (absent localement) et de Dogger (?). Pour l'origine de ce matériel, nous pencherions plutôt pour un glacier issu du Roc d'Enfer, s'écoulant par la vallée du Brévon. Comme le glacier de la Dranse occupait les vallées au nord, une difflueuse aurait traversé le col du Creux (1288 m) en direction de Boège, dans la Vallée Verte. C'est un vallum latéral de cette difflueuse qui aurait barré la Grand'Combe. Cette dernière, de par son altitude, aurait en effet pu supporter un névé permanent, mais difficilement un glacier durant le Würm récent, nous semble-t-il.

Il s'agit de deux petits plans d'eau (laouet=petit lac en patois) situés entre Bogève et Villard, dans la Vallée Verte. Ils se trouvent sur les contreforts occidentaux de la montagne de Plaine-Joux, dans une zone de col (col de Perret) au drainage hésitant. Tous les terrains ici sont formés de dépôts glaciaires, même si quelques pointements autour des lacs montrent du Trias sous forme de corneules (Chaix, 1913).

Il est probable que le glacier du Giffre, avec une langue remontant le vallon de Bogève à partir de Viuz, a contenu un glacier local (issu du Roc d'Enfer ?) dont une difflueuse passait par le col de Terramont ou par le col du Creux, un peu plus au sud (voir ci-dessus, le laoué de Miribel). Ces dépressions sont donc probablement des dolines périglaciaires, formées par des morceaux de glace morte abandonnés lors du retrait du glacier, ou des zones déprimées entre des vallums peu marqués.

De toute façon, le matériel trouvé dans les dépôts glaciaires locaux provient des deux régions, donc on ne peut pas trancher quant à son origine (Chaix, loc. cit.). La dissolution du Trias, peut-être sous jacent, semble à exclure.

Les laouets de Noyer



Laouet ouest (916.330/141.450/975)

Situé à la limite entre un verger et un pré, il mesure 85 m de longueur et 40 m de largeur ; mais seule la partie méridionale, d'environ 40 m sur 50, est en eau libre, avec une profondeur de 6.6 m. Tout le reste du lac est envahi par des plantes aquatiques (massettes, etc) et est recouvert au plus d'un demi-mètre d'eau.

Il est alimenté par des apports diffus, son niveau pouvant varier d'une cinquantaine de cm. Son émissaire, parfois à sec, reçoit peu après sa sortie, l'eau de son voisin, le laouet est, issue d'une canalisation. Son fond est recouvert de vase dégageant du méthane lorsqu'elle est remuée.

Lors d'une visite le 10.4.83, la transparence Secchi atteignait 1.5 m, et l'émissaire débitait 1 à 2 l/s. Le 29.11.87, alors qu'un quart du lac était recouvert de glace, la transparence atteignait 1.6 m ; la température de surface était de 3.5° et celle du fond de 4°. Le 21.8.88, le niveau était à 50 cm sous le maximum, et l'émissaire était à sec ; la moitié de la surface lacustre était envahie de plantes aquatiques.

Le 8.11.90, le lac était homotherme à 7°. Enfin le 14.4.92, la transparence était de 2.8 m, la température de surface de 11.5°, et l'émissaire débitait 0.1 l/s.

Laouet est (916.420/141.530/975)

Il se trouve à 80 m au NE du laouet précédent. De forme ovale (environ 50 m sur 35), sa profondeur maximum peut atteindre 3.6 m. Son affluent, passant à côté des maisons voisines, a un débit variable, de 0 à quelques l/s. L'émissaire rejoint par une canalisation, le ruisseau s'échappant du laouet ouest.

Son état de santé est plus médiocre que celui de son voisin et l'eutrophisation fait que dès la fin du printemps, sa surface est envahie de lentilles d'eau (*Lemna minor*).

Ses variations de niveau peuvent atteindre 1 m. Le fond est recouvert de quelques dm de vase dégageant du méthane au brassage.

Lors d'une visite le 10.4.83, la transparence était de 2 m, et le débit de l'affluent de 2 l/s. Le 29.11.87, le lac était recouvert de glace. Le 21.8.88, la transparence atteignait 1.4 m, la température de surface 15° et celle du fond 13°. Il était à 60 cm sous son maximum, et sa surface réduite de près d'un tiers. Le 8.11.90, il était homotherme à 6°. Enfin, le 14.4.92, la transparence était de 1.8 m et la température de surface de 11.5°; l'affluent avait un débit de 0.2 l/s, alors que l'émissaire était à sec. Des lentilles d'eau recouvraient la moitié du lac.

La morphométrie et la physico-chimie des laouets de Noyer sont données aux tables X et Y.

Ces petits plans d'eau sont facilement accessibles à partir de Boège dans la Vallée Verte, ou de Bogève.

Autres plans d'eau voisins :

Tourbières de Plaine-Joux

Le relief peu marqué et vallonné de Plaine-Joux est limité au nord par la pointe de Miribel et au sud, par la pointe des Brasses, avec des altitudes oscillant entre 1200 et 1300 m. Cet ensemble appartient à la nappe des Préalpes médianes. Entre ces nombreux plis peu accentués se sont établies plusieurs tourbières et zones humides, le soubassement rocheux étant recouvert d'argille glaciaire. Actuellement, toute exploitation a cessé et les tourbières sont reprises par la végétation ou comblées par les habitants de la région. En hiver, le plateau est utilisé pour le ski de fond.

C'est le Malm et le Trias qui dominent dans les affleurements. L'eau s'échappe de ces dépressions par de nombreux emposieux ; elle ressort sur le pourtour du massif sous forme de sources plus ou moins abondantes. Citons par exemple l'émer-

gence d'Amoulin, près d'Onnion, et celle de la Culaz, sur laquelle vient se greffer l'eau circulant dans la grotte de Mégevette (Sesiano, 1991).

La dépression la plus étendue est celle du **Creux à Fançon**, près des Granges (918.550/141.000/1212). Elle représente environ un hectare. A la fonte des neiges ou après d'abondantes pluies, la zone humide est drainée vers un emposieu où l'eau refoule. Cette mare éphémère peut atteindre 8 m sur 10 et 80 cm de profondeur. On a plus d'un mètre de limon et de tourbe sur le plancher de cette cuvette.

La tourbière de **Chez Béné** (919.060/140.550/1225) atteint 1500 m² et présente les mêmes caractéristiques que la précédente, avec plusieurs points de drainage vers des emposieux. Seule l'ancienne exploitation de tourbe peut être recouverte de quelques dm d'eau.

Quant à celle de **Bouttecul** (918.150/139.700/1260), il s'agit d'une zone humide de 2.5 ha, où quelques petites cuvettes contiennent au maximum 40 cm d'eau. Le drainage se fait par deux emposieux, au NW et au SE.

500 m au NE, en-dessous de Berga, on a également une zone humide avec 1 à 2 dm d'eau sur plus d'un mètre de limon et de tourbe.

Il existe encore plusieurs zones humides sur ce massif, mais de moindres dimensions ou temporaires.

Lac des Trables (915.350/139.900/840)

Ce lac est en contrebas de la route menant de Viuz-en-Sallaz à Bogève. Il s'agit d'un plan d'eau artificiel servant de STEP pour le haut de la vallée. Il mesure 280 m de longueur et une centaine de mètres de largeur, et il est divisé en plusieurs bassins; une digue de 8 m de hauteur le retient. Il a été construit sur un élargissement de la vallée, juste en amont du Déluge. Comme déjà indiqué plus haut, ce terme signifie une région où le terrain est en mouvement (Chaix, 1913). Ce glissement, datant de 1715 selon Perret (1931 ; p. 23) a donc antérieurement causé la formation d'un lac, naturel celui-là, qui s'est peu à peu vidé, l'émissaire ayant scié le barrage.

Le torrent de Bogève passe à côté du plan d'eau.

Lac de Môle (915.500/134.700/595)

Il s'agit d'une zone marécageuse, alimentée par une source, qui a été excavée, barrée par une digue de 3.5 m, puis remise en eau. C'est maintenant un lac à vocation touristique, à côté de la route menant de Bonne-sur-Menoge à St Jeoire. Il reste des zones humides à l'état naturel en amont

et en aval. Relevons que Beaumont (1802 ; t. II/2, p. 117) mentionne la présence de ces "tourbières et marais, autrefois un grand lac".

A 1.5 km au-delà, en direction de St Jeoire, on a en bordure de la route D907 un petit lac totalement artificiel, datant de la fin des années 80.

Mares de Tholome (914.330/132.200/725 et 914.150/132.520/685)

Ce sont deux petits bassins artificiels, sur le versant ouest du Môle. Ils étaient contrôlés par une vanne. Abandonnés, ils sont maintenant pratiquement vides et envahis par la végétation.

Mare de la Joux (917.780/136.800/1430)

Cette mare, de 18 m sur 10, est artificielle, sous le sommet de la pointe des Brasses. Elle date du milieu des années 70. Elle est alimentée par des infiltrations. Elle avait près d'un mètre de profondeur. Actuellement, elle est presque à sec

Étang Noir du Vouan (911.720/138.520/645)

Ce petit plan d'eau porte différents autres noms, tous plus ou moins sinistres: marais de la Pierre au Mort, ou étang de l'Homme Mort !

Il est situé sur un replat, une ancienne terrasse, dominé par le Mont Vouan. Cette montagne a longtemps été célèbre par la dureté de ses roches, des grès nummulitiques, dans lesquels on taillait des meules (Favre, 1867 ; § 286).

Le lac est séparé de la rivière coulant en contrebas, la Menoge, par une levée de blocs et de dépôts variés, restes d'un gros éboulement ou d'un vallum déposé par un glacier local.

Entouré de bois il y a encore une vingtaine d'années, ceux-ci ont été coupés, et le lac se trouve maintenant dans une clairière. En 1983, une route a été construite sur sa rive ouest, entre le plan d'eau et la rivière, et un déversoir installé au milieu du lac, permettant de réhausser son niveau de 1.5 m. Malgré cette transformation, et cela d'autant plus que la vanne du déversoir est le plus souvent ouverte, il est resté à l'état de marais, envahi par des plantes aquatiques et des buissons.

Ovale, il mesure 80 m de longueur et 40 de largeur. La profondeur maximum, 4 m, est atteinte en rive est. Il reçoit de l'eau à ses deux extrémités. Lors d'un prélèvement d'eau le 26.11.89, la transparence Secchi était de 2.5 m et le lac était homotherme à 6.5°.

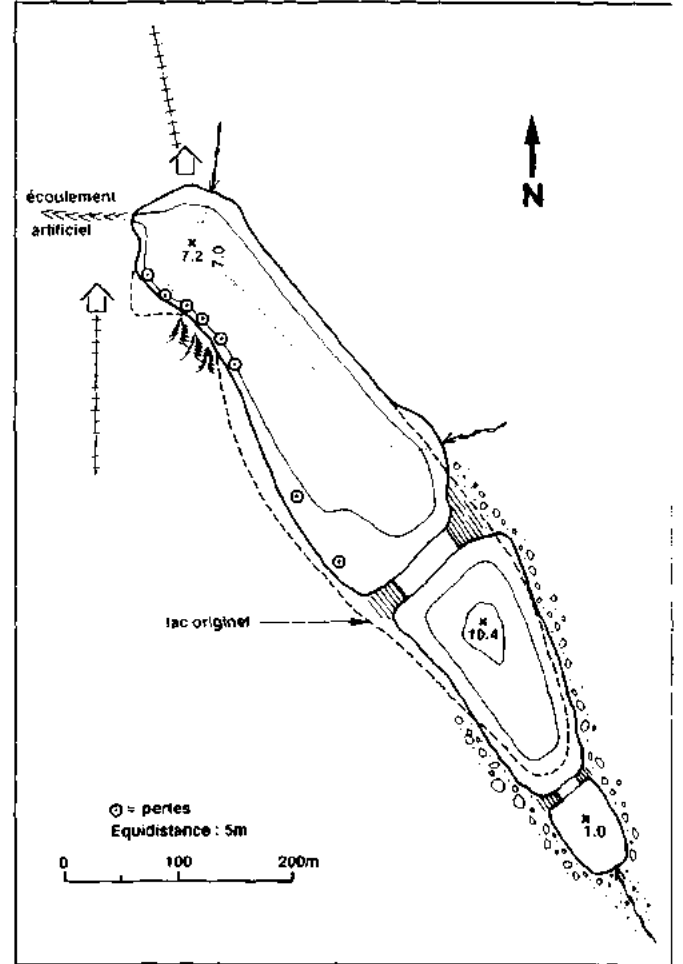
Relevons enfin que le nom du lac viendrait, selon la légende, du fait qu'un cheval et son charrement, le charretier et une meule de grès, auraient

disparu à jamais dans le lac, supposé sans fond. A voir la profondeur de l'eau avant transformation, cela semble douteux !

On trouvera la morphométrie à la table X et la physico-chimie à la table Y.

Le lac est facilement accessible à partir de Bonne-sur-Menoge, puis le Pont-de-Fillings.

Le lac d'Avorlaz (943.000/141.500/1735)



a) Situation et origine géologique

Le lac d'Avorlaz est situé sur la nappe de la Brèche, 5 km à l'est de Morzine, et à peu de distance de la frontière franco-suisse. Niché dans une cuvette à plus de 1700 m, entouré de sommets oscillant autour de 2000 m, il se trouve dans un cadre austère. Dans son travail sur le bassin de la Dranse de Morzine, Sayar (1966) consacre une demi-page à ce plan d'eau, alors plus difficile d'accès à son époque que maintenant, se contentant de noter ses larges variations de niveau dans une cuvette fermée (loc. cit. p. 368)

Dès le début des années 70, le développement massif de la station de ski homonyme perturba fortement son environnement.

En ce qui concerne l'origine du lac, il ne fait pas de doute qu'elle est glaciaire. En effet, on trouve dans la vallée des Ardoisières, débouchant à Morzine, entre les Crêts et les Lens, de beaux dépôts morainiques, ainsi qu'un peu plus au sud, vers le Vérard. En d'autres endroits, les traces sont plus discrètes, ou ont été enlevées par l'érosion, voire bouleversées par l'homme. On peut penser que la langue d'un appareil glaciaire, dont l'alimentation se faisait dans le cirque limité par Voriaz, Chavanette et Fonet, devait surcreuser la cuvette à l'emplacement du futur lac, le changement de pente du terrain donnant une composante verticale au mouvement (creusement), et l'étranglement de la vallée causant une accélération de la glace. Il est probable même que le cirque a dû être décapité par une érosion régressive active et que le bassin-versant se poursuivait au-delà de la frontière franco-suisse.

L'excavation s'est concentrée à la limite entre deux terrains: il s'agit de la Brèche inférieure au SW, formée de matériaux détritiques plus ou moins grossiers, à ciment siliceux (âge: Lias sup. et Dogger), et de la Brèche supérieure au NE (âge: Jurassique sup.), formée des mêmes éléments, avec en plus des bancs de calcaire fin. Entre ces deux formations dominant le lac de part et d'autre, l'étroite bande des Schistes supérieurs, au faciès siliceux, avec de minces bancs de calcaire et de brèche.

En aval du lac, on observe un seuil de Brèche inférieure le dominant d'une quarantaine de mètres, si bien que l'on a un bassin fermé dont les eaux s'écoulaient souterrainement. Toutes ces formations sont fortement diaclasées.

b) Hydrogéologie

Vu son mode d'écoulement, le niveau du lac était soumis à de fortes variations, le marnage qui en résultait laissant de larges surfaces exondées. Une partie d'entre elles, se recouvrant de végétation avec l'avancement de la saison, était fauchée ou pâturée à la fin de l'été.

L'implantation et le développement de la station d'Avoriaz, avec l'installation de remontées mécaniques à quelques mètres du lac, conduisirent à sa "domestication", ainsi qu'à son emploi.

Après un remblayage progressif de la partie aval, ce qui augmenta l'amplitude des variations de niveau, les pertes étant peu à peu escamotées, on exécute en 1981 et 1982 d'importants travaux. Ils consistent à segmenter le lac et à créer une réserve d'eau pour la station. Tout en amont, là où arrive l'affluent principal, on construit un décanneur. Puis on aménage plus bas un bassin dont l'étanchéité est assurée par la pose de feuilles de caoutchouc.

Une digue et un déversoir (terminés à fin 82) permettent la communication avec une troisième partie du lac, peu modifiée par rapport au lac originel, mais dont le niveau fluctue fortement au gré des saisons. Seul ce dernier secteur nous intéresse, nous ne parlerons plus des secteurs en amont.

En 1986, un écoulement artificiel est réalisé: une importante perte située sur une faille, sous le remblayage, est remise à jour et une buse d'un mètre de diamètre installée entre le lac et cette faille; puis le tout est recouvert. Le marnage allait ainsi être limité, le drain étant au niveau du plancher lacustre.

On observe à 1.8 km à l'WNW du lac, en amont des Prodains, deux grosses sources qui pourraient être en communication avec le lac. C'est pourquoi nous tentâmes le traçage le 5.11.83, avec 0.2 kg de fluorescéine déversée dans une perte active, un entonnoir s'ouvrant sur le fond vaseux (débit env. 2 l/s), entre le départ d'une remontée mécanique et un bosquet de sapins, et à quelques mètres d'un talus de gros blocs. Cette partie du lac était alors pratiquement à sec, seul y serpentait un petit ruisseau issu de deux gouilles. Aucun résultat ne fut enregistré, la quantité ayant été trop faible et une grosse crue ayant perturbé l'expérience. Le traçage est répété le 13.11.88, précédé d'une expérience à blanc, mais avec 1 kg de fluorescéine injectée à l'entrée du drain. Le débit est alors d'environ 2 l/s. D'autres pertes, situées dans le secteur du premier traçage, évacuent environ 8 l/s. Le fond du lac est recouvert de 5 à 50 cm d'eau.

L'une des émergences, la source de la Dranse, débite alors 10 l/s, et l'autre, 150 m au sud, le double. Le colorant est détecté aux deux sorties d'eau, avec un temps de passage d'une dizaine d'heures. En situation de crue, lorsque la cuvette aval est pleine, le temps doit être bien plus court, car des pertes sous le remblayage de blocs se mettent aussi en activité; elles peuvent du reste drainer le lac en quelques jours.

On peut proposer le trajet suivant: l'eau rejoint une importante faille d'orientation méridienne, puis elle circule probablement au contact entre les schistes et la Brèche inférieure.

c) Observations

Le plancher du lac est recouvert d'un limon gris et très fin. Lors de l'ouverture sur le fond d'une grosse perte (diamètre 1 m et profondeur 4 m) en automne 1988, nous avons constaté une succession de lits de gravier, de sable et de bancs argileux; au fond circulait un petit filet d'eau.

Les trois bassins ont pour surfaces respectives, d'aval en amont, 40.000, 20.000 et 4000 m², et un volume total de 300.000 m³. La surface du lac originel était de 60.000 m².

Les paramètres morphométriques sont très différents selon où se fait la mesure: dans le bassin aval, reste naturel du lac, la température de surface était de 10,5° et celle du fond de 8° le 13.7.87. Le 12.6.88, le lac était homotherme à 6°. Aux mêmes dates, la profondeur maximum était de 5,2 m et de 3,8 m et le disque était visible à 1,1 et 1,5 m, respectivement. Cette transparence est faible, sans doute à cause du ruissellement sur les pentes terreuses entourant le lac, le terrain ayant été remanié pour l'aménagement des pistes de ski. Quant au bassin artificiel, il était partiellement recouvert de glace le 12.6.88. Le 13.7.87, sa profondeur était de 10,3 m, sa transparence de 4,8 m, et la température de 8° en surface et de 6,5° au fond. La couleur Forel était de VII. A noter que la transparence était de 1,5 m dans les deux bassins le 25.6.83.

Les paramètres morphométriques et la physico-chimie des eaux du bassin aval sont donnés aux tables X et Y.

Autres plans d'eau de la région :

Lac du Brochau (943.270/142.280/1755)

Il s'agit d'un petit lac de forme ovale, de 78 m sur 32 et de 0,8 m de profondeur maximum. Il se trouve au pied d'éboulis issus du Saix du Tour, qui du reste ont tendance à le combler. Il faut chercher l'origine du lac dans une petite ondulation structurale de la Brèche supérieure, accentuée par l'érosion glaciaire.

L'épaule retenant le lac à l'est le domine d'une vingtaine de mètres. Ce petit plan d'eau peut s'assécher presque totalement en période d'étiage. Son fond est formé de blocs et de limon. Le tracé d'une piste de ski pour la station voisine d'Avoriaz, en 1981, puis le remblayage partiel de la cuvette, l'on pratiquement coupé en deux, et il ne reste guère plus du tiers du lac originel. En hautes eaux, un émissaire se forme à l'extrémité nord et évacue les eaux vers le torrent des Lindarets, affluent majeur du lac de Montriond.

Accès : on atteint le lac d'Avoriaz et celui du Brochau en gagnant, par une bonne route, la station d'Avoriaz, au départ de Morzine.

- Il existait sur la montagne d'Avoriaz, peu avant d'arriver à la station (zone de coord. 940.500/143.000/1700), de nombreuses mares dans les pâturages et tourbières, de surfaces maxi-

mum 100 m². Elles ont toutes été sacrifiées en 1990 pour l'établissement d'un terrain de golf.

- Un bassin artificiel a été construit sous le Pas de Chavanette, 1,5 km au SE du lac d'Avoriaz. Il mesure près d'un hectare.

Lac des Mines d'Or (942.000/137.300/1390)

C'est une zone humide qui a été excavée et remise en eau pour le tourisme. Une digue en terre, longue de 100 m au couronnement, le retient; la profondeur atteint 5 m. Le plus grand diamètre de ce plan d'eau est de 150 m. Il est alimenté par plusieurs petits torrents. A l'est et au sud, ses rives sont marécageuses.

Lac de Joux Plane (937.800/134.950/1680)

Ce lac est de création récente (1975 ?), du moins sous sa forme actuelle. Il résulte en effet du barrage d'un petit vallon par une digue sur laquelle passe la route menant de Samoëns à Morzine par le col de Joux Plane (qui est en fait situé 200 m au nord du lac). Cependant, les cartes du siècle passé indiquaient à l'emplacement du plan d'eau la présence d'un marais. Celui-ci a été en fait "réactivé".

Géologiquement, on se trouve ici dans la nappe de la Brèche, étudiée en détail par W.J. Schroeder (1939). Le lac est situé entre la Brèche inférieure, formant les petites collines qui limitent le plan d'eau au sud et au SE, et les schistes ardoisiers formant la base du Vuargne, sommité dominant le lac au NW d'une centaine de mètres, et le col de Joux Plane (1712 m). A mi-hauteur du Vuargne, on trouve les bancs de calcaire de la Brèche supérieure, alors qu'au-dessus, ce sont des roches éruptives qui forment les crêtes sous forme de coussins, coulées de lave sous-marines interstratifiées dans des couches de Flysch. La zone humide qui se trouvait à l'emplacement du lac actuel, doit sans doute son origine au fait qu'à l'empatement par les dépôts morainiques de la dernière glaciation sont venus s'ajouter des effets de solifluxion et des glissements de terrain. Le relief est donc très mou, et l'hydrographie parfois indécise.

Une petite île se trouve dans la partie est du lac. Elle est probablement artificielle.

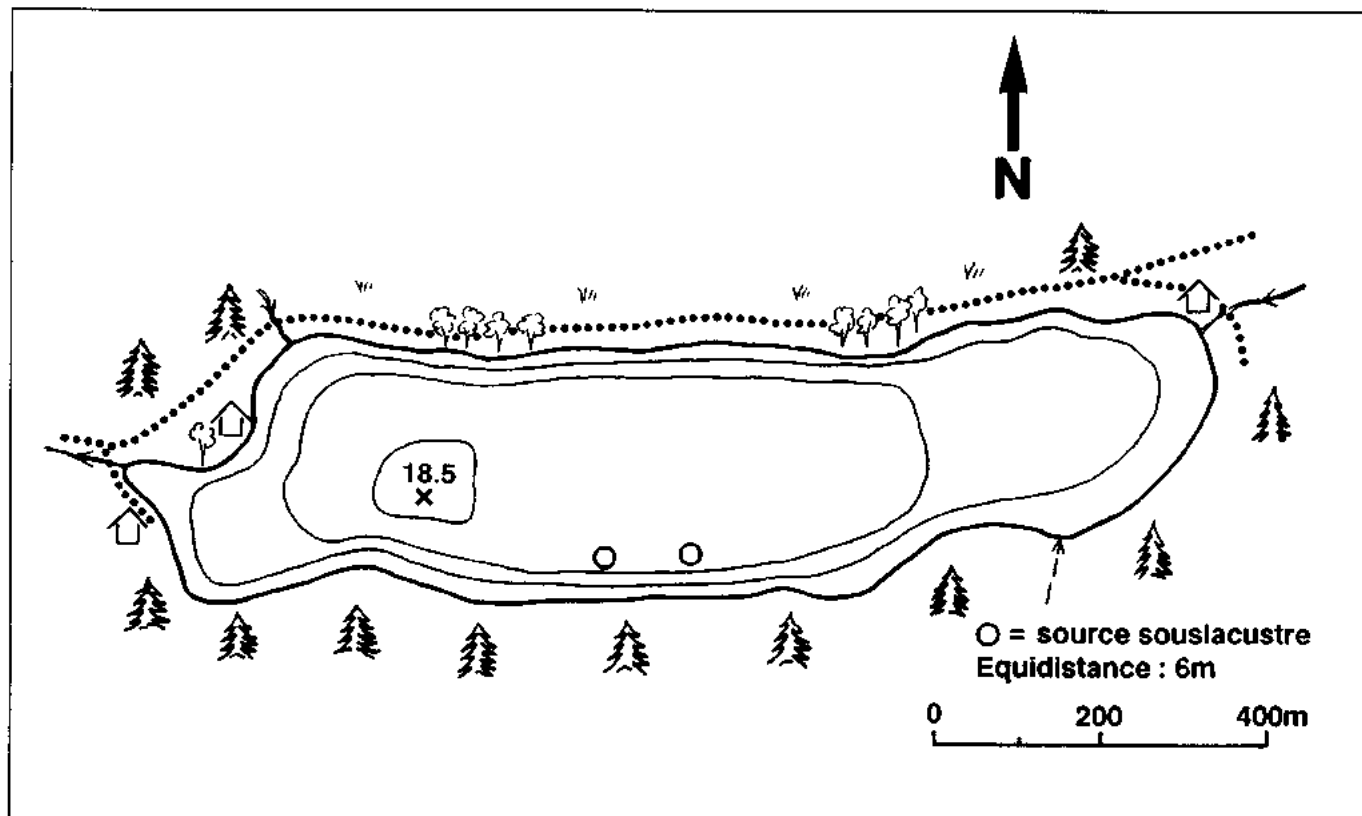
Quant à l'hydrologie du lac, on remarque sous le col de Joux Plane un petit vallon peu marqué dont le drainage se dirige vers le plan d'eau. De même pour les petites collines au sud et au SE du lac. On a donc en période normale une alimentation de quelques l/s que l'on retrouve intégralement à l'exutoire, contrôlé du reste par une vanne.

La cuvette sous-lacustre est en pente douce vers l'aval. Devant l'exutoire, on mesure la profondeur maximum, soit 4.2 m. On peut relever que le lac a été empoisonné plusieurs fois par des fuites de purin issues des chalets voisins. Il a donc dû être chaque fois vidangé intégralement. Lorsque les eaux sont propres, le disque est visible jusqu'au fond !

Mare des Chavannes (936.140/136.720/1550)
et Mouille aux Chats (936.100/135.710/1470)

Ces deux mares se trouvent sur le domaine skiable des Gets, 4 km au SW de Morzine. La première a pratiquement cessé d'exister, remblayée pour le passage des pistes de ski. Quant à la seconde, elle mesure 40 m sur 20, et est à 95 % recouverte d'"îles flottantes", recouvrant 1 m d'eau et de vase. Elle est logée sur un petit replat de terrains glissés, abondants dans la région.

Lac de Montriond (938.700/143.750/1055)



a) Situation et origine

Situé dans le bassin-versant de la Dranse, le lac de Montriond est le plus grand lac de Haute-Savoie, à part le Léman et le lac d'Annecy. Il est très facile d'accès, et c'est sans doute pourquoi il a été très vite mentionné et décrit. Beaumont (1802) écrit par exemple en parlant du "charmant petit lac de Montrion", que "ce charmant bassin qui est très poissonneux est dans la situation la plus romantique" (II/2, p. 300 et 306). Un peu plus tard, Favre (1867) relève (t. II, § 342) que "dans la combe de Montriond se trouve un petit lac fort gracieux (1060 m), dont les eaux sont retenues par la moraine d'un ancien glacier et s'échappent à travers les blocs. Cette moraine, de même que celle de la Dent d'Oche (§ 339), nous démontre la

présence de neiges dites éternelles sur des montagnes peu élevées ; les deux sommets les plus hautes d'où pouvait descendre le glacier de Montriond, sont la Pointe de Grange (2452 m) et la Pointe de Mossettaz au SE (2300 m). Mais à la Dent d'Oche, la moraine est à 1680 m d'altitude, tandis qu'à Montriond elle est à peu près au niveau du village de Chamonix". On peut noter que ce village de Chamonix n'est porté sur aucune carte, mais aussi que la perspicacité dont fait preuve d'habitude Favre a été ici mise en défaut en ce qui concerne l'origine du lac. Delebecque (1898) en parle dans son célèbre ouvrage sur les lacs français. Mais il voit plutôt un éboulement à l'origine du lac. 60 ans plus tard, Dussart en dresse une carte bathymétrique partielle, que Sayar (1966) complètera. D'autre part, dans son étude très

complète sur le bassin-versant de la Dranse de Morzine, il effectuera de nombreux forages au lac de Montriond. Enfin, Serra-Bertral (1976) l'inclura dans sa thèse, consacrée à l'étude de six lacs de montagne du Chablais. Aussi, allons-nous être brefs dans notre description, mais nous insisterons sur la profonde modification que vient de subir l'environnement lacustre.

En ce qui concerne l'origine du lac de Montriond, il est exact qu'elle est due à un éboulement parti de la rive droite, à la hauteur de Saix Travesci (1729 m). La niche d'arrachement est bien visible sous le sommet. Mais il est probable que les matériaux de l'éboulement, issus des formations de la Brèche supérieure, ont recouvert des dépôts morainiques.

b) Hydrogéologie

Le barrage de blocs retenant le lac n'étant pas étanche, son niveau était sujet à de très fortes variations, faisant diminuer sa surface presque de moitié. C'est ainsi que très tôt, on avait eu l'idée de les atténuer par des travaux d'étanchéisation: vers 1900, avec l'implantation d'un barrage de bois autour des zones d'infiltration, puis vers 1970 avec des essais d'obturation des pertes à l'aide de goudron; ces deux tentatives se soldèrent par des échecs.

Certaines années, après d'abondantes chutes de neige hivernales, les eaux pouvaient franchir le seuil par un exutoire passant sous un pont, cette situation ne durant que quelques jours. Au cours de l'été, le niveau de l'eau s'abaissait en moyenne de 5 à 10 cm par jour. Seuls fonctionnaient alors les pertes sous-lacustres évacuant les eaux à travers le barrage. La résurgence se faisait 280 m en aval du seuil, cette distance croissant jusqu'à 320 m, au fur et à mesure de l'abaissement du niveau de l'eau du lac. Le marnage atteignait ainsi un peu plus de 10 m (de 19.7 m, profondeur maximum, à 8.5 m, au minimum), puis le niveau se stabilisait.

Pour avoir une idée de la vitesse de transit de l'eau à travers l'éboulement, nous tentâmes un traçage le 14.9.89, avec l'injection de 0.3 kg de fluorescéine à l'une des pertes accessibles, nous semblant la plus importante (débit environ 2 l/s). Le débit total aux pertes alors visibles était de l'ordre de 5 à 6 l/s. Le traceur ressortit 5 heures plus tard, soit à une vitesse d'environ 100 m/h. Le pic fut très étalé, ce qui peut s'expliquer par un cheminement complexe au travers des blocs. Sans le savoir, c'était l'ultime moment pour avoir tenté ce travail. En effet, la commune soucieuse d'offrir à ses touristes un plan d'eau "appétissant", entreprit dès octobre 1989 d'importants travaux. Une buse

de fort diamètre fut mise en place dans le lit de l'émissaire, puis recouverte de déblais. Elle servira à évacuer l'eau du lac en permanence. Puis en septembre et octobre 1990, tout l'aval du lac, soit environ 4 ha, fut étanchéisé: après aplanissement du terrain, on déposa sur la partie W et NW une feuille de caoutchouc destinée à neutraliser les pertes. Puis toute la zone concernée fut recouverte d'un mètre d'argile. Ce matériau fut prélevé dans la partie amont de la cuvette lacustre. Durant les travaux, le lac fut presque asséché, seule restant en eau une surface d'environ 3 ha et de 2 m de profondeur. C'est alors qu'il fut possible de voir des arrivées d'eau sous-lacustres, en rive sud, soit environ 10 l/s (après une période sèche), c'est-à-dire un débit à peu près équivalent à celui du torrent issu des Lindarets.

Cela permettait enfin d'expliquer les fortes différences souvent constatées entre le débit total des affluents visibles et celui de l'émissaire. Durant ces travaux, des excavations dans la cuvette permirent de faire des observations sur le comblement sédimentaire de l'affluent: on avait des alternances de sable, gravier et galets, avec ici et là des morceaux de bois en voie de transformation. Un profil en long détaillé de la vallée, une estimation de la charge solide de l'affluent principal (tirée de Sayar, 1966) et du volume de l'éboulement permirent d'en tirer une estimation de l'âge du lac: environ 4500 ans, chiffre pouvant sembler raisonnable, puisque l'éboulement doit être post-glaciaire (plus jeune qu'environ 10 à 11.000 ans, Dryas récent: dernière poussée importante) et qu'il n'a pas un aspect géologiquement récent.

Le lac de Montriond semble donc être maintenant stabilisé, et la carte bathymétrique est celle des conditions présentes. Si l'eau ne retrouve pas de passages sous l'étanchéisation, ce seront ses paramètres pour un certain temps (voir cependant ci-dessous).

c) Observations

La qualité de l'eau de l'affluent est très médiocre. C'est dû à la très forte pression touristique en amont du lac, tant l'hiver (débordement de la station de ski d'Avoriaz sur le bassin-versant de Montriond) que l'été (village des Lindarets).

Le 19.6.89, lors d'un prélèvement d'eau, la température du fond était de 8.5° et celle de surface de 15.5°. Le disque était visible à 7.2 m (profondeur maximum: 15 m). Le 14.9.89, on avait 15° en surface et le disque était visible jusqu'à 5.3 m (profondeur maximum: 10.4 m). Cette faible transparence pour un lac de montagne est sans doute due au fort ravinement sur des pentes aménagées pour le ski, donc à une sédimentation plus active

aujourd'hui qu'avant l'apparition de la station d'Avoriaz. Il y a quand même une amélioration, car Serra-Bertral (1976) avait relevé des valeurs encore plus faibles que notre minimum.

Une visite le 27.2.92 nous a montré un débit d'environ 30 l/s, pour le ruisseau des Lindarets. Cependant, le déversoir (buse) était inactif, le niveau du lac étant 2 m plus bas. Et la réapparition des eaux se faisait à la résurgence traditionnelle, sous forme de sorties étagées, avec un débit global d'environ 30 l/s. Il semble donc que les eaux empruntent leur trajet habituel, même si le lac n'atteint plus un niveau aussi bas qu'avant les travaux.

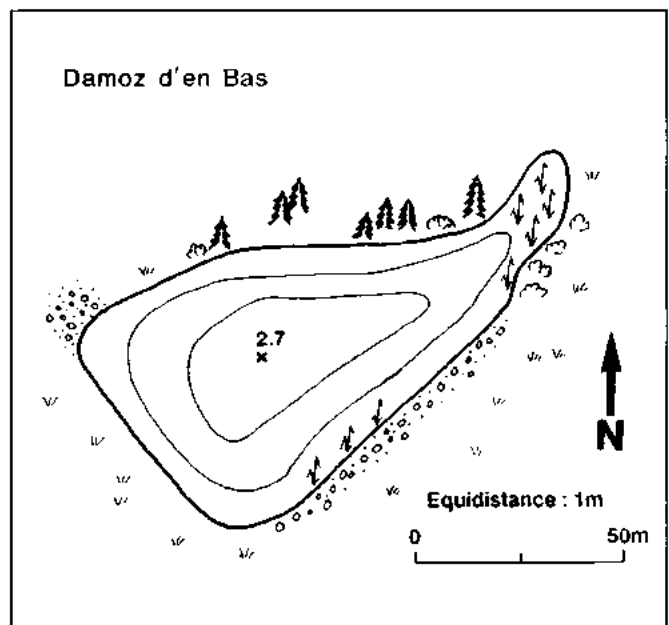
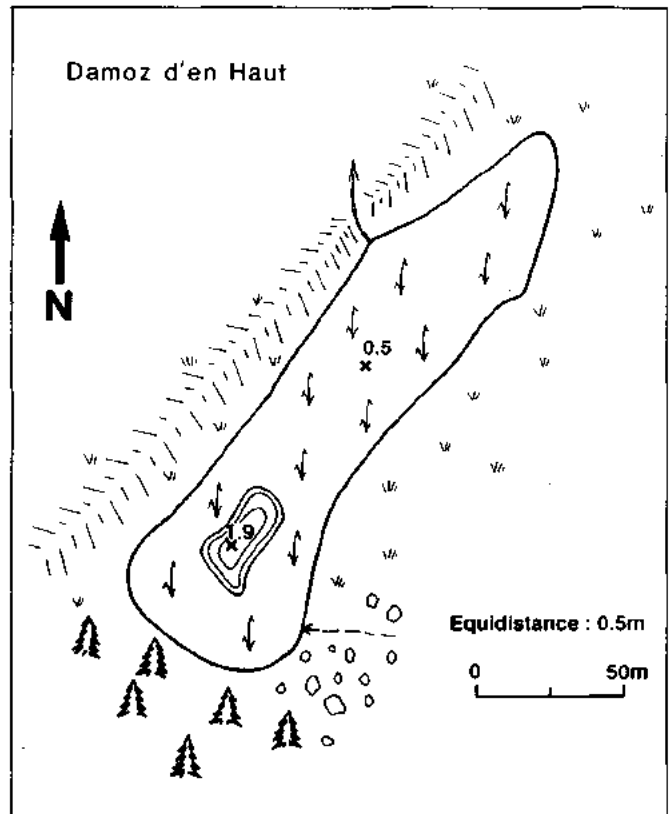
On trouvera la morphométrie et la physico-chimie du lac de Montriond aux tables X et Y.

Autres petits plans d'eau régionaux :

- 3.5 km au NE du lac de Montriond, sur l'arête des Fours reliant la Pointe de la Chavache au col de Bassachaux, on trouve un petit plan d'eau, la **Gouille Rose**, de l'ancien nom du sommet qui la domine. Ses coordonnées sont : 941.570/145.800/1805. Elle est ovale et mesure 20 m sur 10, avec une profondeur maximum de 1.2 m. Elle est située sur les Flyschs de la nappe de la Brèche, dans une zone riche en instabilités. C'est à un tel glissement dans des schistes argileux que le lac doit son existence: il s'agit d'un mouvement rotationnel en masse vers les chalets de Lens, au nord, d'où une dépression, fermée ensuite à ses deux extrémités par deux glissements moins importants, celui à l'est ayant même séparé le bout du lac en deux parties. Cette gouille, entourée de pentes herbeuses, est permanente. La température de l'eau le 10.6.92 était de 12.5° et le fond n'était pas visible.

- 1.5 km au NNE du lac de Montriond se trouve le **Creux des Boitons** (939.380/145.550/1808). A la fonte des neiges ou après de fortes pluies, on y observe une mare temporaire de quelques dizaines de m² excavée à la limite entre les schistes et la Brèche supérieure. Il s'agit en fait d'un ancien cirque glacio-karstique. L'eau est évacuée par infiltrations.

Lacs de Damoz-des-Moulins (935.300/147.020/1609)



a) Situation géologique et origine

Les deux lacs de Damoz-des-Moulins sont situés à un peu plus de 1600 m, au pied de sommets escarpés de la nappe de la Brèche, le Mont-Brion et la Pointe de Savolaire. Le front de cette nappe, dans laquelle se trouvent les lacs considérés, a posé de nombreux problèmes d'interprétation aux géologues qui s'en sont occupés. Mais ce sont surtout Lugeon (1895), puis Weidmann (1972) qui ont

509)

donné des solutions satisfaisantes tant à l'échelle régionale que locale. Pour ce dernier auteur, des parois formées par la Brèche inférieure (dolomies, quartzites, calcaires dolomitiques et spathiques, etc.) dominent les deux lacs, au sud et à l'est.

Quant aux lacs eux-mêmes, ils sont creusés dans les Schistes ardoisiers de la Brèche, dont les multiples couches subverticales à renversées présentent une variété de faciès et de compositions: schistes ardoisiers, brèches diverses, dolomies, quartzites, grès, etc. Les niveaux de brèche grossière ressortent dans la morphologie, comme par exemple au-dessus du lac de Damoz-d'En Bas, sous la forme d'une paroi d'une quinzaine de mètres, au milieu de pentes assez douces.

L'origine des deux lacs est à rechercher dans l'action glaciaire qui a excavé facilement ces roches aux discontinuités multiples. Le cirque ainsi formé a été plus tard barré par une moraine frontale.

C'est ainsi que le lac d'En Bas est retenu par deux petits vallum morainiques prenant appui ou prolongeant les niveaux de brèche grossière dont il a été question plus haut, alors que le lac d'En Haut est retenu par une longue moraine rectiligne frontale, au-dessus des chalets de Damoz-des-Moulins. Dans les deux cas, on a des cirques suspendus avec cascades et petites gorges de raccordement. Le lac d'En Bas pourrait même être considéré comme un cirque latéral se greffant sur un cirque central, trois fois plus étendu, celui de Damoz d'En Haut.

b) Hydrologie

Les deux lacs se présentent d'une manière très différente. Le lac d'En Bas, à 1609 m d'altitude, est formé par un bassin d'environ 65 m sur 110, dont l'extrémité NE est marécageuse. C'est là que se trouve un seuil de 1.6 m, point le plus bas de l'enceinte morainique retenant le lac vers l'aval. Le fond, à 2.7 m, est entièrement tapissé de végétation aquatique, recouvrant une trentaine de cm de limon. L'eau est limpide. L'alimentation n'est pas localisée, se faisant surtout au bas des pierriers issus de la Pointe de Savolaire et du col de Brion. L'eau s'échappe souterrainement au travers de la moraine sans qu'on puisse préciser le point d'absorption; elle ressort une trentaine de mètres plus bas, sous forme de sources diffuses, sourdant d'éboulis dans la végétation, et totalisant en période normale 2 à 3 l/s. En hiver (février), le débit tombe à 0.5 l/s. Lors d'une visite le 12.10.83, la température était de 9.5° en surface et de 8.5° au fond, alors qu'on avait 14° et 12° le 12.6.88. Le disque était visible jusqu'au fond, et la couleur Forel XIII.

Quant au lac d'En Haut, il est, contrairement à ce qui est indiqué sur la carte, réduit à la portion congrue. Situé à 1669 m, il avait à ses heures de gloire une forme rectangulaire de 200 m sur 50. Actuellement, ce n'est plus qu'une étendue marécageuse dont l'eau n'a pas plus d'un demi-mètre de profondeur, sauf à son extrémité SW où un bassin de 20 m sur 40 atteint la profondeur de 1.9 m. La partie marécageuse présente un fond vaseux de plus d'un mètre d'épaisseur. Elle est envahie de plantes aquatiques et d'herbes. L'émissaire est aérien et se situe sur le côté NW du lac. C'est un ruisseau, avec un débit de quelques l/s, qui a entaillé le long rempart morainique de quelques mètres de hauteur recouvrant peut-être un verrou, et barrant tout le cirque nord de la Pointe de Savolaire. Il s'écoule vers les chalets de Damoz-des-Moulins. L'alimentation est diffuse, le long des éboulis bordant le lac au sud.

On peut relever que les observations du lac d'En Haut ont été possibles après la prise du lac par les glaces, le 21.11.82. En été, il ne semblait guère possible de s'en approcher à cause des rives vaseuses, mouvantes et recouvertes de plantes. Nous avons pu cependant y naviguer le 23.6.90 et contrôler ainsi nos mesures antérieures.

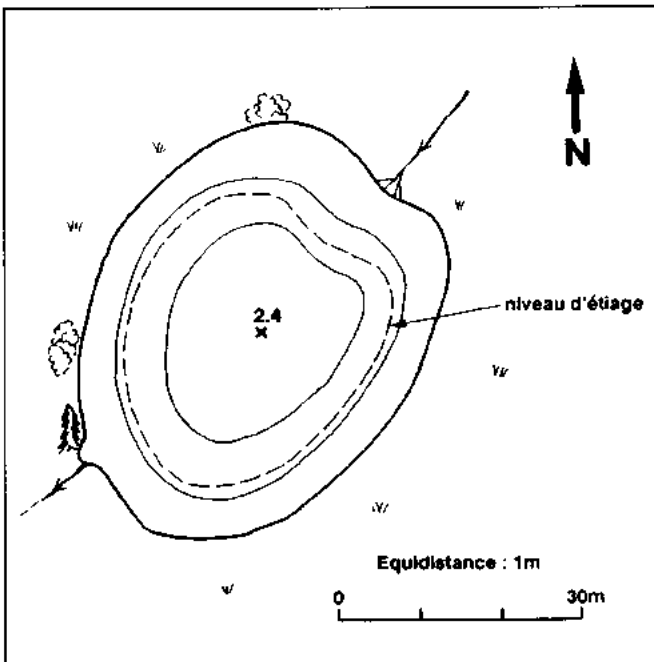
Mentionnons encore la présence en rive SE du lac d'une moraine de névé, au pied des éboulis issus de la pointe de Savolaire. En aval du lac, les chalets de Damoz ont été construits sur une petite moraine. Sur l'autre rive du ruisseau des Fours, l'émissaire du lac, on a des terrains glissés gorgés d'eau. Enfin, 100 m encore en aval, on a une autre belle moraine édiflée sur un verrou formé de brèche et quartzite, et traversé par une petite gorge. Elle retenait autrefois sans doute un autre plan d'eau.

La morphométrie et la physico-chimie de l'eau des lacs de Damoz se trouvent aux tables X et Y.

L'accès aux lacs ne présente pas de difficultés. A partir de St. Jean d'Auips, sur la route de Thonon à Morzine, on monte à Mont d'Evian. De là, un chemin à jeep mène au hameau du Plan des Crêts de Cez. Par un sentier passant aux Moulins, on atteint l'un ou l'autre des lacs en une heure environ.

Autres lacs voisins :

-Lac du Fouyet (935.160/149.540/1475)



Ce petit plan d'eau, faisant face à l'ouest, est situé 200 m sous l'arête de Bépraux, séparant le bassin-versant de la Dranse de Morzine de celle d'Abondance; il est à 3.4 km à vol d'oiseau au SW de cette dernière localité. Des pentes herbeuses, parfois marécageuses, et des forêts l'entourent. Ces terrains sont très instables, sur les deux versants de l'arête du reste, et cela découle du fait que des dépôts glaciaires récents (Würm III), abandonnés par des glaciers locaux, reposent sur les flyschs cénomaniens de la nappe de la Simme. On a donc des niveaux imperméables jouant le rôle de plan de décollement. La roche en place n'affleure pas autour du lac, mais 10 à 20 m en-dessous, où l'on observe une petite barre et de nombreux éboulis.

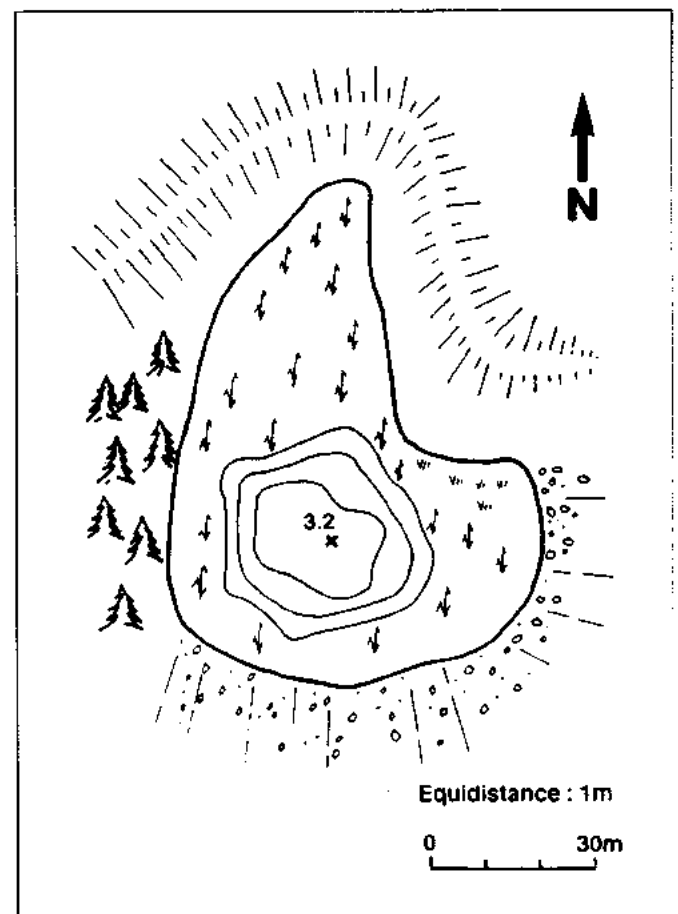
Le lac, un ovale de 40 m sur 55, semble être retenu par un vallum peu marqué ; il pourrait aussi s'agir d'une loupe de glissement. Un petit affluent ayant construit un delta l'alimente au NE. Au SW, l'émissaire ne franchit le seuil qu'en situation de crue. Sinon, on a équilibre entre l'apport, l'infiltration et l'évapotranspiration. C'est pourquoi les variations de niveau sont fortes, plus d'un mètre, ce qui se traduit par une diminution de moitié de la profondeur maximum et de la surface. En fin de saison, de nombreuses algues recouvrent une fraction importante du lac: la température élevée de l'eau et son enrichissement par les déjections du bétail pataugeant dans la boue en sont les causes. Une beine bien marquée entoure le plan d'eau.

Lors d'une visite le 27.11.82, affluent et émissaire avaient un débit de 2 l/s; le lac était recouvert de 10 cm de glace. Le 18.6.85, le débit était identique. Le 10.7.88, le niveau du lac était de 0.5 m sous le maximum (émissaire à sec), et le débit de l'affluent était de 0.5 l/s. La température de surface était de 21°, et celle du fond (à 1.9 m) de 17°. La teinte Forel était de XIV, et le fond visible. Enfin, le 18.9.90, le niveau était à 1.2 m sous le maximum. L'affluent amenait 0.2 l/s et l'émissaire était à sec. La température de surface atteignait 12°.

La morphométrie et la physico-chimie des eaux sont données aux tables X et Y.

L'accès au lac du Fouyet se fait à partir de St Jean d'Aulps, dans la vallée de la Dranse de Morzine, puis par l'Abbaye, la Villaz et le Fouyet, ce dernier tronçon étant un chemin à jeep. Un sentier permet ensuite d'atteindre le lac, un peu difficile à trouver, en une quarantaine de minutes.

Lac de la Corne (936.370/149.075/1500)



Ce plan d'eau, reliquat d'un lac quatre fois plus étendu ayant été conquis par la végétation, se trouve à 800 m au NNE du pic de la Corne qui le domine de près de 600 m. Il fait partie du bassin-versant de la Dranse d'Abondance.

Géologiquement, on se trouve à la limite entre les flyschs schisto-gréseux (Yprésien-Lutétien) de la nappe des Préalpes médianes, à l'est du lac, et le glacière récent (Würm III), affleurant largement aux alentours. Comme pour le lac du Fouyet, 1.2 km à l'WNW, ces terrains se trahissent par une forte instabilité: glissements, bourelets, dépressions et zones marécageuses en sont les sous-produits. Un glacier local est responsable de la formation du lac: le cirque d'alimentation, formé par les parois nord du pic de la Corne, conserve encore des névés assez tardivement, et il a déposé de belles moraines autour et plus bas que le lac. C'est ainsi que la cuvette est limitée à l'aval par deux arcs frontaux. En direction de l'ouest, un vallum latéral bien développé domine le plan d'eau. Enfin, 250 m en amont du lac, on observe une belle moraine frontale recouverte de quelques sapins: cela pourrait être une moraine de névé (Petit Age glaciaire) ou une ultime poussée du glacier (Dryas récent?).

Le lac de la Corne, sans nom sur les cartes, est entouré de sapins clairsemés, de pâturages et d'éboulis. Il n'a pas d'émissaire, et ce sont des venues diffuses qui l'alimentent. Cette absence de déversoir a évidemment engendré des légendes classiques: des vaches, tombées dans le lac, auraient disparu dans le tourbillon central! Il n'y a en fait rien de tout cela, et l'on a simplement affaire à un lac dont les infiltrations et l'évapotranspiration équilibrent les apports, surtout que la zone humide est importante, plusieurs milliers de m². La surface d'eau libre, environ 1100 m², mesure quelque 35 m de diamètre, et sa profondeur atteint 3.2 m. Le niveau de l'eau semble stable.

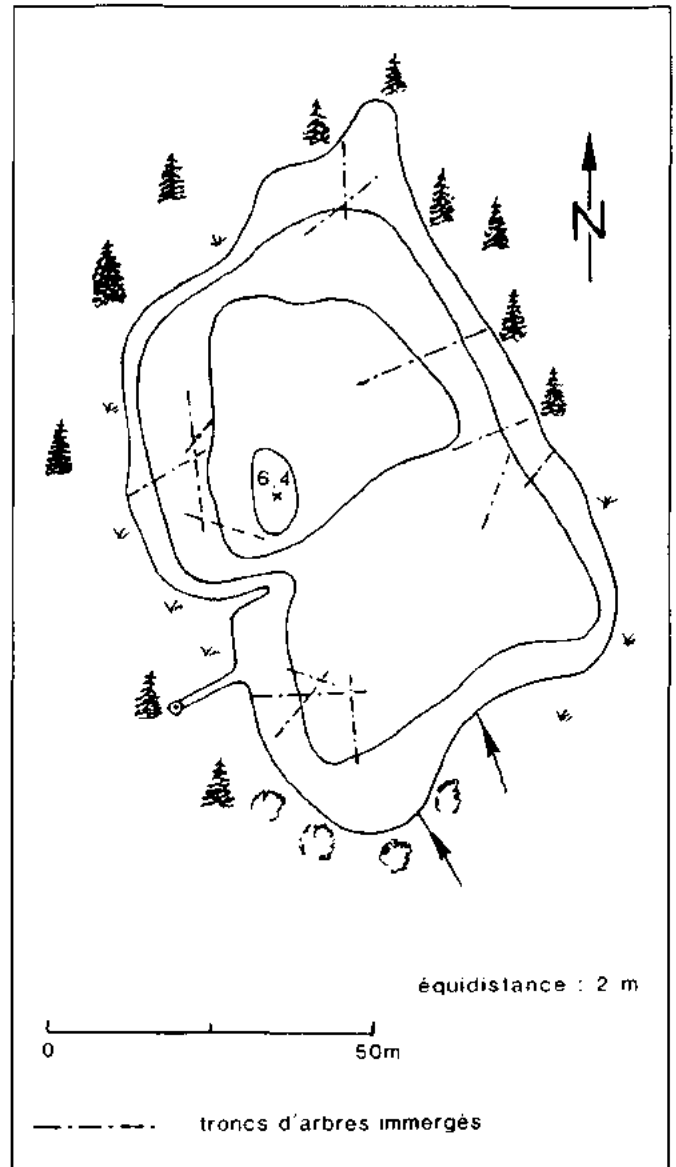
Il ne donne pas l'impression de s'être jamais élevé de 2.5 m, hauteur du seuil barrant le lac à l'aval.

Lors d'une visite le 4.12.82, le lac était recouvert de 30 cm de glace. Le 11.11.87, la glace avait 5 cm, trop épaisse pour naviguer, mais trop mince pour supporter le poids d'une personne; la zone humide était couverte de 10 à 40 cm d'eau. Le 3.6.89, la température de surface était de 11° et celle du fond de 5.5°. Le disque de Secchi était visible jusqu'à 1.1 m. Le fond est recouvert de plusieurs décimètres de limon gris-clair. La transition entre la végétation aquatique et la surface d'eau libre est très brusque, la profondeur s'accroissant brutalement. Elle tend à faire disparaître cette fenêtre. On peut enfin relever que des remontées mécaniques pour le ski ont perturbé le proche environnement du lac: sur la moraine aval, par des travaux de terrassement, ainsi que sur le vallum ouest. Sont-ce ces implantations ou des avalanches qui étaient responsables à cette date du 3.6.89 des sédiments en suspension dans le lac, donnant une teinte vert jade à blanche à l'eau?

La morphométrie et la physico-chimie sont données aux tables X et Y.

L'accès au lac se fait à partir d'Abondance, par Froggy et l'Essert. On atteint ensuite à pied le lac en une demi-heure.

Lac de Pététoz (927.960/141.450/1435)



a) Situation géologique et origine

Le lac de Pététoz se trouve à 1435 m d'altitude, dans la partie supérieure de la vallée du Brévon (ou Dranse de Bellevaux), à quelques km à l'ouest d'une sommité importante du Chablais, le Roc d'Enfer. Géologiquement, il se loge dans le front de la nappe de la Brèche, séparé des Préalpes médianes par des masses de Flysch, là où leurs relations en font une zone très complexe. Plusieurs auteurs se sont penchés sur cette région, en particulier M. Lugeon, A. Lombard, W.J. Schroeder, puis

E. Gagnebin. Plus récemment, M. Weidmann (1972), puis M. Septfontaine et A. Lombard (1976) y ont fait des recherches. Cependant, c'est le travail de Gagnebin (1940) qui décrit le plus précisément la région qui nous intéresse. Dans cette zone, on observe une descente axiale vers le NE du pli frontal de la nappe de la Brèche. Simultanément, ce front devient de plus en plus plongeant si l'on se dirige dans cette direction. Dans la région considérée, la stratigraphie de la nappe de la Brèche se présente ainsi de haut en bas: la Brèche supérieure (couches brêchiques de grossièreté moyenne, accompagnées de calcaires gris compacts, avec des intercalations de schistes siliceux verts), les schistes ardoisiers (schistes siliceux noirs et brillants), puis les calcaires dolomitiques du Trias.

Le lac de Pététoz occupe le fond d'un bassin entouré de forêts, de buttes rocheuses (Brèche supérieure), et vers l'est, d'un éboulis issu des hautes parois de calcaire dolomitique (Trias) qui domine le lac. On se trouve en fait devant une vaste cuvette d'origine glaciokarstique (voir plus bas), excavée dans les schistes ardoisiers, au contact des brèches. En effet, en direction de l'ouest, on a un seuil qui domine le lac de quelques mètres, empêchant actuellement sa vidange, même aux plus hautes eaux (contrairement à ce qu'affirme Gagnebin), puis plus bas, une paroi échancrée d'un ravin, formée de couches subverticales de Brèche supérieure.

L'accès au lac se fait du reste par un sentier remontant ce ravin. Finalement, on peut relever qu'entre le lac et les chalets de Pététoz, au SW, on observe la présence de deux dépressions karstiques, à fonds marécageux, au pied d'un ancien cirque glaciaire. Leurs infiltrations alimentent peut-être le lac de Pététoz, ou rejoignent son émissaire souterrain, avant son émergence.

b) Hydrogéologie

Le lac de Pététoz est alimenté vers l'est par un petit ruisseau qui sourd de l'éboulis décrit ci-dessus. Il n'a pas d'émissaire aérien, mais ses eaux disparaissent dans des fissures, au pied d'une petite paroi rocheuse, à l'extrémité sud du lac. Le débit moyen est de quelques l/s. Il est certain qu'avant que les eaux ne trouvent cette issue souterraine, le lac devait se déverser par-dessus le seuil dont on a parlé précédemment. Sa morphométrie devait être alors bien différente.

Les fluctuations de niveau du plan d'eau se situent dans une fourchette de 1 m, amplitude assez forte caractéristique des lacs à écoulement souterrain. La transparence de l'eau est bonne, le disque de Secchi étant visible jusqu'au fond. Cependant,

dès un à deux mètres au-dessus du fond, une "émulsion" de vase et de végétaux en suspension rend l'observation assez floue; la sonde s'y enfonce lentement, tout en dégageant des gaz, dont H₂S. De l'eau prélevée à cette profondeur a fait l'objet d'une analyse dont on rendra compte plus loin.

Afin de connaître le point d'émergence des eaux, une expérience de traçage a été tentée le 16.6.83, avec l'injection de 100 gr de fluorescéine à la perte. La résurgence supposée était une grosse source sortant au pied de la barre de Trias, 580 m au NE du lac et 60 m plus bas. Son débit était alors de 100 l/s (fonte des neiges). L'échantillonnage (négatif) de ses eaux durant 8 heures fut suivi de la pose de fluocapteurs (charbon actif) dans le lit de la résurgence, mais bien en aval de la source, ainsi que dans les lits d'autres torrents voisins. Ils furent relevés 2.5 jours plus tard. Le colorant ne fut détecté que dans l'eau de résurgence, avec un temps de transit entre 8 et 67 heures. Le lieu de sortie n'ayant pas pu être encore davantage précisé, un second traçage eut lieu le 7.7.88, avec l'injection d'un kilo de fluorescéine. Des fluocapteurs furent placés à l'émergence même et dans le Brévon, rivière drainant le massif. Seuls ceux placés dans ce cours d'eau détectèrent le passage du colorant, dans un temps inférieur à 24 h. Les eaux issues du lac semblaient donc rejoindre le Brévon entre l'émergence et sa jonction avec le Brévon. C'est pourquoi un ultime traçage (le 6.9.88, avec 2 kg de fluorescéine) permit finalement de localiser le point de résurgence des eaux du lac, parmi les 7 ruisseaux courant aux alentours: il s'agit d'une source sortant d'une zone végétative, 560 m au NE du lac et 140 m plus bas (coord. 928.260/141.880/1290). Elle rejoint au bout de quelques mètres les eaux de la grosse émergence (issue de la barre triasique) qui à son tour se jette dans le Brévon un peu plus bas.

On peut ainsi proposer le schéma suivant: les eaux disparaissant au lac s'écoulent au contact entre les schistes ardoisiers (imperméables) et la Brèche supérieure calcaire. Viennent s'y adjoindre (car le débit à la perte était de 3 l/s, et celui à la résurgence de 10 l/s) les eaux issues des dolines accidentant un ancien cirque glaciaire, 350 m au SW du lac de Pététoz, eaux provenant des parois nord de la pointe de Chalune. Ces eaux sont froides par rapport à celles de la perte (12,5°C), ce qui explique la température de la source, 5°.

Quant à la grosse émergence issue de la barre de calcaire du Trias, elle draine les cirques et parois est de la pointe de Chalune.

La morphométrie et l'analyse des eaux du lac de Pététoz se trouvent aux tables X et Y.

Accès au lac : à partir de la Chèverrie (1122 m), hameau au NW du Roc d'Enfer, une route d'abord asphaltée remonte le vallon et traverse le Brévon. Elle devient alors non-asphaltée et à circulation restreinte (services et forêts seuls autorisés). Passant à côté du chalet de Lajoux, elle s'élève dans la forêt et atteint une vaste place de parc (d'où elle continue). De cette place (alt. 1350 m), un sentier mène au lac que l'on atteint en une quinzaine de minutes.

Estimation du contenu microbien d'un échantillon d'eau

L'eau a été prélevée le 10.7.88 au fond du lac de Pététoz.

L'échantillon présente un aspect trouble, avec beaucoup de sédiments et une violente odeur de H₂S. La température de l'eau était de 14° lors du prélèvement. L'analyse a été faite par Madame Jocelyne Favet du Laboratoire de Microbiologie générale du Professeur Turian (Université de Genève), que je remercie ici.

On a surtout recherché :

a) Les germes totaux (bactéries, levures, champignons et d'éventuels actinomycètes).

b) Les coliformes (bactéries, bâtonnets Gram négatifs : le plus souvent famille des Entero-bacteriaceae).

c) Les Aeromonas (bactéries, famille des Vibrionaceae, fréquentes en eaux polluées).

d) Les Yersinia (bactéries, famille des Entero-bacteriaceae).

e) Les actinomycètes.

f) Les levures et les moisissures.

Après 24 h. de croissance, les divers milieux étaient couverts de germes. L'abondance des contaminants est surprenante et ne permet pas un dénombrement correct.

Résultats :

test b) : tous lactose négatif (pas d'Escherichia coli typique) ; plus de 50.000 germes/ml

test c) : colonies jaunes: Aeromonas ou Pseudomonas, plus colonies brunes.

test d): colonies jaunes, donc pas de Yersinia, Citrobacter, Klebsiella serratia.

test e): beaucoup plus de 50.000 germes/ml. On ne peut pas reconnaître les actinomycètes dans cette masse de bactéries.

test f) : colonies rouges abondantes, blanches, oranges (il y a certainement des levures), moisissures. Incomptable.

Présence de colonies pigmentées, probablement germes saprophytes.

Plus de 1000 colonies par ml. Germes totaux estimés: 10⁴ à 10⁵ par ml.

On reconnaît une bactérie sporulée à l'aspect en toile d'araignée :

Bacillus cereus, variété mycoïde. L'analyse des sédiments a montré la présence de B. cereus, colonies rouges, crèmes et brunes, d'actinomycètes possibles, mais non caractéristiques, de colonies très muqueuses qui pourraient être des levures, peu d'anaérobies strictes et d'algues vertes.

Conclusion :

Nous citons les conclusions de l'analyste, madame Favet:

"On peut retenir une valeur moyenne de germes totaux d'environ >10⁵ germes/ml. Beaucoup de milieux utilisés contiennent des sucres et un certain nombre de ces germes les ont fermentés (ou oxydés). Il doit y avoir un grand nombre de bâtonnets Gram négatifs semi-anaérobies (l'odeur de H₂S accompagne d'ailleurs les eaux putrides).

L'absence d'Escherichia coli, ainsi que de Klebsiella permet de penser qu'il n'y a pas de contamination fécale au sens où on l'entend pour le Léman. Mais cela n'exclut pas la présence de germes dangereux comme des Salmonella par exemple.

La présence d'Aeromonas est possible vu l'abondance de semi-anaérobies. Quant aux Pseudomonas, ce sont des habitants normaux des lacs tout comme les germes saprophytes révélés sur Pca. Seul le nombre est anormalement élevé et confirme la présence de matières organiques dans l'eau".

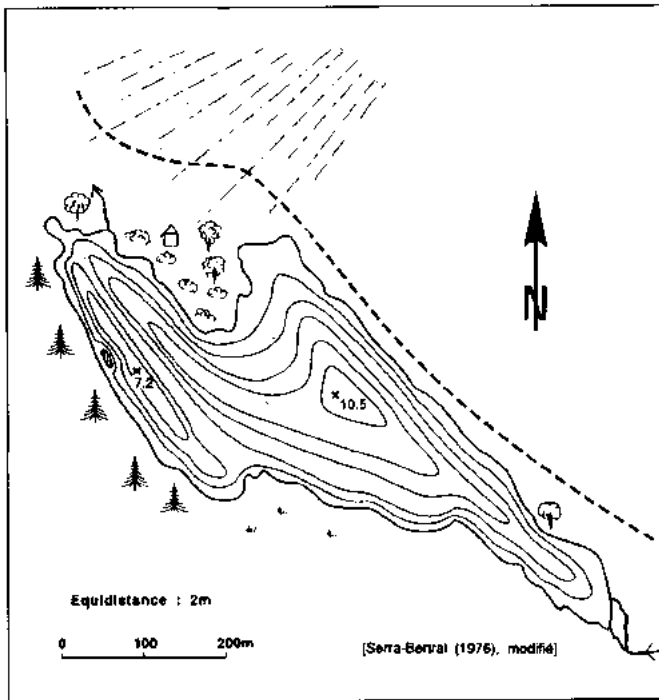
Autres plans d'eau de la région :

- Au point 928.650/140.630/1442: sur un replat formé de terrains glissés, on observe une mare d'environ 30 m sur 15. Elle a un à deux dm de profondeur et est envahie par la végétation.

- Au point 927.000/139.800/1710: on avait à cet endroit un ancien lac, retenu par une moraine déposée par un glacier issu des pentes NE de la pointe de Chavasse. Cette moraine ayant été sciée par l'émissaire, le lac s'est vidé et il ne reste qu'une zone humide.

- Dans la région de Foron d'En Haut, au SW du Roc d'Enfer, on note la présence de nombreuses petites mares, de quelques dizaines de m².

Lac de Vallon (925.700/143.800/1080)



Ce lac a été étudié d'une manière assez complète dans l'ouvrage de Serra-Bertral (1976), sur quelques lacs du Chablais. C'est pourquoi il est inutile de dupliquer son travail. Rappelons cependant que le lac de Vallon est le plus jeune plan d'eau naturel de notre inventaire, puisqu'il a été créé en mars 1943 par un glissement de terrain ayant barré le cours du Brévon. Avec le taux actuel de sédimentation, due surtout au Brévon, et l'érosion du barrage par l'émissaire (malgré la pose d'enrochements), la durée de vie du lac jusqu'à son comblage total ne devrait guère excéder une centaine d'années.

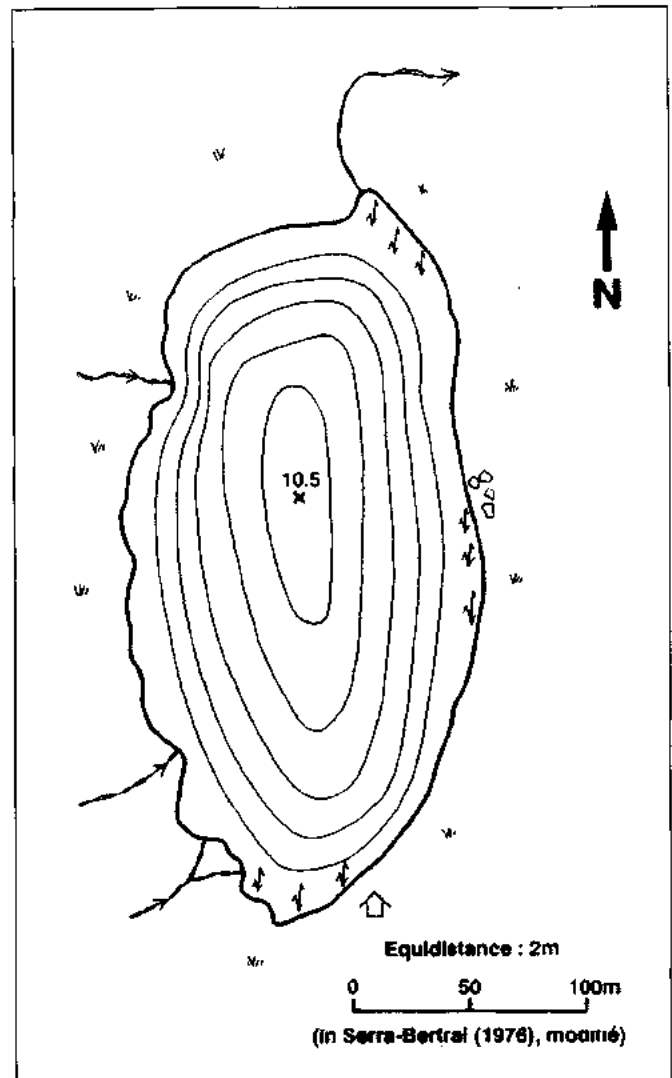
La morphométrie légèrement modifiée par rapport à celle de Serra-Bertral, et l'analyse des eaux du lac se trouvent aux tables X et Y.

L'accès au lac se fait par le col de Jambaz ou Bellevaux, puis en remontant le cours du Brévon en direction de la Chèverrie et du Roc d'Enfer.



Lac de Roy

Lac de Roy (927.200/135.800/1665)



Ce lac, situé sur la nappe de la Brèche, est rattaché au bassin-versant du Giffre; il est localisée à 4 km au NNW de Talinges. Mentionné très sommairement par Favre (1867), il a fait l'objet d'une étude sur six lacs de montagne du Chablais, par Serra-Bertral (1976). Nous serons donc très bref.

Le lac doit son existence à un glacier qui descendait de la crête s'étendant à l'ouest du lac, crête oscillant entre 1800 et 2000 m. Il a surcreusé la zone de contact entre la Brèche inférieure et les schistes ardoisiers. Ce glacier a du reste eu une phase de stationnement prononcée durant son retrait, puisqu'on observe un beau vallum 400 m au SW du lac; il retient un plan d'eau temporaire présent après d'abondantes précipitations, qui est sans doute à l'origine d'un des affluents du lac de Roy. Ce dernier se trouve derrière un seuil de schistes ardoisiers, recouvert d'un mince dépôt morainique.

Lors d'une visite le 25.12.85, le lac était recouvert de 20 cm de glace surmontée de 10 cm de neige

La température de l'eau sous la glace était de 0° et de 4° au fond. L'émissaire débitait environ 3 l/s. Le 14.10.89, le lac était homotherme à 10.5°, et le disque était visible à 4.3 m. Le 18.9.90, la température de surface était de 16°; deux affluents apportaient alors chacun 0.1 l/s, et le troisième, le plus au sud, 0.5 l/s.

La sonde a toujours donné une profondeur maximale entre 10.4 et 10.5 m, surmontant plusieurs dm de vase.

On trouvera la morphométrie et la physico-chimie du lac de Roy aux tables X et Y.

L'accès est facile à partir de Taninges et du Praz de Lys. Une route à jeep monte ensuite au lac.

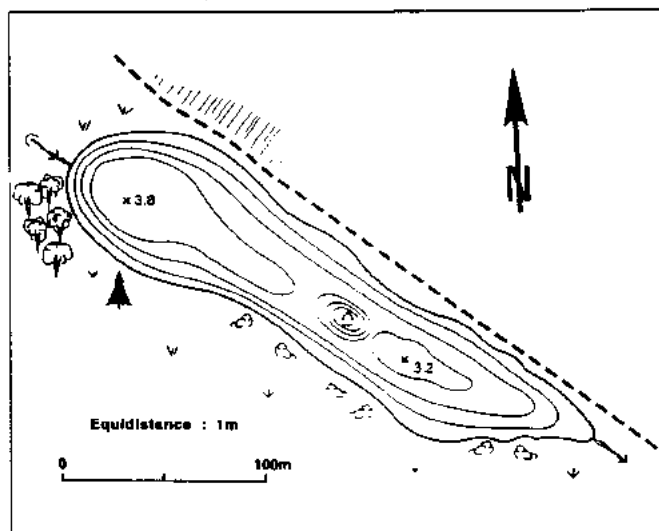
Autres plans d'eau voisins :

On peut relever la présence d'un ancien lac dans le **cirque de la Couennasse**, 1 km au SE du lac de Roy. C'est maintenant une zone humide à l'origine de plusieurs sources et ruisselets.

- **Tourbière de Sommant** (925.400/137.400/1415): dans la région voisine de Sommant, 2.5 km au NW du lac de Roy, on avait un ancien lac d'origine glaciaire. La cuvette a été remblayée par des sédiments argileux. Seules subsistent une zone humide et une tourbière de six mètres d'épaisseur, à la flore très riche (Jordan, 1991). Son existence est menacée par le développement de la station de ski de Sommant. Un petit plan d'eau artificiel a été creusé sur l'émissaire, le Foron, à la sortie du vallon.

- **Lac de Flérier** (927.800/131.000/615): à 1 km au SW de Taninges, on observe un vaste plan d'eau artificiel. Il résulte d'une excavation par EDF dans les alluvions du Giffre. Son existence remonte à la dernière guerre, mais son aménagement est bien plus tardif. Il atteint environ 5 m de profondeur. Ce plan d'eau occupe l'emplacement d'une forêt qui a été rasée.

Lac d'Anthon (921.700/134.750/680)



a) Situation géologique et origine

Le lac d'Anthon est situé près de Mieussy, à 680 m d'altitude ; c'est donc l'un des lacs les plus bas de notre étude. Creusée dans les calcaires du Jurassique moyen, et dominée en rive est par des parois de Malm des Préalpes médianes, la vallée d'Anthon semble être un très ancien passage du Giffre. En effet, de nombreux auteurs, dont Lugeon, Nardon, Cholley et Perret, sont convaincus de la capture du bas Giffre, qui s'écoulait auparavant vers St. Jeoire, par un petit affluent de l'Arve. C'est la raison d'être du coude brusque du Giffre entre Mieussy et Marignier, avec un changement de direction de près de 180°. Cela explique également la présence de ce large vallon occupé actuellement par une nappe d'eau, le lac d'Anthon. Cette capture est ancienne, antérieure au Würm et peut-être même au Riss (Perret, 1931). Un système de terrasses emboîtées est visible à la sortie du vallon, au-dessus du Giffre. Ces sédiments datant de la fin du Würm se sont déposés en eau calme, dans un lac formé par la fermeture de la vallée de St. Jeoire au niveau de La Tour par une ancienne moraine frontale du glacier du Giffre, et par le glacier würmien de l'Arve qui barrait alors le passage de Marignier.

Antérieurement, quand ce glacier du Giffre atteignait une épaisseur plus considérable, il avait obstrué par son flanc droit le vallon d'Anthon, avec formation d'un lac semblable à celui de Märjelen, au bord du glacier d'Aletsch, en Valais. Le lac d'Anthon doit donc son existence à un fond morainique imperméable sur le Jurassique moyen, et à une vague butte (moraine latérale) le retenant en aval, au-dessus du village d'Anthon.

b) Hydrologie

A l'amont du lac, à une vingtaine de mètres de son extrémité NW, une source émerge d'une petite cuvette de sable et de gravier. C'est le seul affluent visible. Selon la saison, son débit peut être très variable. On a mesuré 5 l/s le 19.6.87, 3 l/s (à 6.5°) le 8.11.90, 2 l/s le 30.4.92 (à 9°), 1 l/s (à 9.5°) le 23.1.92, 0.5 l/s le 29.5.88, et même absence d'eau le 26.10.82. Il semble qu'elle provienne d'une étendue assez plane, d'environ 4 ha, au drainage hésitant, localisée 800 m en amont du lac d'Anthon. Les eaux de la partie nord de cette zone ont été dirigées par un canal vers le Risse, et il nous semble que celles de la partie sud ont tendance à s'écouler en direction du lac. L'émissaire du lac est maintenant artificiel, l'eau disparaissant dans une canalisation passant sous la route. Le lac est sujet à d'assez fortes variations de niveau, celles-ci pouvant atteindre plus d'un mètre. Lorsque l'émissaire est à sec, seule joue alors l'éva-

poration. L'île, d'environ 50 m², proche du centre du lac, est une création artificielle; elle sert de promotion à une fabrique de chalets, raison pour laquelle elle porte ...un petit chalet. Lors de fortes crues, l'île peut être recouverte de 10 à 20 cm d'eau. Lors d'étiages sévères, elle peut presque être accessible à pied sec, un chenal de moins d'un mètre de profondeur la séparant de la rive NE.

Les eaux du lac sont transparentes, le disque étant visible jusqu'à sa disparition dans l'abondante végétation aquatique recouvrant en grande partie le fond du lac, et parfois même une partie de sa surface, surtout en fin de saison, lorsque la température de l'eau est élevée. Aucune trace de vase n'a été ramenée du fond, le lest de la sonde ayant souvent rencontré la pierre, là où la végétation était absente.

Relevons enfin la présence passée d'un petit lac de 30 m sur 20, 100 m en aval du lac d'Anthon. Il a été comblé pour permettre une correction de la route.

On trouvera la morphométrie du lac à la table X, les paramètres physico-chimiques de l'eau à la table Y.

L'accès au lac est très aisé: de la route nationale entre St Jéoire et Mieussy, on prend la départementale montant vers Anthon, Ley, Quincy. On atteint en quelques minutes la rive NE du lac, longée par la route.

Autres plans d'eau de la région :

Mare d'Ivoray (923.550/132.950/705)

Il s'agit d'un ancien plan d'eau dans la même position structurale que le lac d'Anthon, son vis-à-vis ! Ce sont également des dépôts morainiques qui le retiennent. Actuellement, il ne reste plus qu'une vaste plaine marécageuse de 160 m sur 130, dont la profondeur varie de 0 à 1.3 m, selon l'endroit et les précipitations. Le plan d'eau est bien dégagé en mars-avril, mais roseaux et prêles l'envahissent totalement par la suite, masquant l'eau qui pourrait subsister. L'eau recouvre quelques décimètres de vase, puis on trouve de l'argile. Son fond est remarquablement plan. En périodes sèches, la mare ne contient plus d'eau.

Lors d'une visite, le 30.4.92, la température de l'eau était de 12°, la profondeur maximum de 1.1 m et le débit à l'émissaire de 10 à 15 l/s. Elle était autrefois drainée et fauchée en été, mais elle est maintenant à l'abandon.

Mare d'Ossat (922.190/130.540/580)

1.3 km au nord de Marignier, on observe en bordure de forêt une petite mare de 40 m sur 20, dont un bon quart est envahi par la végétation. Elle a 1.7 m de profondeur au maximum. Le fond est vaseux et l'eau croupissante. C'est en fait un bassin artificiel, équipé d'une vanne, et construit au siècle passé pour alimenter la scierie qui se trouvait en-dessous. Il était alimenté par un ruisseau détourné qui a depuis repris son cours initial. Seul un filet de quelques dl/s s'y écoule encore.

Plans d'eau de la région du Chablais comprise entre le front des Préalpes, la Dranse, la frontière franco-suisse et le Léman.

La plupart de ces plans d'eau ne portant pas de nom, nous les désignerons par leurs coordonnées, tout en les situant sommairement.

906.750/145.750/508 : cette zone humide, proche de Monniaz sur la frontière franco-suisse, a été transformée en décharge pour le village de St Cergues.

905.550/147.480/488 : ce plan d'eau rectangulaire est artificiel. Il a été creusé dans les années 70 sur une zone humide. Il mesure 50 m sur 30, et a 2.5 m de profondeur maximum; des levées de terre le circonscrivent.

907.600/147.300/523 : ce lac, mesurant environ 6 ha, a environ 2 m de profondeur. C'est une création artificielle, du début des années 80, sur un chenal proglaciaire, très évident entre Machilly et Bons-en-Chablais (ancien drainage sur les bords du glacier du Rhône, durant le retrait de celui-ci, il y a environ 15000 ans). Il est traversé par le Foron, rivière drainant le pied des Voirons.

908.000/148.000/525 et **909.000/149.000/539** : ces deux zones humides, le marais de la Dame et le marais de Fully, sont situées dans le même environnement que le précédent. Elles sont recouvertes de roseaux et de quelques dm d'eau.

908.950/150.100/535 : ce petit lac artificiel se trouve sur un terrain privé, dans le bois de Tuiller. Il mesure 80 m sur 50, et a environ 2 m de profondeur. Il a été creusé en zone humide.

911.900/150.300/515 et **915.450/151.200/582** : ce sont dans les deux cas des bassins d'épuration pour les eaux usées locales.

913.700/151.350/521 : c'est un lac artificiel sur un terrain privé. Il mesure 60 m sur 30 et a environ 2 m de profondeur.

914.200/151.900/535 : il s'agit d'un plan d'eau naturel appelé pompeusement "Le Petit Lac". Il occupe le fond d'une doline périglaciaire surbais-

sée. Des plantes aquatiques, des massettes, des nénuphars, des branches et des troncs d'arbres occupent cette gouille triangulaire, de 50 m sur 30. Sa profondeur atteint 1.6 m au centre. Le fond est recouvert d'au moins 1 m de vase argileuse qui dégage du méthane par brassage.

914.070/152.650/527 : ce minuscule plan d'eau a été comblé.

918.150/154.050/598 : ces deux bassins rectangulaires, juxtaposés, sont artificiels; ils servent de pisciculture à l'APRG. Ils sont situés sur le Redon, ruisseau drainant le chenal proglaciaire du pied des Voirons.

918.850/155.250/602 : nous avons à nouveau deux plans d'eau très voisins, créés sur des zones humides. Le plus vaste, à l'ouest, est retenu par des levées de terrain. Quant à l'autre, il semble simplement excavé. Leur profondeur est de moins de 2 m. Ils sont envahis de roseaux et se trouvent sur un terrain privé.

919.150/155.380/602 : ce lac privé a été créé pour les pêcheurs, sur une zone humide. Il comporte une île et mesure 30 m sur 50.

919.820/155.250/608 : c'est un lac privé, dominé par un lotissement, excavé vers 1976 dans la zone humide des Grands Marais. Il atteint 4 m de profondeur, et il possède une île. On observe 100 m au NW un autre petit lac, artificiel également.

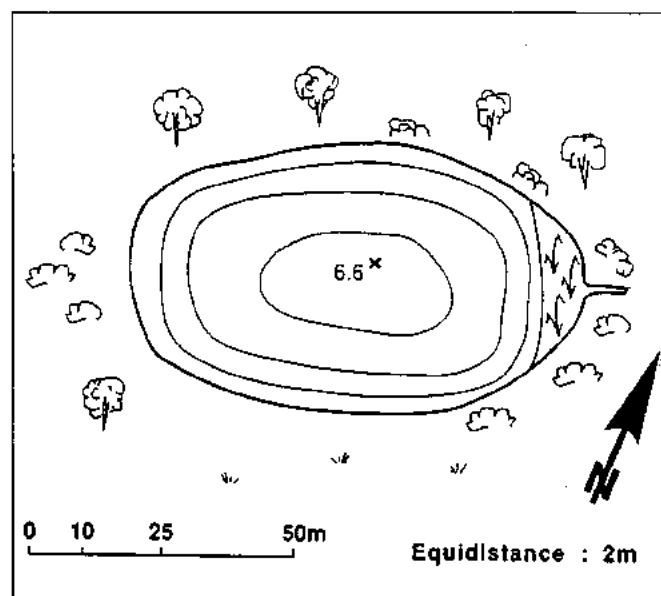
920.500/155.900/595 : il s'agit d'une ancienne doline périglaciaire, le Voua de Ly. Il n'y a plus actuellement qu'une zone humide recouverte de roseaux et de 2 dm d'eau. Un captage important y a été implanté (voir Dray, 1970).

915.650/155.950/478 : on a affaire à un bassin d'épuration, creusé sur une zone humide, pour la région de Mésinges.

915.420/156.160/463 : c'est un petit lac de 30 m sur 10, et de 0.8 m de profondeur maximum. Il est artificiel, sur un terrain privé au milieu des bois, dans une zone humide.

913.920/156.150/444 : cette zone humide, située dans un petit bois, mesure 80 m sur 50. Elle peut être recouverte d'un demi-mètre d'eau après les pluies, eau qui disparaîtra peu à peu.

Lac de Morillon (918.650/159.600/440)



Ce plan d'eau est situé devant l'hôpital de Thonon. Il est naturel et occupe le fond d'une doline périglaciaire entourée d'arbres. Mesurant 85 m sur 50, sa profondeur maximum atteint 6.6 m, à peu près au centre du lac. La partie NE est recouverte de roseaux en permanence, mais d'autres plantes (nénuphars, etc.) envahissent les pourtours du lac dès la fin du printemps. La transparence de l'eau, de couleur brune, atteignait 1.5 m le 13.5.92, et la température de surface, 21°. Le fond est difficile à définir, car il est recouvert d'un mètre au moins de vase impalpable. Ce lac est fréquenté par de nombreux pêcheurs.

La morphométrie et la physico-chimie sont données aux tables X et Y.



Mare d'Ivoray

Lac Noir (918.200/159.000/449)

Ce petit plan d'eau est également situé dans l'agglomération de Thonon, à côté d'un terrain de camping. Il est tout à fait similaire aux "Voua", proches du Lyaud, encaissé qu'il est au fond d'une doline périglaciaire en partie boisée. Ovale, il mesure 32 m sur 25; les eaux, verdâtres, atteignent une profondeur de 1.2 m au centre. Le 13.5.92, la transparence était de 0.6 m. On a au moins 2 m de limon argileux sur le fond. Tout le pourtour du lac est envahi de roseaux. La morphométrie est donnée à la table X.

Étang de la Visitation (916.380/158.150/438)

Cet étang, privé et artificiel, est situé dans l'enceinte du Couvent de la Visitation, à peu de distance de Thonon. Il mesure 35 m sur 15 et n'a pas plus de 1 m de profondeur.

908.850/156.300/385 : ce petit plan d'eau artificiel, entouré de levées de terre argileuse, se trouve à 2 km à l'ouest de Sciez. Il mesure 40 m sur 15 et a environ 1.5 m de profondeur.

908.480/156.700/395 : cet étang est situé 500 m au NW du précédent, au milieu d'une prairie. Il semble naturel. Ses dimensions sont de 30 m sur 10, et il n'a guère plus de 0.5 m de profondeur. Il est envahi de plantes aquatiques.

906.450/154.450/425 : ce petit lac rectangulaire, d'un demi-hectare, est artificiel. Il remplit une ancienne exploitation de gravier.

906.050/153.800/425 : situé entre Massongy et Douvaine, c'est à nouveau une création artificielle, de plus d'un hectare. Il est privé, à l'intention des pêcheurs. 50 m à l'ouest, une petite gouille est naturelle.

905.650/156.850/430 : il s'agit d'un plan d'eau artificiel et privé, 1.5 km au SE de Messery. Il a été excavé sur une zone humide, au milieu des bois, au début des années 80. Sa superficie est de près d'un demi-hectare. Sur une île ont été aménagés de nombreux nichoirs pour des oiseaux aquatiques. Il atteint environ 6 m de profondeur, ses variations de niveau pouvant abaisser ce chiffre d'un tiers en saison sèche.

A 2 km à l'WSW, au lieu-dit Les Mouilles, un nouvel étang de 1500m² a été créé au début de 1992 par le même propriétaire.

903.540/155.220/428 : c'est un étang artificiel, de forme géométrique (50 m sur 30), au milieu des bois, 1 km à l'est de Chens-sur-Léman. Ses rives sont couvertes de roseaux et de nénuphars. Des levées de terre le retiennent. L'eau est brune.

903.550/154.200/426 : ce plan d'eau se trouve 1 km au sud du précédent, près de la Croix de la

Marianne. Il est lui aussi artificiel, entouré de levées de terre. Il mesure 40 m sur 50, avec une petite île au centre. La profondeur n'excède pas 1 m, et le fond, visible, est formé d'argile dure (glaise). L'eau est de couleur brune. Sa température était de 19° le 13.5.92.

Une petite mare, 350 m au NW, n'existe pratiquement plus.

902.900/151.650/420 : cet étang, 3.5 km à WSW de Douvaine, est artificiel, au milieu des bois. Il mesure environ un demi-hectare et est envahi de roseaux.

902.100/151.780/415 : ce petit plan d'eau se trouve 800 m à l'ouest du précédent. Il comporte une large île au centre, ne laissant qu'un étroit chenal autour. Il mesure 40 m sur 50 et a environ 1 m d'eau. Situé dans une clairière des bois, il est artificiel, avec des levées de terre sur son pourtour. De nombreuses plantes aquatiques envahissent ses rives.

D'après la carte, un autre étang est situé 200 m au NW: seule une clairière se trouve à son emplacement.

Plans d'eau de la région comprise entre l'Arve, la frontière franco-suisse, le Rhône, la frontière entre les deux Savoie et le front des Préalpes.

Dans cette vaste région, de plaine surtout, avec quelques pointements montagneux comme le Salève et le Vuache, presque tous les plans d'eau sont actuellement artificiels. Il y avait autrefois de nombreux lacs naturels, mais ils ont été comblés, car gênants et non entretenus, cela leur donnait "mauvaise façon" ! Passons-les rapidement en revue, du nord au sud et d'ouest en est, tout en sachant que certains nous auront échappé, car il s'en crée presque journellement.

Étangs de la vallée de l'Arve

De nombreux plans d'eau sont apparus suite à la construction de l'autoroute Blanche, entre Genève et Cluses plus particulièrement. Des exploitations de gravier ont en effet recoupé la nappe phréatique. Certains de ces lacs ont du reste déjà été comblés par des déblais.

Étang de St Romain (906.500/133.950/440)

Cet étang se trouve à 2.5 km à l'est de Reignier. Il est artificiel et privé. Une digue a été construite en aval d'une zone marécageuse traversée par un ruisseau. La profondeur varie de 1.5 m à l'amont à 4 m près de la digue. Une vanne permet la vidange.

Plans d'eau du Salève

La montagne du Salève a une ressemblance avec le Semnoz, traité dans le secteur Bornes-Aravis, dans le fait de son isolement au milieu de la plaine, en l'occurrence le Genevois, et de sa vocation pastorale. Le second point implique que, sur les deux montagnes, on a un assez grand nombre de mares, mais que pratiquement toutes sont artificielles. Elles pallieront à la quasi-absence de drainage permanent, propre aux reliefs calcaires, et joueront le rôle de points d'eau pour les bêtes. Si cela a toujours été l'unique raison des mares du Semnoz, il semble que l'origine de la majorité de celles du Salève soit plus complexe.

En effet, dès l'époque gallo-romaine, de nombreuses fonderies avaient été installées sur et au pied de la montagne, car la présence de minerai de fer (limonite) n'était pas dépourvue d'intérêt.

Le point à relever et qui est plus qu'une coïncidence, c'est que la plupart des mares importantes du Salève sont situées à proximité de ces anciennes exploitations, auxquelles elles étaient indispensables. Rappelons que c'est de cette époque que date la dénudation du Salève, montagne pourtant assez basse pour supporter une forêt, comme l'atteste son extrémité SW; le bois a été utilisé pour alimenter les fours.

Passons en revue ces points d'eau, dont l'accessibilité est facile à partir d'Annemasse, de Collonges-sous-Salève, de St Julien ou de Cruseilles, par la route des crêtes.

Mare du Sommet (896.620/133.450/1300)

C'est une petite mare artificielle de 8 m de diamètre, et de moins d'un dm de profondeur, envahie par la végétation.

Les vestiges d'une autre mare, à sec, s'observent à 20 m au NE.

Mare Tournier (896.900/133.700/1285)

Ce plan d'eau, artificiel et circulaire, au milieu des pâturages, mesure 15 m de diamètre. Il y a 3 à 4 dm d'eau. Quelques dizaines de mètres à l'est, on observe une dépression similaire, reste d'une ancienne mare.

Mare de Gaby (897.460/133.660/1210)

C'est un bassin, voisin de la ferme homonyme, retenu par un mur de béton. Il mesure 30 m sur 15, et a environ 1.1 m de profondeur.

Etang de Faverges d'En Haut (897.150/133.450/1275)

Il s'agit d'une mare rectangulaire de 20 m sur 15. Elle a 40 cm d'eau, de la végétation aquatique et

30 cm de vase qui dégage du méthane lorsqu'elle est remuée. Une levée de terre la retient. Elle est alimentée par les infiltrations du terrain. Dominée par le chaos des Rochers de Faverges (grès du Sidérolithique, riches en oxyde de fer), on observe à quelques dizaines de mètres de la mare, des tas de scories, restes des fours de traitement du minerai.

Etang de Faverges d'En Bas (897.340/133.400/1220)

Cette mare se trouve en contrebas des Rochers de Faverges, à la lisière de la forêt. Elle est circulaire, d'environ 15 m de diamètre, et a une quarantaine de cm d'eau et 30 cm de vase dégageant du méthane. Une digue de terre la retient. Une petite source pérenne (quelques l/mn) l'alimente. Une ancienne exploitation de fer se trouve un peu plus bas, dans la forêt.

Etang de la Bouillette (896.430/132.150/1195)

Ce plan d'eau, également artificiel, se trouve dans un petit vallon. Il est situé sur le grand accident tectonique qui a déplacé horizontalement de plus de 0.5 km, un compartiment du Salève par rapport à l'autre : le décrochement du Coin. Cette fracture est à l'origine de la dépression de la Croisette. Le vallon dans lequel se loge l'étang, est probablement dû à un accident secondaire, parallèle au décrochement. Une levée de terre barre le haut du vallon et a donné naissance à une mare d'environ 20 m sur 15. Envahie par la végétation, elle a 20 cm d'eau et une épaisseur équivalente de vase. Elle est alimentée par des infiltrations. L'eau disparaît à l'extrémité nord, à quelques mètres de la mare, dans une petite perte très discrète.

Etang du Pommier (896.010/131.040/1245)

600 m au SSW de la Croisette, on a dans une dépression, le plan d'eau du Pommier, le plus étendu du Salève. Mesurant 40 m sur 20, avec 40 cm d'eau et 20 cm de vase dégageant du méthane, il semble naturel. Il reçoit des infiltrations de la combe herbeuse dans laquelle il se trouve, et l'eau disparaît à son extrémité nord dans un petit emposieu. De nombreuses scories de fer sont disséminées aux alentours.

Etang de la Piollière (895.600/130.840/1275)

Cette mare de 12 m sur 25 se trouve dans les pâturages, sur la crête. Elle est retenue par une levée en terre et semble récente. Sa profondeur atteint 1.3 m; le fond est constitué de 20 cm de vase libérant du méthane lorsqu'on la remue.

Etang du Petit-Pommier (894.680/129.300/1310)

Cette mare artificielle, située dans les pâturages, derrière une digue en terre, est en voie de comblement. Elle est circulaire, de 15 m de diamètre et ne présente qu'une quinzaine de cm d'eau, avec de la vase et des plantes aquatiques. Elle se trouve à quelques mètres de la route des crêtes.

Mare de la Brande (892.870/125.440/1155)

Elle se trouve à peu de distance du chalet homonyme, au bas du pâturage et en bordure de forêt. Circulaire, son diamètre est de 12 m. La profondeur d'eau atteint 60 cm avec 20 cm de vase dégageant du méthane. Cet étang, artificiel, est retenu par une levée de terre.

Mare de l'iselet (892.500/125.000/1100)

Ce point d'eau est artificiel, dans les pâturages, en lisière de forêt. Il mesure 15 m sur 20; 40 cm d'eau recouvrent environ un demi-mètre de vase au centre, libérant du méthane. Une levée en terre retient le plan d'eau.

Mare du Sidérolithique (891.890/124.880/1100)

Ce plan d'eau, artificiel et situé en pleine forêt, occupe une ancienne exploitation de sable ferrugineux du Sidérolithique, d'où son nom. Il mesure 20 m sur 30. Sa profondeur atteint 3.3 m, mais ce niveau peut s'élever de 0.7 m après de fortes pluies, ou s'abaisser à 1.7 m lors d'étiages prolongés. La transparence Secchi atteignait 2 m le 20.12.89, lors d'un prélèvement d'eau pour analyse (voir table Y). L'eau est de couleur brun-rouge; quelques algues croissent sur le fond du lac, recouvert en certains endroits de vase noire et putride.

Gouille au Loup (894.270/130.300/935)

C'est une petite dépression, en pleine forêt, située sur un replat de terrains morainiques instables. Elle mesure environ 10 m sur 20 et a 60 cm de profondeur. Elle est partiellement cachée sous des bulsons. Des infiltrations l'alimentent. Elle a peut-être servi de point d'eau au "château" de Montfort, dont les rares vestiges se trouvent 450 m au NW.

Lac des Dronières (893.000/122.500/790)

Ce plan d'eau, 1 km au NE de Cruseilles, a été aménagé sur une ancienne zone marécageuse recreusée, dont il reste une partie au NE. La mise en eau date de 1970, et il est à vocation essentiellement touristique. Une digue d'environ 5 m de hauteur retient ce lac de près de 6 ha et de 7 m de profondeur maximum. L'eau s'échappant du

déversoir de crue disparaît dans une perte, au fond d'une doline, à quelques mètres de l'extrémité NW de la digue. Elle revoit sans doute le jour à la grosse émergence de la Douai, dans la cluse des Usses.

Etang de Crevin (895.850/135.250/495)

Au pied du Salève, sur le versant de Genève, près de Bossey, se dresse le château de Crevin. La pièce d'eau attenante a été en partie (un tiers) comblée en 1983, et remodelée lors de l'installation d'un terrain de golf et d'un lotissement. D'une surface de 0.2 ha, elle a environ 1.7 m de profondeur. Le fond, anoxique, dégage du méthane. Mentionnons encore 150 m au SE, un lac de création totalement artificielle.

Lac Noir (896.290/135.450/495)

A 0.5 km au NE, dans le même ensemble, se trouvait un plan d'eau, le lac Noir, au milieu des bois. A l'état naturel, jusqu'en 1983, "trop désordre" pour un terrain de golf, il fut alors vidé, et la vase noire putride qui recouvrait le fond, évacuée. Sa surface fut doublée, passant à 0.1 ha, et un écoulement artificiel construit, l'alimentation se faisant toujours par infiltrations sur ces terrains morainiques imperméables. C'est maintenant devenu une pièce d'eau parfaitement banalisée.

Mare de Valleiry (881.430/129.990/465)

Cette petite mare naturelle, en contrebas de la ligne de chemin de fer, a été comblée. Un bassin artificiel a été construit 400 m à l'ENE. Un autre bassin artificiel a été établi peu avant Vulbens, près de la N206.

Etang de Marlioz (883.950/122.000/598)

Ce plan d'eau est situé au lieu-dit La Forêt, 4 km à l'est de l'extrémité sud du Vuache. C'est une vague dépression de 20 m sur 40, logée sur des dépôts fluvioglaciers argileux. Elle peut avoir quelques dm d'eau après de fortes pluies. On y observe de grosses touffes de carex.

Mare de Sogno (874.280/111.110/915)

Cette petite mare, naturelle et permanente, se trouve sur un replat des pâturages, 3.5 km à l'ESE de Seyssel. Elle mesure 15 m de diamètre et a 1.1 m de profondeur. 4 dm de limon gris recouvrent un fond caillouteux.

Mare de Droisy (875.650/113.550/660)

Il s'agit d'un terrain marécageux sur lequel trois bassins ont été aménagés vers 1970. Ils ont 1.5 m de profondeur maximum, et une surface totale de

500 m². Le terrain est formé de dépôts morainiques, et les bassins sont entourés de quelques arbres.

Mare d'Arjon (872.990/122.850/513)

Ce minuscule lac naturel se trouve 700 m au NE de Chêne-en-Semine. Il mesure 8 m de diamètre et a 1.3 m de profondeur. Il est en partie comblé. Entouré d'arbres, il est situé sur des terrains morainiques argileux.

Lac de la Balme-de-Sillingy (886.500/114.200/480)

C'est un plan d'eau artificiel réalisé sur une zone humide, dans une région au drainage hésitant. Il mesure environ 6 ha.

Lac des Combes (888.300/112.150/485)

C'est une excavation dans les graviers fluvioglaciers ayant recoupé la nappe phréatique. Il y a donc un plan d'eau artificiel de 0.4 ha.

880.550/104.300/360 : c'est un bassin de STEP, 1.5 km au NE de Rumilly.

881.500/097.000/360 : au nord de St Félix, on a les grands étangs artificiels de Crosagny, de Beaumont et de Braille. Ce sont d'anciennes zones humides qui ont été excavées. Les surfaces vont de 4 à 10 ha. A noter que ces lacs sont partagés en deux parties par la frontière entre les deux Savoie.

882.100/100.500/335 : au SE de Rumilly, on a de nombreuses dépressions artificielles qui, ayant recoupé la nappe, ont engendré des plans d'eau. Ils ont moins de 0.5 ha.

A l'ouest du Semnoz, on a dans la plaine de nombreuses zones humides, cuvettes naturelles dans des dépôts fluvioglaciers argileux.

907.800/107.200/596 : Mentionnons encore plusieurs lacs d'eau, la plus grande de 1.5 ha, situées dans le cône de déjection du torrent le Malnant, à sa confluence avec le Fier. Elles sont artificielles, résultant en partie de corrections routières et d'exploitation de gravier. Elles se trouvent à quelques km au NW de Thônes, à l'entrée de Thuy.



Etang de la Visitation



Le Salève

E) DISCUSSIONS

Il serait évidemment fastidieux de passer en revue la morphométrie, la physico-chimie et la bathymétrie des 90 lacs de l'inventaire, sans compter les petits plans d'eau n'ayant droit qu'à une présentation succincte. Mais nous mentionnerons les valeurs particulières attendues et tenterons de justifier les cas s'éloignant fortement de la norme.

1. Morphométrie

Nous allons discuter quelques-uns des paramètres morphométriques donnés dans les tables X pour en tirer les cas extrêmes, et si possible les expliquer.

a) Surface

Si l'on choisit parmi tous les plans d'eau de Haute-Savoie, ceux dont les surfaces sont les plus grandes, on obtient le classement suivant (en ha):

| | |
|-----------|------|
| Montriond | 32 |
| Flaine | 12 |
| Anterne | 11.6 |
| Vallon | 11 |
| Gd. Jovet | 7.6 |
| Lessy | 7.2 |
| Vogealle | 7.1 |
| Gers | 6.4 |
| Cornu | 5.4 |
| Confins | 5.1 |

On constate que parmi les lacs les plus étendus, trois ont pour origine des barrages de vallée par éboulement: Montriond, Vallon et Gers (partiellement); cinq sont d'origine glaciokarstique: Flaine, Anterne, Vogealle, Lessy et Gers (partiellement); les autres sont dus à des surcreusement glaciaires uniquement (Cornu), ou s'ajoutant à un barrage morainique: Gd. Jovet et Confins.

Ces constatations peuvent paraître évidentes, car un barrage affecte toute la vallée en amont, et une dissolution karstique une région entière, alors qu'un surcreusement glaciaire est bien plus localisé, surtout si les glaciers responsables n'ont pas une puissance érosive très grande. On peut aussi remarquer que parmi les grands lacs d'origine glaciokarstique, tous se vident souterrainement (on est en pays calcaire, et les sédiments glaciaires ne peuvent pas, ou plus, colmater les pertes); ils présenteront donc de très grandes variations de niveau, menant parfois à l'assèchement. Finalement, seuls les lacs d'Anterne, de Vallon, Jovet et Cornu garderont une surface étendue et constante.

b) Profondeur

Classons les lacs par profondeurs décroissantes (en m):

| | |
|---------------|------|
| Cornu | 22.0 |
| Brévent | 20.4 |
| Noir d'En bas | 18.8 |
| Montriond | 18.5 |
| Chambres | 18 |
| Anterne | 13.2 |
| Vallon | 10.5 |
| Roy | 10.5 |
| Flaine | 10.5 |
| Beunaz | 10.1 |

Tous les lacs les plus profonds ont été engendrés par surcreusement glaciaire. Les pentes des terrains qui dominent les lacs étant en général fortes, la composante verticale du mouvement est marquée, d'où une abrasion mécanique intense, malgré la grande dureté moyenne des roches, favorisée par leur fracturation et leur inhomogénéité.

Le surcreusement peut parfois se superposer, à une dissolution karstique, comme dans le cas des lacs d'Anterne, des Chambres et de Flaine.

Cependant, trois lacs sont très différents: les lacs de Montriond et de Vallon résultent de barrage par éboulement; quant à celui de la Beunaz, il est dû à la fonte d'un bloc de glace morte au sein de la moraine (doline périglaciaire).

Relevons que ces profondeurs sont stables, sauf pour le lac de Montriond qui perd quelques mètres, pour le lac de Flaine qui atteint 0.8 m de profondeur en fin de saison, et le lac des Chambres qui se vide totalement, seuls des blocs de glace subsistant dans la cuvette.

c) Volume

Surface ou profondeur ne sont pas toujours liés au volume, mais on retrouve cependant les mêmes candidats que ceux donnés ci-dessus (volume en m³):

| | |
|-----------|-----------|
| Montriond | 2.700.000 |
| Anterne | 760.000 |
| Vallon | 675.000 |
| Flaine | 630.000 |
| Cornu | 550.000 |
| Gd. Jovet | 330.000 |
| Vogealle | 235.000 |
| Brévent | 230.000 |

Parmi ces lacs, beaucoup gardent des volumes constants. Cependant, le lac de Montriond (malgré des travaux d'étanchéisation du barrage), le lac de Flaine et celui de la Vogealle varient très fortement de volume, surtout les deux derniers qui peuvent presque s'assécher par écoulement souterrain.

d) Creux

Il s'agit du paramètre obtenu en faisant le rapport entre la profondeur du lac et la racine carrée de sa surface. On obtient ainsi une idée de la forme de la cuvette lacustre, si ses pentes sont plus ou moins abruptes. en fait si elle est plus ou moins... creuse !

| | |
|------------------|-------|
| Dou | 0.231 |
| Moine | 0.216 |
| Orcier | 0.212 |
| Terrasse Haut N. | 0.138 |
| Brévent | 0.131 |
| Noir d'En Bas | 0.131 |
| Terrasse Bas N. | 0.124 |
| Bleu | 0.120 |

La constatation est ici très claire, car on a deux groupes de valeurs: les lacs les plus creux sont des dolines périglaciaires, dues à des blocs restreints mais massifs, de glace, ayant fondu dans la moraine, ce qui entraîne des cuvettes à flancs abrupts. Quant au Puits d'Orcier, il est dû à une remontée profonde d'eau, sorte de source vaclusienne, ayant débarrassé à la verticale les dépôts glaciaires recouvrant la roche en place.

Un second groupe est formé exclusivement des lacs d'origine glaciaire, c'est-à-dire dû à un surcreusement au bas d'une forte pente: ce sont les cinq derniers de cette liste de huit lacs.

e) Transparence

Elle a été déterminée à l'aide d'un disque de Secchi. Ce paramètre est bien plus fluctuant que ceux donnés ci-dessus, car il dépend du moment de la mesure (étiage, proximité des dernières pluies, fonte des neiges plus ou moins récente, etc). Les valeurs sont données en mètres :

| | |
|---------------|------|
| Noir d'En bas | 15.5 |
| Cornu | 12.2 |
| Pormenaz | 9.5 |
| Pt. Jovet | 9.4 |
| Chéserys III | 8.2 |
| Persévérance | 7.5 |

Dans tous les cas, on a affaire à des lacs de montagne, froids, en terrain cristallin (Mont-Blanc, Aiguilles Rouges). Le volume de l'eau, sa température, ainsi que la fréquentation humaine et animale, seront des facteurs importants, car la transparence est liée à l'état de santé du lac : une eutrophisation des eaux mènera à un abaissement de la transparence. C'est pourquoi on note que les lacs de moyenne montagne, dans les Bornes, les Aravis et le Haut-Faucigny, présentent tous des valeurs assez faibles, voire très basses. C'est à fortiori valable pour les lacs de plaine. La présence de chalets d'alpage, de nombreuses bêtes en pâture, et une forte fréquentation touristique expliquent les faibles valeurs ; la température élevée des lacs de plaine ne pourra que dégrader la situation.

Notons enfin que la remarquable transparence du lac Noir d'En Bas est due à sa faible fréquentation, et celle du lac Cornu, à son volume considérable.

f) Essai de typologie selon l'origine

Nous allons mentionner un certain nombre de lacs dont l'origine semble assez sûre. Mais elle peut être multiple, ce qui fait que le lac pourra se retrouver dans plusieurs groupes.

- barrage par éboulement ou glissement de terrain :

| | | |
|-----------------|-------------|-----------|
| Remua d'En Haut | Blise | Montriond |
| Gers | Darbon | Vallon |
| Vogealle | Tré-le-Mont | Vert |
| Fontaine | Brochau | Crot |

- barrage par une moraine :

| | | |
|------------------|-----------|------------|
| Noir Aiguillette | Satin | Corne |
| Persévérance | Jalouvre | Roy |
| Bleu | Vernant | Anthion |
| Armancette | Gers | Pertuis |
| Gd. Jovet | Parchet | Mirlbel |
| Pt. Jovet | Buet sud | Noir Vouan |
| Bellachât | Tavaneuse | |
| Confins | Damoz Bas | |

- surcreusement glaciaire :

en plus de presque tous les lacs de la région Mont-Blanc et Aiguilles Rouges, on a dans les autres secteurs de l'inventaire les lacs suivants :

| | | |
|-----------------|-----------------|-----------|
| Bénil | Gers | Arvouin |
| Lessy | Platé d'En Haut | Case nord |
| Charvin | Platé d'En Bas | Case sud |
| Peyre d'En Haut | Anterne | Darbon |
| Peyre d'En Bas | Vogealle | Avoriaz |
| Tardevant | Chambres | Pététoz |
| Flaine | Cheval Blanc | Roy |

- dissolution karstique

| | | |
|-----------------|-----------------|--------------|
| Pt. Jovet | Arclosan | Cheval Blanc |
| Sans Nom | Cenise | Chambres |
| Joly | Flaine | Sageroux |
| Bénil | Gers | Arvouin |
| Lessy | Platé d'En Haut | Léchère |
| Peyre d'En Haut | Platé d'En Bas | Darbon |
| Peyre d'En Bas | Anterne | Avoriaz |
| Tardevant | Buet nord | Pététoz |
| Charvin | Vogealle | |

- dépression atteignant la nappe :

| | | |
|------------------|------------|---------------|
| Beunaz | Motte | Noyers est |
| Noir Mottay | Beudet | Noyers ouest |
| Bochet | Voua Bénil | Morillon |
| Grandes Gouilles | Moine nord | Noir (Thonon) |
| Dou | Moine sud | Petit Lac |

Il est clair que cette typologie n'est pas définitive, mais qu'elle pourra être amendée ici ou là, si des travaux détaillés sont mis en route.

2. Physico-chimie

Nous allons passer en revue les principaux paramètres physico-chimiques donnés dans les tables Y, donner des valeurs "normales", et tenter d'expliquer les écarts. A titre de comparaison, nous mentionnerons aussi les valeurs trouvées en 1991 pour le Léman, obtenues à partir des analyses effectuées par le Laboratoire de Chimie des Services Industriels de Genève, fournissant l'eau de boisson à la population. Pour la même année, quelques valeurs seront également données pour le lac d'Annecy. Elles proviennent de mesures effectuées par la SOGREAH, l'IRAP et l'INRA pour le SILA.

a) Acidité (pH)

En général, les eaux sont plus acides sur sol cristallin que sur un substrat calcaire, où la présence de bicarbonate et de carbonate de calcium surtout influence la basicité de l'eau. Si l'on a des tourbières, cela ne peut que renforcer l'acidité des eaux. Rappelons que la neutralité se situe à pH = 7.

C'est bien ce que l'on constate dans l'inventaire. Dans la région Mt Blanc-Aiguilles Rouges, les valeurs sont comprises entre 6 et 7, avec des chiffres extrêmes de 5.7 au lac sud de la Terrasse d'En Bas, et de 8.9 au lac Noir d'En Haut. Dans toutes les autres régions de Haute-Savoie, les

valeurs oscillent entre 7 et 8, avec une grande homogénéité dans le Chablais surtout.

Relevons comme valeurs minimales le lac des Fours (6.7), dans les Aravis, et le lac du Buet (6.8) dans le Haut-Faucigny; à l'autre extrême, on a les lacs du Fouyet et de Damoz d'En Bas (8.6), dans le Chablais, la mare d'Arclosan (8.8) dans les Aravis, et le lac des Chaux (9.5), dans le Haut-Faucigny. Pour le Léman, le pH s'élève à 8.07 en moyenne, mais fluctue entre 7.82 et 8.57, en fonction de la biologie du lac (phénomènes liés à la saison). S'il est difficile d'expliquer ces écarts, on peut relever en tout cas qu'on ne constate pas d'acidification des plans d'eau de Haute-Savoie.

b) Dureté totale (TH)

La dureté totale, titre ou hydrotimétrie, correspond à la somme des métaux alcalino-terreux, calcium et magnésium principalement, exprimés en équivalents carbonate de calcium. Elle est mesurée en °F. Rappelons que 1°F correspond à la présence de 10 mg de carbonate de calcium dissous par litre d'eau.

On constate que nos valeurs sont faibles, de 0 à 2°F, dans les massifs cristallins, ceci en accord avec les roches présentes dans le bassin-versant. Avec 18.5°F, le lac de Leutaz, près de Mégève, fait exception, car il se trouve en milieu marno-calcaire.

Dans la région Bornes-Aravis, la valeur moyenne est de 10°F, mais on a 0.2 au lac des Fours, et 17 à celui des Confins. Les eaux circulant en général sur du calcaire, ceci explique cela. La remarque est similaire pour le Haut-Faucigny, mais les valeurs sont inférieures à 10°F. On a cependant 0.7 pour laouchet de Platé d'En Bas (calcaire siliceux, peu de ruissellement), et 48 pour le lac Vert (percolation lente au travers de calcaires fissurés et éboulés). L'altitude moyenne plus élevée de cette région, d'où la moindre végétation, en est probablement la cause.

Quant au Chablais, les valeurs oscillent entre 15 et 20°F, mais la mare du Sidérolitique au Salève, sur des grès, atteint 1.1°F, et le Puisoir d'Orcier, 165°F. Ce dernier est un cas particulier d'émergence très minéralisée. Pour le Léman, on mesure 13.3°F.

c) Conductivité (k)

Elle est mesurée en $\mu\text{S}/\text{cm}$. D'une manière générale, elle est liée à la minéralisation de l'eau. On peut donc s'attendre à ce que les lacs de haute montagne jouent presque le rôle de pluviomètre remplis d'eau distillée, alors que ceux de plaine auront des eaux chargées des nombreux minéraux que l'eau aura dissous durant son parcours.

Dans le massif Mt Blanc-Aiguilles Rouges, les valeurs vont de 4 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (lacs Noir d'En Bas et de la Terrasse) à 127 pour celui de la Flégère et 246 pour le lac de Leutaz (eau dure).

Dans la région Bornes-Aravis, on a 9 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour le lac des Fours (petit "pluviomètre" presque sans ruissellement), mais 300 pour celui des Confins. Pour le Haut-Faucigny, on a 15 au laouchet de Platé d'En Bas, 50 à celui de Vernant, mais 785 et 820 pour les lacs des Barbolets et Vert. Quant au Chablais, les valeurs vont de 50 (Sidérolitique et Tré-le-Mont) à 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ au lac Dou, et même 2410 au Pulsoir d'Orcier. Dans ces deux derniers cas, ce sont de véritables sources d'eau minérale, mais bactériologiquement impropres à la consommation.

Pour le Léman, on mesure 304 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

d) Azote ammoniacal (NH_4)

Les valeurs seront données en mg/l. Ce paramètre est l'indice d'une contamination récente par la transformation de matière organique. Cette dernière peut provenir de l'engraissement des champs par épandage de purin, mais aussi de la présence directe du bétail, ou d'égoûts rejoignant un cours d'eau tributaire du lac. L'azote ammoniacal peut aussi être dû à la décomposition de plantes ou d'animaux dans un milieu en contact avec les eaux courantes.

Les valeurs de l'inventaire oscillent entre 0.02 et 0.05 mg/l. Mais on a 0.007 mg/l pour le Petit lac Cornu et le lac de Chéserys I, dans les Aiguilles Rouges, et à l'autre extrême 0.4 pour l'étang de Chez-le-Moine; 0.5 pour le Voua de la Motte; 1.6 pour le lac Dou et 9.6 pour le laouet de Noyer Est, tous quatre dans le Chablais. Pour ce dernier, les égoûts de la ferme voisine rejoignent directement le lac...

Dans le Léman, la valeur observée est de 0.022 mg/l ; elle est du même ordre de grandeur pour le lac d'Annecy.

e) Azote nitreux (NO_2)

A nouveau, il est dû à la présence de troupeaux sur le bassin-versant et à l'épandage d'engrais. L'activité biologique dans le sol favorise la transformation de l'ammoniaque en azote nitreux, par nitrification. Les nitrites qui en découlent semblent être cancérigènes.

Les valeurs de l'inventaire vont en général de 0 mg/l (dans la région Mt Blanc-Aiguilles Rouges) à 0.007 pour le lac Dou.

On mesure dans le Léman 0.001 mg/l.

f) Azote nitrique (NO_3)

Il n'est plus besoin de présenter les nitrates, qui en sont ses sels. Ceux-ci peuvent provenir de la nitrification des nitrites, mais ils peuvent aussi provenir directement des engrais.

Les valeurs moyennes de l'inventaire sont de 0.02 mg/l. Mais on relève 0.47 au lac de l'Oubli, dans les Aiguilles Rouges (présence de nombreux moutons); 0.74 au lac de la Corne; 0.85 à celui de la Case, et 2.04 au lac Dou, tous trois dans le Chablais. Dans ce dernier cas, les champs adjacents aux sources alimentant le lac semblent être en cause.

On mesure 0.59 pour le Léman, et 0.15 pour le lac d'Annecy.

g) Silice (SiO_2)

C'est un oxyde très abondant sur la Terre, et sa quantité dans l'eau dépendra de la nature du bassin-versant. Les diatomées vivant dans un lac ont une talle siliceuse qui peut retourner à l'état de silice dissoute selon les conditions physico-chimiques de l'eau. On observe en outre une corrélation avec le calcaire, la silice croissant si la quantité de calcaire fait de même.

On a dans l'inventaire des valeurs allant de 0.02 mg/l (lacs de la Terrasse) à 10.5 pour les Voua; 11.6 pour le laouet de Noyer Est et 13.9 pour le lac Dou, tous trois dans le Chablais. Le matériel morainique cristallin déposé par le glacier du Rhône pourrait, entre autre, être invoqué pour ces derniers plans d'eau.

Pour le Léman, on mesure 1.65 mg/l, et une valeur double pour le lac d'Annecy.

h) Carbone (C)

Sa valeur est directement liée à la teneur de l'eau en matière organique, donc à la bio-masse du bassin-versant.

Il est significatif de ne mesurer que 0.3 mg/l au lac de la Persévérance, dans les Aiguilles Rouges, mais des valeurs entre 2 et 5 mg/l dans le Chablais, et même 7 au lac de Tré-le-Mont et 9.5 au lac de Morillon (Chablais), et 13 à la mare d'Arclosan, unique point d'eau pour de très nombreux moutons (Aravis). A Tré-le-Mont et à l'Arclosan, les lacs sont petits, et donc très vite saturés.

On mesure dans le Léman 0.98 mg/l.

i) Oxydabilité

La présence de matière organique dans l'eau augmente la demande en oxygène nécessaire à sa dégradation, et la présence de sulfures organiques va dans le même sens.

C'est ainsi que l'on a 0.5 mg/l dans le lac du Buet (Haut-Faucigny) et 0.4 dans celui de la Terrasse d'En Haut nord, alors qu'on observe 24 mg/l pour le Voua Beudet et le lac de Tré-le-Mont, 33 pour le Voua de la Motte, 48 au lac de Morillon, et 56 pour la mare d'Arclosan. Ceci pour les mêmes raisons que ci-dessus.

Pour le Léman, on a 2.5 mg/l.

j) Calcium (Ca)

Sa présence est liée à la nature des roches du bassin-versant, le calcaire et le gypse principalement.

On a 0 mg/l pour le lac Noir d'En Bas (Aiguilles Rouges), mais 69 pour le lac des Confins (Aravis), 95 pour le lac de Noyer (Chablais), 105 pour le lac Vert (Haut-Faucigny), 183 pour le lac Dou et 561 mg/l pour le Puits d'Orcier, ces deux derniers dans le Chablais.

Pour le Léman, on mesure 43.9 mg/l.

k) Magnésium (Mg)

Il est lié à la présence de dolomite (Ca, Mg $(CO_3)_2$) dans le bassin-versant. On a 0 mg/l pour le lac Cornu (Aiguilles Rouges) et le lac des Fours (Aravis), mais 54 pour le lac Vert, 62 pour le Puits d'Orcier et 216 pour le lac Dou.

Pour le Léman, la valeur est de 6.3 mg/l.

l) Sodium (Na)

Les précipitations apportent du chlorure de sodium, ainsi que les roches (Na_2SO_4), sans parler de l'halite (NaCl), absente en surface de notre inventaire. Du sodium peut aussi provenir des engrais, des égoûts et du purin.

Les valeurs vont de 0 à 0.01 mg/l dans notre inventaire. On a cependant 4.2 pour le lac Noir du Voua (Chablais), 4.6 pour le lac Vert, 4.9 pour le lac Noir de la Beunaz, 6.4 pour le lac de Morillon et 7.1 pour le Voua Bénit, ces trois derniers dans le Chablais.

Pour le Léman, on mesure 4.6 mg/l.

m) Strontium (Sr)

Il accompagne souvent les évaporites, dont le gypse, ainsi que le calcaire.

On a en général dans l'inventaire des valeurs entre 0 et 0.3 mg/l, aucune ne dépassant 0.5, sauf le Puits d'Orcier avec 10.1 mg.

Pour le Léman, on mesure 0.38 mg.

n) Potassium (K)

Il provient des roches (argiles et évaporites), mais surtout des engrais (trilogie N, P, K).

Les valeurs de notre inventaire vont de 0 à 0.7 mg/l, mais elles sont comprises entre 1 et 2 mg/l pour les lacs de la Beunaz (Chablais), entre 3 et 4 pour les lacets de Noyer, 3.6 mg/l pour le Voua Bénit et 33 pour le lac Noir de l'Aiguillette. Autant les valeurs précédentes s'expliquent, autant la dernière est incompréhensible. Elle ne semble pas résulter d'une erreur d'analyse, car la balance ionique est correcte.

Pour le Léman, on relève 1.38 mg/l.

o) Fer (Fe)

Toutes les roches contiennent plus ou moins de fer; certaines sont plus riches, comme les grès de Taveyannes ou les marnes pyriteuses, présents dans les bassins-versants de notre inventaire. De plus, du fer précipité dans les sédiments peut être remis en suspension par des réductions, suite à des déséquilibres physico-chimiques en eaux stagnantes.

Les valeurs normales vont de 0.003 à 0.6 mg/l. Elles atteignent pourtant entre 1 et 1.5 mg/l à l'Arclosan, au lac de Platé d'En Haut, au lac Bénit (Bornes) et au lac de Tré-le-Mont, mais 3.4 au lac de Gers (Haut-Faucigny).

Dans le Léman, on mesure 0.02 mg/l de Fer total.

p) Manganèse (Mn)

On peut avoir remplacement du calcium dans les carbonates par le manganèse, avec formation de rhodochrosite, et même d'un carbonate complexe de fer, de manganèse et de magnésium, l'ankérite, souvent liée à la dolomite. De toute façon, le manganèse accompagne toujours le fer.

Nos valeurs sont homogènes, variant de 0 à 0.2 mg/l de manganèse; le lac de la Corne (Chablais) atteint 0.4 mg/l.

Quant au Léman, il a une valeur de 0.003 mg/l.

q) Cuivre (Cu)

Les valeurs habituelles vont de 0 à 0.003 mg/l. Ce sont celles de notre inventaire, sauf pour le lac de Platé d'En Haut (0.004) et le lac du Cheval Blanc (0.006), dans le Haut-Faucigny. Un peu de chalcopirite pourrait être responsable de ces valeurs légèrement plus élevées.

Dans le Léman, on a 0.002 mg/l de cuivre.

r) Lithium (Li)

On le trouve dans quelques roches contenant des micas (lépidolite et zinnwaldite), donc peut-être dans des argiles.

En général, les valeurs sont nulles. On a cependant 0.08 mg/l pour le Puits d'Orcler.

Dans le Léman, on mesure 0.006 mg/l de Lithium.

s) Zinc (Zn)

Toutes nos valeurs se situent entre 0 et 0.05 mg/l, ce qui est normal.

Dans le Léman, on relève 0.006 mg/l.

t) Chlorures (Cl)

La pluie contient du chlorure de sodium, d'origine marine, dont la quantité diminue si la distance à la mer augmente. Chez nous, on mesure des valeurs de 0.5 à 1.5 mg/l. Les roches (halite) peuvent en apporter, mais elles sont absentes de la surface en Haute-Savoie. L'activité humaine en fournit également de diverses manières: salage des routes, meules de sel pour les bêtes dans les pâturages, égoûts et purin. Ces deux dernières sources se corrélaient du reste positivement avec une forte présence de nitrates.

Nos mesures vont en général de 0 à 0.9 mg/l. Cependant, on relève des valeurs de 3 à 7 mg/l aux lacs de la Beunaz; 5.1 à l'Arclosan et 5.7 au lac d'Anthon; 10 au lac Dou; 11.1 au lac de Roselette (Mt Blanc - Aiguilles Rouges), 13.9 pour le lac de Morillon (Chablais) et 33.1 mg/l au lac Noir de l'Aiguillette (Aiguilles Rouges). Cette dernière valeur est à nouveau surprenante, les autres pouvant être justifiées par la densité du bétail, l'exiguïté du lac et l'impact humain.

Dans le Léman, on a 6.5 mg/l de chlorures, en augmentation constante à cause des teneurs plus élevées dans les affluents du lac.

u) Sulfates (SO₄)

Les roches en sont la principale source, soit directement comme le gypse CaSO₄ · 2H₂O, soit indirectement sous forme de pyrite FeS₂ qui, s'oxydant, libère de l'acide sulfurique qui attaquera la roche en donnant des sulfates.

Nos valeurs varient de 0 à 2 mg/l, ce qui est normal. Mais on a environ 20 mg/l aux lacs du Joly et Jovet (Mt Blanc-Aiguilles Rouges); 24 au lac d'Arvouin et 34 aux lacs du Crozet et de Vallon (tous dans le Chablais); 48 au Gouët (Haut-Faucigny), 200 aux lacs Vert et des Barbolets, dans la même région, et près de 300 mg/l au lac Dou.

De plus, dans ce dernier, l'action réductrice de la matière organique sur les sulfates engendrera du gaz carbonique, du calcaire et de l'hydrogène sulfuré H₂S, dont l'odeur est très évidente dans les eaux prélevées au fond du lac.

Dans le Léman, on mesure 47.8 mg/l de sulfates.

CONCLUSIONS

Au terme de ce bref survol de la physico-chimie des eaux d'un certain nombre de plans d'eau de Haute-Savoie, on pourrait résumer en disant que la plupart des lacs de l'inventaire suivent la norme, certains présentant pourtant des valeurs anormales. Il ne faut pas oublier que ces mesures sont **ponctuelles** à l'échelle de la vie d'un lac, et même spatialement. Les valeurs qui semblent trop s'écarter de la "norme" devraient faire l'objet d'études plus approfondies et plus suivies: et c'était du reste l'un des buts de cette recherche que de mettre en évidence des cas particuliers: cette situation exceptionnelle pouvant résulter soit de causes naturelles, soit d'un déséquilibre engendré par l'homme, auquel cas des mesures appropriées devraient être prises.

F) BIBLIOGRAPHIE

- BALVAY, G. (1978). Un lac oligotrophe de haute montagne, le lac Cornu (Haute-Savoie). *Rev. Géogr. Alp.*, 66(1), 31-41.
- BALVAY, G. et B. BLAVOUX (1981). Le grand lac Jovet (Haute-Savoie), milieu oligotrophe de haute montagne. *Rev. Géogr. Alp.*, 69(3), 421-442.
- BEAUMONT, J.F.A. (1802). *Description des Alpes grecques et cottiennes ou tableau historique et statistique de la Savoie*. 4 volumes, Paris.
- BLAVOUX, B. (1988). L'occupation de la cuvette lémanique par le glacier du Rhône au cours du Würm. *Bull. A.F.E.Q.*, 2/3, 69-79.
- BOQUET, F. (1983). Approche de la géomorphologie de la partie nord de la chaîne des Aravis. Mémoire de maîtrise, 167 p., Univ. scientif. et médic. de Grenoble.
- BOURGIN, A. (1947). Lacs d'altitude des Alpes françaises: I. Alpes du nord. *Rev. géogr. alp.*, t. XXXV, 4, 739-745.
- BUISSON-VODINH, J. (1989) Bilan hydrique et qualité de l'eau du domaine de Platé. Etudes réalisées en 1987 et 1988. Rapport Comité Scient. des Rés. nat. de Haute-Savoie, 64 p.
- BURRI, M. (1963). Le quaternaire des Drances. *Bull. lab. géol. Univ. Lausanne*, 142, 1-34.
- BUTLER, H. (1928). Erläuterungen zur geologischen Karte und zu den Profilen der Kette der Vergy und des Rocher de Cluses in Hochsavoyen. *Mitt. der Naturforsch. Gesellschaft Schaffhausen*, Heft VII, 73-89.
- CHAIX, A. (1913). Géologie des Brasses (Haute-Savoie). *Eclog. geol. Helv.* XII, 501-601.
- CHAIX, A. (1928). Géologie de Miribel (Haute-Savoie). *Eclog. geol. Helv.* 21, 22-51.
- CHAIX, E. (1893). Le lac de Flaine. *Arch. Sc. phys. nat. Genève*, 3e série, t. XXX, 173-174.
- CHAIX, E. (1894). Le désert de Platé et le lac de Flaine. *Le Globe*, t. XXXIII, 14-16, Genève.
- CHAIX, E. (1898). Explorations de grottes. *Arch. S.P.H.N. Genève*, t. V, 385-386.
- CHAROLLAIS, J. et al. (1952). Notice explicative de la carte géologique Annecy-Bonneville No 678 au 1:50.000. BRGM éd. Créteil.
- CHACORNAC, J.-M. (1955). Lacs d'altitude: métabolisme oligotrophe et approche typologique des écosystèmes. Thèse Univ. C. Bernard Lyon 1, 250 p.
- CHESSEX, R. (1959). La géologie de la haute vallée d'Abondance (Haute-Savoie, France). *Eclog. geol. Helv.* 52, 295-400.
- COLLET, L.W. (1910). Les hautes Alpes calcaires entre Arve et Rhône. *Mém. S.P.H.N. Genève*, 36, 4, 411-586.

- CORBIN, P. et N. OULIANOFF (1926). Continuité de la tectonique hercynienne dans les massifs du Mont-Blanc et des Aiguilles Rouges. Bull. Soc. géol. Fr., 25, 541-553.
- COUPE, S. et J.-P. MARTINOT (1982). Lacs de Savoie. 224 p., Glénat éd., Grenoble.
- DEBELMAS, J. et J.P. USELLE (1966). La fin de la nappe de Morcles dans le massif du Haut-Giffre. Bull. Soc. géol. de France, 7, VIII, 337-343.
- DELEBECQUE, A. (1898). Les lacs français, in-4°, 436 p., Paris.
- DE SARTIGES, B. (1978). Infiltrations des eaux et relations entre aquifères profonds et superficiels: hydrogéologie du plateau de Thollon, de la montagne de Mémises et de la vallée de l'Ugine (Haute-Savoie). Thèse 3^e cycle, 275 p., Paris.
- DE SAUSSURE, H.B. (1779). Voyages dans les Alpes, 4 t., Neuchâtel.
- DOUXAMI, H. (1902). Les phénomènes glaciaires et postglaciaires du massif de Platé (Haute-Savoie). Ann. Soc. Linn. de Lyon, t. XLIX, 57-72.
- DOUXAMI, H. (1903). Revision de la carte géologique, région du Chablais. Serv. carte géol. France, bull. 98, 99-101.
- DOUXAMI, H. (1904). Revision de la carte géologique, région du Chablais. Serv. carte géol. France, bull. 105, 114-115.
- DOUXAMI, H. (1910). Une excursion aux lacs Cornu et au lac de Pormenaz (Haute-Savoie). Ann. Soc. Linn. Lyon, t. LVII, 51-66.
- DRAY, M. (1970). Etude hydrogéologique du quaternaire de la région de Thonon. Thèse Univ. Paris, fac. Sc. 175 p.
- DUSSART, B. (1948). Contributions à l'étude zoologique des lacs de Haute-Savoie: le lac de Darbon. Anns. Sta. Centr. Hydrobiol. appl. 2, 207-220, Paris.
- DUSSART, B. (1954). Contribution à l'étude des lacs de Haute-Savoie, les lacs du Faucigny. Mém. Doc. Acad. Faucigny, 8, 36-46.
- EDOUARD, J.-L. (1983). Les lacs des Alpes françaises. Rev. Géogr. Alp. t. LXXI, 381-397.
- EPARD, J.-L. (1989). Stratigraphie du Trias et du Lias dauphinois entre Belledune, Aiguilles Rouges et Mont-Blanc. Bull. Lab. Géol. Univ. Lausanne 304, 301-338.
- FAVRE, A. (1867). Recherches géologiques dans les parties de la Savoie, du Piémont et de la Suisse voisines du Mont-Blanc. 3 tomes. Masson éd., Paris et Genève.
- FAVRE, E. et H. SCHARDT (1887). Description géologique des Préalpes du canton de Vaud et du Chablais. Mat. carte géol. Suisse. 22^e livr. Berne.
- FAVRE, G. et J.D. BOURNE (1975). La grotte de la Barme-Froide, Hypogées. Bull. Sect. Genève de la SSS, 36, 26-54.
- FAVRE, G. (1976). Etude hydrogéologique du bassin de Sales (Sixt, Haute-Savoie). Travail de diplôme, Univ. de Neuchâtel et Genève.

- FOREL, F.A. (1892). Le Léman, 3 volumes, éd. Rouge, Lausanne.
- FOURNIER, E. et A. MAGNIN (1899). Recherches spéléologiques dans la chaîne du Jura. Mém. Soc. Spéleo. 21, 72 p. Paris.
- GAGNEBIN, E. (1937). Les invasions glaciaires dans le bassin du Léman. Bull. lab. géol. Univ. Lausanne, 58.
- GAGNEBIN, E. (1938). Les lacs de la Bennaz, au-dessus d'Evian (Haute-Savoie). Bull. lab. géol. Univ. Lausanne, 60, 1-25.
- GAGNEBIN, E. (1940). Le front de la nappe de la Brèche et les plis des Préalpes médianes entre la Haute-Pointe et le Roc d'Enfer (Haute-Savoie). Bull. Soc. Vd. Sc. nat., 61, 85-106.
- GARCIA, V. et M. LUNDIN (1989). Cartographie au 1:10.000 dans le domaine helvétique de la partie nord-est du vallon de Bossetan, Haute-Savoie, France. Trav. de diplôme, Univ. de Genève.
- GAUTHIER, G. (1973). Recherches de géomorphologie glaciaire et périglaciaire dans les Hautes Alpes calcaires. Travail de maîtrise, 61 p., Institut de Géogr. Alp., Grenoble.
- GOGUEL, J. et A. PACHOUD (1978). Les mouvements de terrain du plateau d'Assy (Haute-Savoie, France). Bull. B.R.G.M., IV, 3, 201-214.
- GOURLAY, P. (1986). La déformation du socle et des couvertures delphino-helvétiques dans la région du Mont-Blanc (Alpes occidentales). Bull. Soc. géol. Fr., 1, 159-169.
- JACOB, Ch. (1902-03). Notes sur les terrains de transport des environs de Thonon (Haute-Savoie). Trav. géol. Univ. Grenoble, VII, 116-125.
- JORDAN, D. (1991). La tourbière de Sommant. Arve-Léman 63, 9-16. Sallanches, France.
- JOUKOWSKY, E. (1902). Sur les écoligites des Aiguilles Rouges. Arch. Sc. Phys. et nat., XIV, Genève, 151-171.
- LIPS, B. et Ch. OHL (1991). Le gouffre Jean-Bernard, -1602 m. Groupe spéléologique Vulcain, 271 p., éd. GAP.
- LOMBARD, Aug. (1968). Plis autochtones et nappe de Morcles-Aravis entre le lac d'Annecy, l'Arve et le Rhône. Cassures transversales dans le socle. Ecol. géol. Helv. 62/1, 81-94.
- LUGEON, M. (1895). La région de la Brèche du Chablais. Bull. carte géol. France, 49, 152-153 et 199-207.
- LUNDIN, M. (1988). La sédimentologie des dépôts du Tertiaire dans la vallée de Bossetan, en Haute-Savoie. Trav. de diplôme, Univ. de Genève.
- MAIRE, R. (1976). Recherches géomorphologiques sur les Karsts haut-alpins des massifs de Platé, du Haut-Giffre, des Diablerets et de l'Oberland occidental. thèse de doctorat, Univ. de Nice.
- MAIRE, R. (1986). Projet de STEP du lac de Gers. Rapport géol. pour EDF, R.E. Alpes Lyon, Chambéry.
- MAIRE, R. (1990). La haute montagne calcaire. Karstologia. Mémoires 3, 731 p. Ed. GAP.
- MARTEL, E.A. (1930). La France Ignorée (Ardenne-Pyrénées). 306 p. Paris.

- MARTIN, F.J. (1821). Itinéraire descriptif de la vallée de Sixt, province du Faucigny, en Savoie. Genève.
- MARTINI, J. (1968). Etude pétrographique des Grès de Taveyannes entre Arve et Giffre (Haute-Savoie, France). Bull. suisse Min. et Pétr., 48/2, 539-654.
- NECKER, L.A. (1828). Mémoire sur la vallée de Valorsine. Mém. Soc. Phys. Hist. Nat., IV, Genève.
- NICOD, J. (1972). Pays et paysages du calcaire. Coll. P.U.F., 244 p., Paris.
- OLIVE, Ph. (1972). La région du lac Léman depuis 15.000 ans: données paléoclimatologiques et préhistoriques. Rev. géo. phys. et géol. dyn. XIV, 3, 253-264.
- OULIANOFF, N. (1949). Les problèmes des tectoniques superposées et les méthodes géophysiques. Bull. Lab. géol. Univ. Lausanne, 92, 1-10.
- PAIRIS, B. (1975). Contribution à l'étude stratigraphique, tectonique et métamorphique du massif de Platé (Haute-Savoie). Thèse Univ. de Grenoble.
- PERRET, R. (1922). Notice sur la carte au 1:20.000 de la vallée de Sales et du cirque des Fonts (Alpes calcaires du Faucigny). 81 p., Paris.
- PERRET, R. (1931). L'évolution morphologique du Faucigny, 166 p. Paris.
- PERROT, F.L. (1895). L'ancien lac de Chèdde. Arch. S.P.H.N. Genève, 33, 394-395.
- PICTET, J.P. (1808). Nouvel itinéraire des vallées autour du Mont-Blanc, 272 p., Genève.
- RAYER, W. (1850). A short description of the Valley of Sixt, 99 p., Genève.
- RIVANO GARCIA, S.O. (1978). Contribution à l'étude géologique du SE du massif des Bornes: la partie méridionale de la chaîne des Aravis entre le col des Aravis et la cluse Faverges-Ugine (Haute-Savoie, France). Thèse 3e cycle, Univ. P. et M. Curie, Paris VI.
- ROSSET, J. (1957). Description géologique de la chaîne des Aravis entre Cluses et le col des Aravis (Haute-Savoie). Thèse Univ. de Grenoble, Fac. des Sciences. Bull. Serv. Carte géol. France, t. 53, 247, 341-487.
- SARASIN, Ch. (1903). Quelques observations sur la région des Vergy, des Annes et des Aravis. Eclog. geol. Helv., VII, 4, 321-333.
- SAYAR, M. (1966). Etude géologique, hydrogéologique,.... du bassin de la Dranse de Morzine. Thèse Paris et Centre géodyn. Thonon.
- SCHROEDER, W.J. (1939). La Brèche du Chablais entre Giffre et Drance, et les roches éruptives des Gets. Thèse Univ. Genève.
- SEPTFONTAINE, M. et A. LOMBARD (1976). Le Jurassique des Préalpes médianes dans le sud-ouest du Chablais (Haute-Savoie, France). Eclog. geol. Helv., 69/2, 425-460.
- SERRA-BERTRAL, G. (1976). Etude morphométrique, physicochimique et sédimentologique de quelques lacs de montagne des Préalpes du Chablais (Haute-Savoie). Thèse Univ. Paris VI, 237 p.
- SESIANO, J. (1982). Le glacier des Bossons: la forte crue de 1981-1982 et une estimation de sa vitesse sur 30 ans. Rev. Géogr. Alp. t. LXX, 431-438.

- SESIANO, J. (1983). Quelques observations en Haute-Savoie, Hypogées. Bull. Sect. Genève de la SSS, 48, 32-34.
- SESIANO, J. et A. MULLER (1983). Quelques observations d'hydrogéologie au lac de Lessy (Haute-Savoie). Karstologia 2, 13-16.
- SESIANO, J. (1985). Nouvelles observations sur l'hydrogéologie de la région entre Arâches et Flaine (Haute-Savoie). Karstologia 6, 7-10.
- SESIANO, J. (1986a). Paramètres physico-chimiques de quelques lacs d'altitude de Haute-Savoie (France). Arve-Léman-Savoie-Nature 48, Sallanches, France.
- SESIANO, J. (1986b). L'éboulement du Dérochoir: une hypothèse est réfutée 235 ans plus tard. Arch. Sc., 39, 2, 237-242.
- SESIANO, J. (1986c). L'accident de Tchernobyl: une retombée positive en hydrogéologie.. Karstologia 8, 47-49.
- SESIANO, J. et A. MULLER (1986). Quelques observations de géomorphologie glaciaire locale dans la chaîne du Bargy (Haute-Savoie). Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat. 78.2, 145-157.
- SESIANO, J. (1987). Le lac de Flaine: origine, évolution et perturbations apportées par l'homme. Arve-Léman-Savoie-Nature 50, 1-7, Sallanches, France.
- SESIANO, J. (1988). Une application de l'hydrogéologie à la tectonique: le cas des lacs Jovet en Haute-Savoie (France). Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat. 79, 2, 103-111.
- SESIANO, J. (1989). Du lac de la Vogeille à la source du Fontanil: une importante percée hydrogéologique. Arch. Sci. Genève 42, 437-446.
- SESIANO, J. (1990). Contribution à l'étude des lacs de Haute-Savoie (France): Hydrogéologie de cinq lacs des Bornes et du Haut-Faucigny. Bull. Centre Hydrogéol., Univ. Neuchâtel, 9, 81-88, Neuchâtel, Suisse.
- SESIANO, J. (1991). Un tracage à Mégevette. Hypogées, rev. SSS Genève 58, 12-14.
- TÖPFFER, R. (1841). Nouvelle genevoises, 435 p. Charpentier éd. Paris.
- VILLARS, F. (1984). Contribution à l'étude tectonique de la partie NE des Aravis entre le col des Aravis et la vallée de l'Arve (Haute-Savoie). Travail de diplôme, Univ. de Genève.
- WEIDMANN, M. (1972). Le front de la Brèche du Chablais dans le secteur de St Jean d'Aulph (Haute-Savoie). Géol. alp. 45, 229-246.

Ouvrages généraux

- COLLET, L.W. (1925). Les lacs. 320 p., éd. Doin, Paris.
- DUSSART, B. (1966). Limnologie - étude des eaux continentales, 678 p., éd. Gauthier-Villars, Paris.
- FOURMARIER, P. (1958). Hydrogéologie. 294 p., éd. Masson, Paris.
- MORETTE, A. (1964). Précis d'hydrologie, 261 p., éd. Masson, Paris.
- RODIER, J. (1966). L'analyse chimique et physico-chimique de l'eau. 412 p., éd. Dunod, Paris.
- Carte géologique au 1:50 000 Thonon-Châtel.
 " " " " " Anancy-Bonneville
 " " " " " St Gervais
 Cartes topographiques de IGN au 1:25.000 et au 1/20.000

TABLE X

Morphométrie des plans d'eau

Abréviations de la table X : morphométrie

| | | |
|---------|---|----------------------------------|
| X, Y, Z | = | coordonnées Lambert |
| La | = | largeur |
| Lo | = | longueur |
| Pr | = | profondeur |
| S | = | surface |
| V | = | volume |
| b.-v. | = | bassin-versant |
| Tr | = | transparence (F = fond visible) |
| Fl | = | amplitude de fluctuations |
| Cr | = | creux = Pr/\sqrt{S} |
| t.r. | = | temps de renouvellement des eaux |

BORNES - ARAVIS

| Nom du Lac | X | Y | Z | La(m) | Lo(m) | Pr(m) | S(m ²) | V(m ³) | Tr(m) | Fl(m) | Cr | t.r.(j) |
|-----------------|---------|---------|-------|-------|-------|-------|--------------------|--------------------|---------|-------|-------|---------|
| BENIT | 922'580 | 122'730 | 1'452 | 160 | 300 | 8.7 | 41'100 | 157'000 | 3-3.3 | 0.6 | 0.043 | 400 |
| LESSY | 917'600 | 118'000 | 1'733 | 170 | 520 | 5.0 | 71'600 | 205'000 | 2.5-F | 3 | 0.019 | 600 |
| PEYRE D'EN HAUT | 919'840 | 119'690 | 2'085 | 40 | 100 | 0.5 | 2'500 | 600 | F | 0.1 | 0.010 | 15 |
| PEYRE D'EN BAS | 919'840 | 119'640 | 2'065 | 12 | 40 | 1.1 | 360 | 180 | F | 0.1 | 0.058 | 5 |
| CONFINS | 921'000 | 110'200 | 1'358 | 240 | 350 | 6.2 | 51'400 | 131'000 | 1.5-3.8 | 3.5 | 0.027 | 300 |
| CROT | 921'800 | 115'340 | 1'660 | 30 | 45 | 2.3 | 900 | 1'050 | F | 1.2 | 0.077 | - |
| FOURS | 926'590 | 112'610 | 2'035 | 35 | 50 | 2.4 | 1'200 | 1'300 | F | 0.2 | 0.070 | - |
| TARDEVANT | 924'100 | 111'350 | 2'110 | 50 | 91 | 2.1 | 3'000 | 2'900 | 0.6-1.4 | 1.2 | 0.039 | - |
| CHARVIN | 917'500 | 098'090 | 2'011 | 87 | 120 | 3.1 | 8'500 | 11'700 | F | 0.4 | 0.034 | 27 |

Autres plans d'eau (sans carte bathymétrique):

| | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|---------|---------|-------|----|----|-----|-------|-----|-----|-----|-------|---|
| ARCLOSAN | 907'080 | 095'330 | 1'765 | 17 | 30 | 0.4 | 400 | 80 | F | 0.3 | 0.020 | - |
| TARDEVANT (Manigod) | 918'780 | 101'380 | 1'985 | 18 | 20 | 0.2 | 300 | 30 | F | 0.2 | 0.011 | - |
| CHAMP TARDIF | 918'020 | 099'730 | 1'885 | 43 | 68 | 0.5 | 1'700 | 350 | F | 0.4 | 0.013 | - |
| CROIX | 919'230 | 113'650 | 1'339 | 8 | 8 | 0.3 | 50 | 8 | F | 0.1 | 0.042 | - |
| PARCHETS sup. | 916'320 | 114'620 | 1'495 | 6 | 6 | 0.2 | 30 | 3 | F | 0.2 | 0.037 | - |
| PARCHETS inf. | 916'100 | 114'360 | 1'485 | 5 | 5 | 0.4 | 20 | 10 | F | 0.2 | 0.089 | - |
| ROUGE | 923'800 | 111'950 | 1'840 | 5 | 10 | 0.3 | 40 | 6 | F | 0.2 | 0.047 | - |
| PARTELET | 922'760 | 112'000 | 1'485 | 8 | 15 | 0.3 | 100 | 15 | F | 0.2 | 0.030 | - |
| LAINVOJET | 915'230 | 117'250 | 1'605 | 4 | 14 | 0.3 | 50 | 7 | F | 0.1 | 0.042 | - |
| SALIN | 915'730 | 117'740 | 1'595 | 8 | 12 | 0.4 | 80 | 16 | F | 0.4 | 0.045 | - |
| JALOUVRE | 918'350 | 119'530 | 1'875 | 25 | 40 | 0.4 | 800 | 160 | F | 0.2 | 0.023 | - |
| CENISE | 917'900 | 121'450 | 1'685 | 20 | 20 | 2.4 | 320 | 300 | F | 0.4 | 0.134 | - |
| LACHAT | 912'260 | 110'460 | 1'412 | 8 | 8 | 1.0 | 50 | 20 | F | 0.3 | 0.141 | - |
| DANAY | 918'400 | 111'060 | 1'565 | 10 | 30 | 2.0 | 220 | 100 | 1.0 | 0.3 | 0.135 | - |
| FORCLAZ | 927'800 | 118'100 | 2'205 | 21 | 28 | 0.5 | 410 | 100 | F | 0.3 | 0.022 | - |
| CHATEAU | 927'720 | 119'460 | 2'000 | 8 | 8 | 0.2 | 50 | 4 | F | 0.2 | 0.028 | - |

MONT-BLANC et AIGUILLES ROUGES

| Nom du lac | X | Y | Z | La(m) | Lo(m) | Pr(m) | S(m ²) | V(m ³) | Tr(m) | Fl(m) | Cr | t.p.(j) |
|---------------------|---------|---------|------|-------|-------|-------|--------------------|--------------------|-------|-------|-------|---------|
| NOIR AIGUILLETTE | 946.170 | 110.760 | 1528 | 25 | 60 | 2.2 | 900 | 1.000 | F | 0.6 | 0.073 | ? |
| AIGUILLETTE | 946.900 | 112.600 | 2117 | 52 | 115 | 1.5 | 3.100 | 2.100 | F | 0.1 | 0.027 | 8 |
| PORMENAZ | 945.350 | 116.660 | 1945 | 210 | 290 | 9.5 | 44.000 | 168.000 | F | 0.1 | 0.045 | 200 |
| LAOUCHET PORMENAZ | 945.560 | 117.640 | 1945 | 50 | 105 | 1.4 | 3.600 | 2.500 | F | 0.7 | 0.023 | 80 |
| OUBLI | 945.780 | 115.900 | 2235 | 23 | 48 | 2.3 | 900 | 1.000 | F | 0.1 | 0.077 | 25 |
| BREVENT | 948.150 | 113.130 | 2125 | 150 | 230 | 20.4 | 24.100 | 230.000 | 5.1 | 0.2 | 0.131 | 250 |
| CREUX-AUX-MARMOTTES | 948.150 | 113.425 | 2115 | 40 | 80 | 1.6 | 2.200 | 1.800 | F | 0.1 | 0.034 | 4 |
| CORNU | 949.600 | 116.400 | 2276 | 340 | 410 | 22.0 | 54.400 | 550.000 | 12.2 | 0.2 | 0.094 | 250 |
| CORNU, petit | 949.180 | 116.800 | 2243 | 53 | 136 | 6.5 | 4.700 | 15.000 | F | 0.1 | 0.095 | 80 |
| NOIR d'EN HAUT | 950.100 | 117.200 | 2535 | 123 | 132 | 6.0 | 9.400 | 28.000 | F | 0.1 | 0.062 | ? |
| NOIR d'EN BAS | 949.800 | 117.100 | 2494 | 70 | 260 | 18.8 | 21.000 | 142.000 | 15.5 | 0.1 | 0.130 | 500 |
| FLEGERE | 952.450 | 117.860 | 2015 | 20 | 80 | 0.7 | 1.100 | 400 | F | 0.3 | 0.021 | ? |
| BLANC d'EN HAUT | 952.550 | 119.400 | 2352 | 145 | 180 | 9.9 | 19.600 | 96.000 | 6.2 | 0.1 | 0.071 | 70 |
| BLANC d'EN BAS | 952.700 | 119.230 | 2351 | 41 | 67 | 3.6 | 3.600 | 6.100 | F | 0.1 | 0.060 | 4 |
| TETE | 952.700 | 119.750 | 2415 | 50 | 65 | 3.6 | 2.100 | 3.600 | F | 3.6 | 0.078 | ? |
| PERSEVERANCE | 952.550 | 119.970 | 2455 | 90 | 156 | 8.7 | 9.900 | 40.000 | 7.5 | 0.2 | 0.083 | ? |
| CHESERYS I | 953.200 | 119.350 | 2211 | 55 | 115 | 4.6 | 4.800 | 10.500 | F | 0.2 | 0.066 | 200 |
| CHESERYS II | 953.480 | 119.560 | 2175 | 41 | 60 | 3.6 | 2.100 | 3.400 | F | 0.5 | 0.078 | 350 |
| CHESERYS III | 953.400 | 119.650 | 2169 | 80 | 90 | 8.2 | 6.100 | 24.000 | F | 3.0 | 0.105 | ? |
| CHESERYS IV | 953.650 | 119.770 | 2135 | 65 | 100 | 6.2 | 4.000 | 12.000 | F | 1.0 | 0.098 | 240 |
| CHESERYS V et VI | 953.740 | 119.690 | 2133 | 56 | 86 | 4.3 | 2.400 | 4.900 | F | 4.3 | 0.092 | ? |
| REMJA d'EN BAS | 954.200 | 120.650 | 2060 | 23 | 76 | 1.1 | 550 | 300 | F | 0.1 | 0.047 | 150 |
| REMJA d'EN HAUT | 953.940 | 120.700 | 2162 | 47 | 69 | 5.8 | 2.900 | 8.100 | F | 0.2 | 0.108 | ? |

| Nom du Lac | X | Y | Z | La(m) | Lo(m) | Pr(m) | S(m ²) | V(m ³) | Tr(m) | Fl(m) | Cr | t.r.(j) |
|--|---------|---------|------|-------|-------|-------|--------------------|--------------------|-------|-------|-------|---------|
| TERRASSE d'EN HAUT | | | | | | | | | | | | |
| - nord | 951.910 | 126.030 | 2605 | 56 | 75 | 7.5 | 2.900 | 10.100 | 4.5 | 0.2 | 0.138 | 42 |
| - sud | 951.925 | 125.900 | 2615 | 48 | 56 | 4.5 | 1.900 | 4.100 | F | 0.1 | 0.103 | 40 |
| TERRASSE d'EN BAS | | | | | | | | | | | | |
| - nord | 951.650 | 125.880 | 2545 | 70 | 105 | 7.6 | 3.800 | 14.000 | 7.0 | 0.1 | 0.124 | 140 |
| - sud | 951.650 | 125.760 | 2545 | 27 | 84 | 2.9 | 1.200 | 1.680 | F | 0.2 | 0.084 | 35 |
| RET | 950.580 | 122.630 | 2320 | 25 | 80 | 2.8 | 1.750 | 2.100 | F | 0.1 | 0.067 | 12 |
| BLEU | 953.300 | 110.400 | 2299 | 55 | 105 | 7.8 | 4.300 | 16.500 | F | 0.4 | 0.120 | ? |
| ARMANCETTE | 943.050 | 100.300 | 1673 | 40 | 52 | 3.1 | 1.400 | 2.100 | F | 0.2 | 0.083 | 28 |
| JOVET, Grand | 941.700 | 093.600 | 2174 | 250 | 312 | 8.5 | 75.500 | 330.000 | F | 1.0 | 0.030 | 15 |
| JOVET, Petit | 942.000 | 094.100 | 2194 | 92 | 265 | 9.4 | 17.400 | 80.000 | F | 4.4 | 0.071 | ? |
| ROSELETTE | 938.180 | 096.230 | 1936 | 65 | 105 | 2.1 | 5.700 | 5.700 | F | 0.5 | 0.028 | 120 |
| SANS NOM | 937.650 | 095.860 | 2025 | 35 | 52 | 2.8 | 1.300 | 1.800 | F | 0.2 | 0.078 | 180 |
| LEUTAZ | 931.240 | 100.400 | 1315 | 43 | 94 | 2.1 | 2.200 | 2.200 | F | 0.3 | 0.045 | 7 |
| <u>Plans d'eau sans carte bathymétrique:</u> | | | | | | | | | | | | |
| PLAN DE LA CRY | 945.410 | 110.770 | 1435 | 15 | 35 | 0.5 | 400 | 100 | F | 0.5 | 0.025 | 1.5 |
| BELLACHAT | 947.850 | 112.200 | 2145 | 28 | 50 | 1.3 | 1.100 | 700 | F | 1.3 | 0.039 | ? |
| MOEDE nord | 945.820 | 117.550 | 1955 | 25 | 45 | 1.1 | 1.000 | 500 | F | 0.1 | 0.035 | ? |
| MOEDE sud | 945.880 | 117.430 | 1975 | 40 | 60 | 1.2 | 2.000 | 1.000 | F | 0.1 | 0.027 | ? |
| PERTUIS DE CLUSE | 946.920 | 116.530 | 1880 | 15 | 30 | 1.0 | 400 | 200 | F | 0.2 | 0.050 | ? |
| FOJE | 951.630 | 117.870 | 2355 | 20 | 20 | 0.5 | 300 | 70 | F | 0.5 | 0.029 | ? |
| AIGUILLES CROCHUES | 952.120 | 118.380 | 2235 | 15 | 20 | 1.5 | 240 | 160 | F | 1.0 | 0.098 | ? |
| AUBUY | 952.880 | 118.570 | 2171 | 25 | 48 | 1.8 | 1.100 | 1.000 | F | 1.8 | 0.054 | ? |
| SASSEY | 953.350 | 125.450 | 1954 | 70 | 110 | 1.0 | 4.000 | 2.000 | F | 0.8 | 0.016 | ? |
| TRE-LES-EAUX | 950.950 | 125.220 | 2235 | 50 | 120 | 0.5 | 400 | 300 | F | 0.1 | 0.025 | ? |
| CHATELET | 950.780 | 125.940 | 2355 | 10 | 25 | 0.6 | 200 | 50 | F | 0.1 | 0.043 | ? |
| BECHAT | 957.850 | 125.125 | 2220 | 25 | 40 | 0.2 | 750 | 75 | F | 0.1 | 0.007 | 15 |
| CHARAMILLOM | 958.900 | 123.025 | 2270 | 15 | 30 | 0.3 | 400 | 40 | F | 0.3 | 0.015 | ? |
| JOLY | 937.280 | 096.290 | 1965 | 27 | 50 | 3.1 | 1.050 | 1.500 | F | 0.2 | 0.093 | ? |

| Nom du lac | X | Y | Z | La(m) | Lo(m) | Pr(m) | S(m ²) | V(m ³) | Tr(m) | Fl(m) | Cr | t.r.(j) |
|------------|---------|---------|------|-------|-------|-------|--------------------|--------------------|-------|-------|-------|---------|
| VERTE | 938.100 | 095.480 | 2065 | 10 | 15 | 0.3 | 130 | 25 | F | 0.1 | 0.026 | ? |
| SION | 934.110 | 099.190 | 1715 | 6 | 15 | 0.5 | 50 | 12 | F | 0.1 | 0.071 | ? |
| VERY | 932.380 | 098.120 | 1865 | 8 | 18 | 0.3 | 110 | 150 | F | 0.1 | 0.028 | ? |
| CHEVAN | 930.210 | 098.850 | 1765 | 10 | 15 | 1.5 | 130 | 60 | F | 0.1 | 0.134 | ? |
| EVETTES | 928.580 | 099.960 | 1330 | 20 | 50 | 1.0 | 800 | 250 | F | 0.2 | 0.036 | ? |
| SALLES | 930.700 | 106.240 | 1615 | 25 | 30 | 1.0 | 550 | 200 | F | 0.5 | 0.042 | ? |

H A U T - F A U C I G N Y

| Nom du Lac | X | Y | Z | La(m) | Lo(m) | Pr(m) | S(m ²) | V(m ³) | Tr(m) | Fl(m) | Cr | t.r.(j) |
|--------------|---------|---------|------|-------|-------|-------|--------------------|--------------------|---------|-------|-------|---------|
| FLAINE | 935.700 | 120.460 | 1417 | 200 | 830 | 10.5 | 120.000 | 630.000 | 1.0-1.3 | 10 | 0.030 | 9 |
| VERNANT | 937.700 | 123.050 | 1838 | 160 | 220 | 9.3 | 28.800 | 130.200 | 3.0-5.5 | 0.1 | 0.055 | 150 |
| GERS | 939.900 | 123.500 | 1537 | 220 | 390 | 5.6 | 63.800 | 150.000 | 1.3-3.8 | 2.0 | 0.022 | 7 |
| PLATE BAS | 941.060 | 118.280 | 2135 | 45 | 100 | 2.4 | 2.600 | 2.900 | F | 0.1 | 0.047 | 30 |
| PLATE HAUT | 940.950 | 118.130 | 2138 | 65 | 70 | 1.2 | 3.200 | 1.700 | F | 0.1 | 0.021 | 8 |
| VERT | 942.250 | 115.150 | 1266 | 80 | 140 | 9.3 | 8.900 | 28.000 | F | 1.0 | 0.098 | 50 |
| FINS SOUDANS | 941.470 | 113.860 | 850 | 12 | 55 | 1.2 | 540 | 220 | F | 0.1 | 0.052 | 1 |
| BARBOLETS | 942.320 | 114.050 | 1015 | 16 | 35 | 1.8 | 430 | 400 | F | 0.1 | 0.087 | 2 |
| ANTERNE | 945.500 | 119.900 | 2061 | 430 | 650 | 13.2 | 116.000 | 760.000 | 2.5-4.5 | 0.1 | 0.039 | 90 |
| VOGALLE | 946.800 | 134.400 | 2001 | 190 | 520 | 5.1 | 71.000 | 235.000 | 1.0-1.5 | 5.0 | 0.019 | 60 |
| BUET SUD | 949.060 | 125.620 | 2543 | 55 | 170 | 1.5 | 7.700 | 5.900 | 0.3-1.0 | 0.7 | 0.017 | 6 |
| BUET NORD | 949.050 | 125.660 | 2542 | 40 | 120 | 2.2 | 3.300 | 4.000 | 0.3-1.0 | 2.2 | 0.038 | 8 |

Autres plans d'eau (sans carte bathymétrique):

| | | | | | | | | | | | | |
|--------------|---------|---------|------|----|-----|------|--------|---------|-----|-----|-------|----|
| PARCHET | 940.700 | 122.190 | 2000 | 38 | 42 | 2.3 | 1.250 | 1.300 | F | 0.6 | 0.065 | ? |
| GOUET | 943.680 | 115.720 | 1415 | 25 | 70 | 0.7 | 1.400 | 600 | F | 0.1 | 0.019 | 7 |
| CHAUX | 948.080 | 121.810 | 2310 | 15 | 30 | 1.6 | 350 | 230 | 1.5 | 0.6 | 0.087 | ? |
| CHEVAL BLANC | 950.500 | 127.630 | 2480 | 20 | 70 | 1.8 | 1.320 | 1.350 | 0.2 | 0.8 | 0.050 | 16 |
| CHAMBRES | 944.100 | 132.050 | 2085 | 80 | 400 | 18.0 | 25.000 | 200.000 | - | 18 | 0.114 | ? |
| SAGEROUX | 947.860 | 134.475 | 2235 | 80 | 120 | 0.4 | 6.000 | 2.000 | F | 0.4 | 0.005 | 12 |
| GRENIER | 948.300 | 125.620 | 2519 | 40 | 115 | 1.5 | 3.500 | 2.000 | F | 1.5 | 0.025 | 23 |
| VERDETS | 943.960 | 134.880 | 1865 | 25 | 155 | 4.5 | 2.800 | 7.700 | F | 4.5 | 0.085 | ? |
| GRAPPINS | 944.960 | 135.450 | 2099 | 25 | 45 | 0.4 | 900 | 300 | F | 0.4 | 0.013 | 7 |
| TROU | 946.730 | 135.020 | 2170 | 30 | 85 | 1.0 | 1.200 | 600 | F | 1.0 | 0.028 | 3 |

C H A B L A I S

| Nom du Lac | X | Y | Z | La(m) | Lo(m) | Pr(m) | S(m ²) | V(m ³) | Tr(m) | Fl(m) | Cr |
|--------------------|---------|---------|------|-------|-------|-------|--------------------|--------------------|-------|-------|-------|
| ARVOUIN | 944.300 | 155.820 | 1670 | 175 | 240 | 8.8 | 29.500 | 127.000 | 3.0 | 0.1 | 0.051 |
| TAVANEUSE | 937.900 | 146.650 | 1805 | 150 | 250 | 5.9 | 21.600 | 59.000 | f | 0.2 | 0.039 |
| LECHERE | 939.500 | 156.450 | 1348 | 150 | 550 | 1.0 | 46.400 | 14.000 | f | 0.8 | 0.005 |
| FONTAINE | 939.150 | 156.570 | 1330 | 50 | 210 | 3.1 | 4.800 | 7.200 | f | 0.5 | 0.045 |
| BISE | 940.700 | 157.250 | 1495 | 150 | 300 | 1.2 | 32.000 | 8.000 | f | 1.0 | 0.007 |
| NEUTEU | 940.500 | 159.350 | 1780 | 95 | 175 | 2.4 | 13.500 | 14.000 | f | 0.1 | 0.021 |
| CASE nord | 938.250 | 159.000 | 1750 | 100 | 115 | 1.5 | 7.200 | 300 | f | 0.1 | 0.018 |
| CASE sud | 938.240 | 158.930 | 1750 | 70 | 110 | 2.1 | 5.000 | 5.000 | f | 0.4 | 0.030 |
| DARBON | 939.400 | 158.800 | 1813 | 130 | 210 | 8.2 | 20.200 | 64.400 | 4.2 | 4.6 | 0.058 |
| BEUMAZ | 932.100 | 161.100 | 955 | 80 | 200 | 10.1 | 14.100 | 69.300 | 6.3 | 0.2 | 0.085 |
| NOIR MOTTAY | 931.910 | 160.980 | 955 | 60 | 120 | 6.2 | 5.100 | 12.800 | 5.0 | 0.2 | 0.087 |
| CREUX BOCHET | 931.700 | 160.830 | 935 | 64 | 64 | 5.3 | 3.500 | 8.800 | f | 4.0 | 0.090 |
| GRANDES GOUILLES | 931.580 | 160.860 | 935 | 35 | 115 | 5.1 | 3.500 | 8.000 | 4.0 | 3.5 | 0.086 |
| DOU | 927.460 | 159.280 | 850 | 48 | 50 | 8.9 | 1.500 | 6.600 | 5.0 | 0.8 | 0.231 |
| VOUA MOTTE | 920.350 | 157.050 | 587 | 75 | 125 | 9.2 | 7.100 | 28.000 | 3.0 | 1.5 | 0.109 |
| VOUA BEUDET | 920.900 | 157.300 | 589 | 75 | 250 | 3.9 | 13.300 | 21.200 | 1.0-f | 2.0 | 0.034 |
| VOUA BENIT | 921.200 | 157.350 | 590 | 65 | 155 | 5.1 | 10.900 | 23.300 | 2.4 | 1.5 | 0.049 |
| ORCIER | 919.650 | 153.830 | 665 | 19 | 28 | 4.5 | 450 | 1.450 | f | 0.1 | 0.212 |
| TRE-LE-MONT | 919.950 | 151.050 | 1340 | 30 | 102 | 1.7 | 2.550 | 2.000 | 1.5 | 0.1 | 0.034 |
| CHEZ-LE-MOINE nord | 918.540 | 146.620 | 935 | 36 | 49 | 2.0 | 1.250 | 1.000 | 1.0 | 0.5 | 0.057 |
| CHEZ-LE-MOINE sud | 918.500 | 146.500 | 945 | 44 | 52 | 9.3 | 1.850 | 8.300 | 2.2 | 0.3 | 0.216 |
| NOYER est | 916.420 | 141.530 | 975 | 35 | 52 | 3.6 | 1.500 | 2.700 | 2.0 | 1.0 | 0.093 |
| NOYER ouest | 916.330 | 141.450 | 975 | 40 | 85 | 6.6 | 2.050 | 5.100 | 1.6 | 0.5 | 0.146 |
| AVORIAZ | 943.000 | 141.500 | 1735 | 153 | 710 | 10.3 | 64.000 | 140.000 | 4.8 | . | 0.041 |
| MONTRIOND | 938.700 | 143.750 | 1055 | 300 | 1300 | 18.5 | 320.000 | 2.700.000 | 7.2 | 0.5 | 0.033 |

| Nom du Lac | X | Y | Z | La(m) | Lo(m) | Pr(m) | S(m ²) | V(m ³) | Tr(m) | Fl(m) | Cr |
|--------------------------------------|---------|---------|------|-------|-------|-------|--------------------|--------------------|-------|-------|-------|
| DAMOZ d'en Haut | 935.650 | 147.150 | 1665 | 50 | 200 | 1.9 | 8.600 | 2.000 | f | 0.1 | 0.020 |
| DAMOZ d'en Bas | 935.300 | 147.020 | 1609 | 66 | 115 | 2.7 | 4.800 | 6.300 | f | 0.2 | 0.039 |
| FOUYET | 935.160 | 149.540 | 1475 | 40 | 55 | 2.4 | 1.700 | 1.900 | f | 1.2 | 0.058 |
| CORNE | 936.370 | 149.075 | 1500 | 40 | 45 | 3.2 | 3.900 | 2.100 | 1.1 | 0.1 | 0.051 |
| PETETDZ | 927.960 | 141.450 | 1435 | 65 | 90 | 6.4 | 5.000 | 13.000 | 3.5 | 1.0 | 0.091 |
| VALLON | 925.700 | 143.800 | 1080 | 290 | 830 | 10.5 | 109.500 | 536.600 | 2.8 | 0.2 | 0.031 |
| ROY | 927.200 | 135.800 | 1665 | 160 | 320 | 10.5 | 36.000 | 165.000 | 5.5 | 0.2 | 0.055 |
| ANTHON | 921.700 | 134.750 | 680 | 75 | 290 | 3.8 | 14.400 | 23.000 | f | 1.5 | 0.032 |
| MORTILLON | 918.650 | 159.600 | 440 | 50 | 85 | 6.6 | 3.300 | 10.000 | 1.5 | 0.2 | 0.115 |
| Plans d'eau sans carte bathymétrique | | | | | | | | | | | |
| VOUERCA | 945.530 | 146.370 | 2000 | 20 | 48 | 1.3 | 850 | 400 | 0.5 | - | 0.014 |
| LINGA | 945.690 | 146.150 | 2050 | 18 | 47 | 1.2 | 650 | 350 | f | 0.1 | 0.015 |
| TORRENS | 944.460 | 150.030 | 1795 | 28 | 50 | 1.5 | 700 | 350 | f | 0.2 | 0.056 |
| PERTUIS | 941.550 | 151.030 | 1620 | 25 | 150 | 0.5 | 3.000 | 600 | - | 0.5 | 0.009 |
| CORNIENS | 940.300 | 162.900 | 1375 | 15 | 20 | 0.2 | 400 | 40 | - | 0.1 | 0.010 |
| JOUX | 939.890 | 160.730 | 1385 | 30 | 57 | 0.5 | 1.200 | 240 | - | 0.1 | 0.014 |
| TROIS-PERTUIS | 939.700 | 160.350 | 1460 | 33 | 43 | 0.2 | 1.100 | 100 | - | 0.2 | 0.006 |
| CHILLON | 939.060 | 157.450 | 1816 | 70 | 130 | 0.3 | 7.000 | 1.000 | - | 0.3 | 0.004 |
| CROZAT | 932.000 | 160.650 | 935 | 50 | 82 | 0.5 | 100 | - | - | - | - |
| BENANT | 933.980 | 162.170 | 1185 | 40 | 40 | 2.3 | 1.150 | 1.200 | f | 1.9 | 0.068 |
| OUI | 916.170 | 148.380 | 1075 | 30 | 40 | 2.3 | 950 | 1.000 | f | 0.3 | 0.075 |
| MIRIBEL | 919.030 | 143.530 | 1350 | 46 | 85 | 0.4 | 3.000 | 450 | - | 0.2 | 0.007 |
| NOIR VOUAN | 911.720 | 138.520 | 645 | 40 | 80 | 4.0 | 1.800 | 2.700 | 2.5 | 1.5 | 0.095 |
| BROCHAU | 943.270 | 142.280 | 1755 | 32 | 78 | 0.8 | 1.900 | 550 | - | 0.6 | 0.018 |
| GOUILLE ROSE | 941.570 | 145.800 | 1805 | 10 | 20 | 1.2 | 160 | 80 | - | 0.5 | 0.095 |
| IVORAY | 923.550 | 132.950 | 705 | 130 | 160 | 1.3 | 15.000 | 6.000 | f | 1.3 | 0.011 |
| NOIR THONON | 918.200 | 159.000 | 449 | 25 | 32 | 1.2 | 610 | 300 | 0.6 | 0.4 | 0.050 |

T A B L E Y

Physico-chimie des plans d'eau

Abréviations de la table Y : physico-chimie

| | | |
|--|---|---|
| T | = | température, en °C (s = en surface; f = au fond) |
| S | = | transparence Secchi (f = fond visible), en m. |
| k | = | conductibilité à 25°C, en $\mu\text{S}/\text{cm}$ |
| pH | = | acidité de l'eau à 25°C |
| TH | = | dureté totale, en °F |
| TAC | = | titre alcalin métrique complet, en °F |
| N_{NH_3} | = | azote ammoniacal, en mg/l |
| N_{NO_2} | = | azote nitreux, en mg/l |
| N_{NO_3} | = | azote nitrique, en mg/l |
| HCE | = | acide carbonique d'équilibre (mg/l de CO_2) |
| HCL | = | " " libre " |
| HCA | = | " " agressif " |
| pHE | = | pH d'équilibre |
| SiO_2 | = | silice, en mg/l |
| oxyd. | = | oxydabilité selon Kübel, en mg/l de KMnO_4 |
| C | = | carbone organique total, en mg/l |
| Ca, Mg, Sr, Na, K, Fe, Mn, Zn, Li, Cu, | = | symboles chimiques habituels, en mg/l |
| Cl | = | chlorures, en mg/l |
| SO_4 | = | sulfates, " |
| abs. | = | absorption à 254 nm, en m^{-1} |
| i.sat. | = | indice de saturation calculé, dpH. |
| f.i. | = | force ionique, en $\mu\text{mol}/\text{l}$ |

B O R N E S et A R A V I S

| Nom du lac | | Date | T | S | k | pH | TH | TAC | N _{NH3} | N _{NO2} | N _{NO3} | SiO ₂ | HCE |
|------------|---|----------|------|-----|-----|------|-------|-------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------|
| BENTT | s | 03.06.87 | 10.5 | 3.3 | 210 | 8.13 | 10.15 | 9.79 | - | - | 0.31 | 1.44 | 2.18 |
| | f | 03.06.87 | 6.0 | - | 256 | 7.32 | 13.60 | 13.97 | - | - | 0.16 | 7.56 | 5.59 |
| LESSY | s | 28.06.87 | 14.0 | 2.5 | 128 | 7.93 | 6.77 | 6.79 | - | - | - | 2.70 | - |
| | f | 28.06.87 | 6.0 | - | 168 | 7.73 | 8.90 | 8.81 | - | - | - | 3.10 | - |
| | e | 28.06.87 | 5.0 | - | 200 | 7.79 | 10.51 | 10.45 | - | - | - | 3.30 | - |
| PEYRE | | 31.10.87 | 5.0 | f | 160 | 8.29 | 8.51 | 8.15 | 0.044 | 0.006 | 0.24 | 0.50 | - |
| CONFINS | s | 27.05.87 | 12.0 | 3.8 | 302 | 8.01 | 16.63 | 16.66 | - | - | 0.16 | 1.10 | 10.08 |
| | f | 27.05.87 | 9.0 | - | 329 | 7.56 | 17.83 | 18.15 | - | - | 0.15 | 1.90 | 13.07 |
| CROT | | 27.05.87 | 5.0 | f | 290 | 7.98 | 13.02 | 12.55 | - | - | 0.35 | 1.80 | 3.56 |
| FOURS | | 31.10.87 | 6.5 | f | 9 | 6.72 | 0.19 | 0.46 | 0.018 | 0.003 | 0.03 | 0.70 | - |
| TARDEVANT | | 29.08.87 | 9.5 | 1.4 | 55 | 7.72 | 2.75 | 3.16 | 0.052 | 0.004 | 0.09 | 1.19 | - |
| CHARVIN | | 29.08.87 | 9.5 | f | 142 | 8.11 | 7.86 | 8.06 | 0.026 | 0.001 | 0.09 | 0.72 | - |
| ARCLOSAN | | 18.08.90 | 29.0 | f | 193 | 8.84 | 9.28 | 8.35 | 0.099 | 0.001 | 0.08 | 1.45 | - |

NB.- Pour le lac de Lessy, "e" signifie entonnoir.
 Pour le lac d'Arclosan, la turbidité vaut 3,60;
 Sr = 0.17; Li = 0.001; Cu = 0.003; Zn = 0.006

| TH | TAC | N _{NH3} | N _{NO2} | N _{NO3} | SiO ₂ | HCE | HCL | HCA | pHe | Oxyd. | C | Ca | Mg | Na | K | Fe |
|-------|-------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------|-------|-------|------|-------|-------|------|-----|------|------|------|
| 10.15 | 9.79 | - | - | 0.31 | 1.44 | 2.18 | 1.69 | 0 | 8.02 | 3.0 | 1.35 | 36.0 | 2.9 | 0.48 | 0.25 | 0.07 |
| 13.60 | 13.97 | - | - | 0.16 | 7.56 | 5.59 | 17.29 | 11.70 | 7.81 | 6.6 | 1.92 | 49.0 | 3.3 | 0.79 | 0.40 | 1.03 |
| 6.77 | 6.79 | - | - | - | 2.70 | - | - | - | - | - | - | 26.7 | 0.7 | 0.07 | 0.15 | - |
| 8.90 | 8.81 | - | - | - | 3.10 | - | - | - | - | - | - | 35.1 | 1.0 | 0.13 | 0.18 | - |
| 10.51 | 10.45 | - | - | - | 3.30 | - | - | - | - | - | - | 40.5 | 1.1 | 0.11 | 0.12 | - |
| 8.51 | 8.15 | 0.044 | 0.006 | 0.24 | 0.50 | - | - | - | - | 7.3 | 1.95 | 31.5 | 0.8 | 0.12 | 0.41 | 0.11 |
| 16.63 | 16.66 | - | - | 0.16 | 1.10 | 10.08 | 3.65 | 0 | 7.57 | 4.1 | 1.54 | 60.4 | 2.2 | 1.20 | 0.49 | 0.11 |
| 17.83 | 18.15 | - | - | 0.15 | 1.90 | 13.07 | 11.96 | 0 | 7.52 | 5.3 | 1.95 | 69.1 | 1.5 | 1.30 | 0.50 | 0.11 |
| 13.02 | 12.55 | - | - | 0.35 | 1.80 | 3.56 | 3.48 | 0 | 7.97 | 3.0 | 1.22 | 39.0 | 8.0 | 0.33 | 0.50 | 0.17 |
| 0.19 | 0.46 | 0.018 | 0.003 | 0.03 | 0.70 | - | - | - | - | 7.2 | 1.64 | 0.7 | 0 | 0 | 0.23 | 0.15 |
| 2.75 | 3.16 | 0.052 | 0.004 | 0.09 | 1.19 | - | - | - | - | 3.5 | 0.75 | 10.6 | 0.2 | - | - | 0.11 |
| 7.86 | 8.06 | 0.026 | 0.001 | 0.09 | 0.72 | - | - | - | - | 4.1 | 1.14 | 30.5 | 0.5 | - | - | 0.13 |
| 9.28 | 8.35 | 0.099 | 0.001 | 0.08 | 1.45 | - | - | - | - | 56.0 | 13.03 | 34.1 | 0.7 | 1.74 | 1.43 | 0.27 |

ie entonnoir.
 ité vaut 3,60;
 3; Zn = 0.008

| | pHe | Oxyd. | C | Ca | Mg | Na | K | Fe | Mn | Cl | SO ₄ | i.sat. | abs. | f.i. |
|----|------|-------|-------|------|-----|------|------|-------|-------|-----|-----------------|--------|------|------|
| | 8.02 | 3.0 | 1.35 | 36.0 | 2.9 | 0.48 | 0.25 | 0.078 | - | 0.9 | 4.6 | 0.11 | 1.80 | 3.15 |
| 70 | 7.81 | 6.6 | 1.92 | 49.0 | 3.3 | 0.79 | 0.40 | 1.280 | - | 0.6 | 3.4 | 0.49 | 2.62 | 4.22 |
| | - | - | - | 26.7 | 0.7 | 0.07 | 0.15 | - | - | 0.4 | 19.1 | - | - | 2.50 |
| | - | - | - | 35.1 | 1.0 | 0.13 | 0.18 | - | - | 0 | 3.5 | - | - | 2.79 |
| | - | - | - | 40.5 | 1.1 | 0.11 | 0.12 | - | - | 0.5 | 0 | - | - | 3.17 |
| | - | 7.3 | 1.95 | 31.5 | 0.8 | 0.12 | 0.41 | 0.119 | 0.004 | 0.2 | 5.7 | - | - | - |
| | 7.57 | 4.1 | 1.54 | 60.4 | 2.2 | 1.20 | 0.49 | 0.109 | - | 2.1 | 4.1 | 0.44 | - | 5.01 |
| | 7.52 | 5.3 | 1.95 | 69.1 | 1.5 | 1.30 | 0.50 | 0.169 | - | 2.3 | 3.4 | 0.04 | - | 5.53 |
| | 7.97 | 3.0 | 1.22 | 39.0 | 8.0 | 0.33 | 0.50 | 0.076 | - | 0.8 | 9.1 | 0.01 | - | 4.09 |
| | - | 7.2 | 1.64 | 0.7 | 0 | 0 | 0.23 | 0.062 | 0.003 | 0.5 | 0 | - | - | - |
| | - | 3.5 | 0.75 | 10.6 | 0.2 | - | - | 0.103 | 0.003 | 0.5 | 4.4 | - | - | - |
| | - | 4.1 | 1.14 | 30.5 | 0.5 | - | - | 0.051 | 0.002 | 0.5 | 1.6 | - | - | - |
| | - | 56.0 | 13.03 | 34.1 | 0.7 | 1.74 | 1.43 | 0.975 | 0.108 | 5.1 | 2.1 | - | - | 2.78 |

MONT-BLANC et AIGUILLES ROUGES

| Non du Lac | | Date | T | S | k | pH | TH | TAC | N _{NH3} | N _{NO2} | N _{NO3} | SiO ₂ |
|---------------|---|----------|------|------|-----|------|------|------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| PORMENAZ | s | 30.08.87 | 16.0 | f | 15 | 7.73 | 0.53 | 0.94 | 0.023 | 0.002 | 0.07 | 0.51 |
| | f | 30.08.87 | 10.0 | - | 17 | 6.42 | 0.53 | 1.70 | 0.033 | 0.002 | 0.04 | 1.36 |
| LACUCHET POR. | | 09.07.90 | 12.5 | f | 12 | 6.88 | 0.42 | 0.61 | 0.030 | 0.001 | 0.02 | 0.56 |
| OUBLI | | 30.08.87 | 12.5 | f | 26 | 7.11 | 0.74 | 0.89 | 0.018 | 0.006 | 0.47 | 1.11 |
| NOIR AIG. | | 10.06.87 | 11.0 | f | 22 | 6.80 | 0.21 | 0.78 | - | - | 0.03 | 2.11 |
| AIGUILLETTE | | 07.08.89 | 15.5 | f | 66 | 7.28 | 1.39 | 1.20 | 0.012 | 0.001 | 0.03 | - |
| BREVENT | s | 30.09.89 | 12.0 | 5.1 | 16 | 8.12 | 0.48 | 0.81 | 0.008 | 0.001 | 0.02 | 0.45 |
| | f | 30.09.89 | 7.5 | - | 37 | 7.31 | 1.49 | 1.98 | 0.194 | 0.002 | 0.02 | 1.74 |
| CREUX-MARM. | | 07.08.89 | 15.5 | f | 37 | 7.55 | 0.29 | 0.57 | 0.014 | 0.001 | 0.03 | - |
| FLEGERE | | 21.06.90 | 3.5 | f | 127 | 6.68 | - | 0.46 | 0.013 | 0 | 0.08 | 0.66 |
| CORNU | s | 18.09.88 | 8.0 | 12.2 | 9 | 5.90 | 0.14 | 0.30 | 0.018 | 0.001 | 0.12 | 0.29 |
| | f | 18.09.88 | 7.0 | - | 12 | 5.90 | 0.14 | 0.30 | 0.014 | 0.001 | 0.10 | 0.27 |
| PETIT CORNU | | 16.09.90 | 12.5 | 4.6 | 11 | 7.29 | 0.29 | 0.54 | 0.007 | 0 | 0.07 | 1.30 |
| NOIR HAUT | | 18.09.88 | 5.0 | f | 10 | 8.92 | 0.20 | 0.35 | 0.014 | 0.001 | 0.11 | 0.24 |
| NOIR BAS | s | 18.09.88 | 8.0 | 12.2 | 4 | 6.34 | 0.12 | 0.28 | 0.023 | 0.001 | 0.08 | 0.30 |
| | f | 18.09.88 | 7.0 | - | 5 | 6.15 | 0.10 | 0.28 | 0.012 | 0.001 | 0.18 | 0.21 |
| BLANC HAUT | | 17.09.89 | 7.5 | 4.0 | 13 | 7.18 | 0.35 | - | 0.011 | 0.002 | 0.13 | 0.67 |
| BLANC BAS | | 17.09.89 | 9.0 | f | 15 | 7.27 | 0.53 | - | 0.012 | 0.002 | 0.14 | 0.70 |
| PERSEVERANCE | s | 17.09.89 | 3.0 | 5.5 | 20 | 6.55 | 0.05 | - | 0.018 | 0.001 | 0.18 | 0.49 |
| | f | 11.10.91 | 5.0 | 7.5 | 72 | 6.79 | 0.24 | 0.37 | 0.007 | 0.001 | 0.14 | 0.63 |

LES ROUGES

| S | k | pH | TH | TAC | N _{NH3} | N _{NO2} | N _{NO3} | SiO ₂ | Oxyd. | C | Ca | Mg | Sr | Na | K | Fe | Mn |
|-----|-----|------|------|------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------|------|-----|-----|------|------|-------|-------|-------|
| f | 15 | 7.73 | 0.53 | 0.94 | 0.023 | 0.002 | 0.07 | 0.80 | 4.4 | 1.52 | 1.8 | 0.4 | - | - | - | 0.026 | 0.006 |
| - | 17 | 6.42 | 0.53 | 1.70 | 0.033 | 0.002 | 0.04 | 1.36 | 3.4 | 1.24 | 1.9 | 0.6 | - | - | - | 0.181 | 0.053 |
| f | 12 | 6.88 | 0.42 | 0.61 | 0.030 | 0.001 | 0.02 | 0.86 | 7.8 | 2.10 | 1.0 | 0.4 | 0.01 | 0.25 | 0.03 | 0.095 | 0.006 |
| f | 26 | 7.11 | 0.74 | 0.89 | 0.018 | 0.006 | 0.47 | 1.21 | 10.9 | 2.29 | 2.1 | 0.6 | - | - | - | 0.047 | 0.008 |
| f | 22 | 6.80 | 0.21 | 0.78 | - | - | 0.03 | 2.21 | 15.0 | 3.83 | 0.7 | 0.3 | - | 0.68 | 32.60 | 0.069 | - |
| f | 66 | 7.28 | 1.39 | 1.20 | 0.012 | 0.001 | 0.03 | - | 3.5 | 1.13 | 3.7 | 1.2 | 0.01 | 0.63 | 0.27 | 0.028 | 0.005 |
| 5.1 | 16 | 8.12 | 0.48 | 0.81 | 0.008 | 0.001 | 0.02 | 0.40 | 4.4 | 1.48 | 2.0 | 0.4 | 0.01 | 0.19 | 0.14 | 0.099 | 0.010 |
| - | 37 | 7.31 | 1.49 | 1.98 | 0.194 | 0.002 | 0.02 | 1.74 | 5.4 | 1.66 | 6.1 | 0.3 | 0.01 | 0.19 | 0.19 | 0.575 | 0.170 |
| f | 37 | 7.55 | 0.29 | 0.57 | 0.014 | 0.001 | 0.03 | - | 5.3 | 1.79 | 1.2 | 0.6 | 0 | 0.24 | 0.17 | 0.027 | 0.008 |
| f | 127 | 6.68 | - | 0.46 | 0.013 | 0 | 0.08 | 0.66 | 2.3 | 0.74 | 0.7 | 0.1 | 0.01 | 0.09 | 0.05 | 0.036 | 0.009 |
| 2.2 | 9 | 5.90 | 0.14 | 0.30 | 0.018 | 0.001 | 0.12 | 0.29 | 1.0 | 2.30 | 0.3 | 0 | - | 0 | 0 | 0.015 | 0 |
| - | 12 | 5.90 | 0.14 | 0.30 | 0.014 | 0.001 | 0.10 | 0.27 | 1.7 | 0.38 | 0.1 | 0 | - | 0 | 0 | 0.010 | 0 |
| 4.6 | 11 | 7.29 | 0.29 | 0.54 | 0.007 | 0 | 0.07 | 1.30 | 8.3 | 0.64 | 1.0 | 0.1 | 0 | 0.06 | 0.15 | 0.061 | 0.008 |
| f | 10 | 8.92 | 0.20 | 0.35 | 0.014 | 0.001 | 0.11 | 0.24 | 2.2 | 0.59 | 0.4 | 0 | - | 0.02 | 0 | 0.010 | 0.001 |
| 2.2 | 4 | 6.34 | 0.12 | 0.28 | 0.023 | 0.001 | 0.08 | 0.30 | 2.3 | 0.53 | 0.1 | 0 | - | 0 | 0 | 0.026 | 0.001 |
| - | 5 | 6.15 | 0.10 | 0.28 | 0.012 | 0.001 | 0.18 | 0.21 | 1.3 | 0.63 | 0 | 0 | - | 0 | 0 | 0.012 | 0.007 |
| 4.0 | 13 | 7.18 | 0.35 | - | 0.011 | 0.002 | 0.13 | 0.67 | 0.8 | 0.36 | 1.4 | 0 | - | 0.03 | 0.06 | 0.070 | 0.005 |
| f | 15 | 7.27 | 0.53 | - | 0.012 | 0.002 | 0.14 | 0.70 | 0.9 | 0.36 | 2.1 | 0 | - | 0.07 | 0.07 | 0.092 | 0.005 |
| 5.5 | 20 | 6.55 | 0.05 | - | 0.018 | 0.001 | 0.18 | 0.49 | 0.7 | 0.33 | 0.2 | 0 | - | 0.07 | 0.04 | 0.022 | 0.004 |
| 7.5 | 72 | 6.79 | 0.24 | 0.37 | 0.007 | 0.001 | 0.14 | 0.63 | 2.3 | 0.28 | 0.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | - |

| Mg | Sr | Na | K | Fe | Mn | Cl | SO ₄ | f.i. |
|-----|------|------|-------|-------|-------|------|-----------------|------|
| 0.4 | - | - | - | 0.026 | 0.006 | 0.1 | 1.2 | - |
| 0.6 | - | - | - | 0.181 | 0.053 | 0.5 | 1.1 | - |
| 0.4 | 0.01 | 0.25 | 0.03 | 0.095 | 0.006 | 0 | 0 | 0.15 |
| 0.6 | - | - | - | 0.047 | 0.008 | 1.3 | 1.6 | - |
| 0.3 | - | 0.68 | 32.60 | 0.069 | - | 33.1 | 3.0 | 1.10 |
| 1.2 | 0.01 | 0.63 | 0.27 | 0.028 | 0.005 | 0.5 | 7.4 | 0.59 |
| 0.4 | 0.01 | 0.19 | 0.14 | 0.099 | 0.010 | 0.4 | 4.9 | - |
| 0.3 | 0.01 | 0.19 | 0.19 | 0.575 | 0.170 | 0 | 1.1 | - |
| 0.6 | 0 | 0.24 | 0.17 | 0.027 | 0.008 | 0.5 | 0 | 0.18 |
| 0.1 | 0.01 | 0.09 | 0.05 | 0.036 | 0.009 | 0.5 | 0 | 0.07 |
| 0 | - | 0 | 0 | 0.015 | 0 | 0 | 0 | - |
| 0 | - | 0 | 0 | 0.010 | 0 | 0.6 | 0 | - |
| 0.1 | 0 | 0.06 | 0.15 | 0.061 | 0.008 | 0.5 | 1.9 | - |
| 0 | - | 0.02 | 0 | 0.010 | 0.001 | 0.5 | 0 | - |
| 0 | - | 0 | 0 | 0.026 | 0.001 | 0.6 | 0.7 | - |
| 0 | - | 0 | 0 | 0.012 | 0.007 | 0.5 | 0 | - |
| 0 | - | 0.03 | 0.06 | 0.070 | 0.005 | 0 | 1.2 | - |
| 0 | - | 0.07 | 0.07 | 0.092 | 0.005 | 0 | 1.4 | - |
| 0 | - | 0.07 | 0.04 | 0.022 | 0.004 | 0 | 1.2 | - |
| 0 | 0 | 0 | 0 | - | - | 0 | 1.3 | - |

| Nom du Lac | | Date | T | S | k | pH | TH | TAC | N _{NH3} | N _{NO2} | N _{NO3} | SiO ₂ | Oxyd. |
|-------------|---|----------|------|-----|-----|------|-------|-------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------|
| CHESERY | 1 | 03.09.89 | 10.0 | f | 6 | 6.62 | 0.18 | 0.59 | 0.007 | 0.001 | 0.08 | 0.76 | 4.6 |
| | 2 | 20.08.89 | 16.5 | f | 15 | 7.24 | 0.24 | 0.53 | 0.010 | 0 | 0.03 | 0.41 | 2.8 |
| | 3 | 20.08.89 | 15.5 | f | 6 | 6.55 | 0.03 | 0.53 | 0.019 | 0 | 0.07 | 0.52 | 1.9 |
| | 4 | 20.08.89 | 16.0 | f | 13 | 6.93 | 0.25 | 0.57 | 0.011 | 0.001 | 0.06 | 1.03 | 1.3 |
| REMYA HAUT | | 03.09.89 | 10.5 | f | 8 | 7.14 | 0.26 | 0.74 | 0.010 | 0.001 | 0.11 | 0.73 | 2.7 |
| REMYA BAS | | 30.08.90 | 16.0 | f | 6 | 6.35 | 0.13 | 0.12 | 0.018 | 0.001 | 0.10 | 0.77 | 19.0 |
| RET | | 28.10.89 | 6.5 | f | 50 | 7.71 | 1.79 | 1.86 | 0.032 | 0 | 0.19 | 1.90 | 1.3 |
| TERR.N.HAUT | s | 27.09.87 | 6.0 | 4.5 | 5 | 6.44 | 0 | 0.56 | 0.044 | 0.002 | 0.08 | 0.50 | 1.0 |
| | f | 27.09.87 | 6.0 | - | 5 | 6.17 | 0 | 0.55 | 0.039 | 0.002 | 0.08 | 0.50 | 0.4 |
| TERR.S.HAUT | s | 27.09.87 | 4.0 | 3.6 | 4 | 5.94 | 0 | 0.63 | 0.049 | 0.002 | 0.07 | 0.04 | 1.0 |
| TERR.N.BAS | s | 27.09.87 | 8.5 | 5.0 | 5 | 6.25 | 0 | 0.64 | 0.038 | 0.001 | 0.03 | 0.30 | 1.4 |
| | f | 27.09.87 | 7.3 | - | 5 | 6.30 | 0 | 0.61 | 0.035 | 0.001 | 0.03 | 0.03 | 1.6 |
| TERR.S.BAS | s | 27.09.87 | 6.0 | f | 4 | 5.66 | 0 | 0.47 | 0.047 | 0.001 | 0.07 | 0.02 | 1.4 |
| BLEU | s | 25.09.87 | 5.5 | f | 20 | 6.90 | 0.61 | 0.77 | 0.028 | 0.002 | 0.24 | 3.00 | 1.2 |
| | f | 25.09.87 | 5.5 | - | 20 | 6.93 | 0.57 | 0.82 | 0.030 | 0.002 | 0.25 | 3.00 | 1.5 |
| ARMANCETTE | | 25.09.87 | 13.0 | f | 30 | 7.09 | 1.05 | 1.43 | 0.030 | 0.001 | 0.03 | 4.30 | 6.8 |
| GD. JOVET | s | 03.08.87 | 7.0 | f | 56 | 7.68 | 1.66 | 1.99 | 0.018 | 0.001 | 0.16 | 3.63 | 1.2 |
| | f | 03.08.87 | 6.0 | - | 40 | 7.62 | 1.61 | 1.98 | 0.016 | 0 | 0.14 | 3.4 | 1.1 |
| PT. JOVET | s | 03.08.87 | 7.5 | f | 50 | 7.60 | 2.00 | 2.38 | 0.018 | 0 | 0.15 | 2.96 | 1.6 |
| | | 03.08.87 | 6.0 | - | 58 | 7.70 | 2.28 | 2.69 | 0.014 | 0 | 0.13 | 3.49 | 0.8 |
| ROSELETTE | | 02.08.87 | 16.5 | f | 14 | 7.90 | 0.40 | 0.49 | 0.014 | 0.001 | 0.04 | 0.67 | 6.1 |
| SANS NOM | | 02.08.87 | 9.5 | f | 7 | 7.25 | 0.18 | 0.64 | 0.017 | 0.001 | 0.04 | 0.93 | 2.3 |
| JOLY | | 02.08.87 | 14.5 | 1.1 | 35 | 7.55 | 1.43 | 1.95 | 0.018 | 0.005 | 0.07 | 1.96 | 7.8 |
| LEUTAZ | | 22.08.87 | 15.5 | 1.1 | 246 | 7.48 | 18.49 | 15.07 | 0.014 | 0.002 | 0.25 | 3.88 | 3.4 |

| | | | |
|--|----------------|-------------------------|---------|
| | Ca.- Turbidité | Lac Aiguillette | : 0.39 |
| | | Creux-aux-Marmottes | : 0.40 |
| | | Lac Blanc d'en Haut | : 1.20 |
| | | Lac Blanc d'en Bas | : 1.25 |
| | | Lac de la Persévérance: | 0.69 |
| | Cu | Lac Aiguillette | : 0.001 |
| | | Lac du Brévent s | : 0.002 |
| | | Lac du Brévent f | : 0.000 |
| | | Creux-aux-Marmottes | : 0.003 |
| | | Remua d'en Bas | : 0.00 |
| | | Petit lac Cornu | : 0.001 |
| | Li | Petit lac Cornu | : 0.00 |
| | | Remua d'en Bas | : 0.00 |

| S | k | pH | TH | TAC | N _{NH3} | N _{NO2} | N _{NO3} | SiO ₂ | Oxyd. | C | Ca | Mg | Sr | Na | K | Fe | Mn |
|----|-----|------|-------|-------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------|------|------|-----|------|------|------|-------|------|
| f | 6 | 6.62 | 0.18 | 0.59 | 0.007 | 0.001 | 0.08 | 0.76 | 4.6 | 1.29 | 1.8 | 0.2 | - | 0.07 | 0.11 | - | - |
| f | 15 | 7.24 | 0.24 | 0.53 | 0.010 | 0 | 0.03 | 0.41 | 2.8 | 1.08 | 0.8 | 0.1 | 0.01 | 0.00 | 0.05 | 0.014 | 0.00 |
| f | 6 | 6.55 | 0.03 | 0.53 | 0.019 | 0 | 0.07 | 0.52 | 1.9 | 0.87 | 0.1 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.18 | 0.010 | 0.00 |
| f | 13 | 6.93 | 0.25 | 0.57 | 0.011 | 0.001 | 0.06 | 1.03 | 1.3 | 0.72 | 0.5 | 0.1 | 0.00 | 0.00 | 0.09 | 0.011 | 0.00 |
| f | 8 | 7.14 | 0.26 | 0.74 | 0.010 | 0.001 | 0.11 | 0.73 | 2.7 | 0.72 | 1.1 | 0.1 | - | 0.07 | 0.06 | - | - |
| f | 6 | 6.35 | 0.13 | 0.12 | 0.018 | 0.001 | 0.10 | 0.77 | 19.0 | 7.27 | 0.9 | 0.2 | 0 | 0.03 | 0.05 | 0.054 | 0.01 |
| f | 50 | 7.71 | 1.79 | 1.86 | 0.032 | 0 | 0.19 | 1.90 | 1.3 | 0.38 | 6.0 | 0.8 | 0.03 | 0.44 | 0.14 | 0.018 | 0.00 |
| .5 | 5 | 6.44 | 0 | 0.56 | 0.044 | 0.002 | 0.08 | 0.50 | 1.0 | 0.27 | 0.3 | 0 | - | 0.05 | 0.04 | 0.021 | 0.00 |
| - | 5 | 6.17 | 0 | 0.55 | 0.039 | 0.002 | 0.08 | 0.50 | 0.4 | 0.52 | 0.2 | 0 | - | 0.06 | 0.03 | 0.018 | 0.00 |
| .6 | 4 | 5.94 | 0 | 0.63 | 0.049 | 0.002 | 0.07 | 0.04 | 1.0 | 0.56 | 0.1 | 0 | - | 0.03 | 0.03 | 0.040 | 0.00 |
| .0 | 5 | 6.25 | 0 | 0.64 | 0.038 | 0.001 | 0.03 | 0.30 | 1.4 | 0.68 | 0.5 | 0 | - | 0.05 | 0.02 | 0.025 | 0.00 |
| - | 5 | 6.30 | 0 | 0.61 | 0.035 | 0.001 | 0.03 | 0.03 | 1.6 | 0.66 | 0.7 | 0.1 | - | 0.04 | 0.03 | 0.017 | 0.00 |
| f | 4 | 5.66 | 0 | 0.47 | 0.047 | 0.001 | 0.07 | 0.02 | 1.4 | 0.64 | 0.3 | 0 | - | 0.04 | 0.02 | 0.012 | 0.00 |
| f | 20 | 6.90 | 0.61 | 0.77 | 0.028 | 0.002 | 0.24 | 3.00 | 1.2 | 0.35 | 3.0 | 0.2 | - | 0.57 | 0.67 | 0.011 | 0.00 |
| - | 20 | 6.93 | 0.57 | 0.82 | 0.030 | 0.002 | 0.25 | 3.00 | 1.5 | 0.42 | 2.4 | 0.1 | - | 0.57 | 0.69 | 0.012 | 0.00 |
| f | 30 | 7.09 | 1.05 | 1.43 | 0.030 | 0.001 | 0.03 | 4.30 | 6.8 | 1.94 | 4.3 | 0.2 | - | 0.90 | 0.24 | 0.173 | 0.00 |
| f | 56 | 7.68 | 1.66 | 1.99 | 0.018 | 0.001 | 0.16 | 3.63 | 1.2 | 0.55 | 5.7 | 0.6 | - | - | - | 0.004 | 0.00 |
| - | 40 | 7.62 | 1.61 | 1.98 | 0.016 | 0 | 0.14 | 3.4 | 1.1 | 0.62 | - | - | - | - | - | 0.003 | 0.00 |
| f | 50 | 7.60 | 2.00 | 2.38 | 0.018 | 0 | 0.15 | 2.96 | 1.6 | 1.14 | 6.7 | 0.8 | - | - | - | 0.006 | 0.00 |
| - | 58 | 7.70 | 2.28 | 2.69 | 0.014 | 0 | 0.13 | 3.49 | 0.8 | 0.42 | 7.4 | 1.0 | - | - | - | 0.007 | 0.00 |
| f | 14 | 7.90 | 0.40 | 0.49 | 0.014 | 0.001 | 0.04 | 0.67 | 6.1 | 2.36 | - | - | - | - | - | 0.053 | 0.01 |
| f | 7 | 7.25 | 0.18 | 0.64 | 0.017 | 0.001 | 0.04 | 0.93 | 2.3 | 0.73 | - | - | - | - | - | 0.150 | 0.01 |
| .1 | 35 | 7.55 | 1.43 | 1.95 | 0.018 | 0.005 | 0.07 | 1.96 | 7.8 | 2.26 | - | - | - | - | - | 0.173 | 0.02 |
| .1 | 246 | 7.48 | 18.49 | 15.07 | 0.014 | 0.002 | 0.25 | 3.88 | 3.4 | 1.74 | 59.2 | 9.0 | - | - | - | 0.064 | 0.01 |

Aiguillette : 0.39
 aux-aux-Marmottes : 0.40
 Blanc d'en Haut : 1.20
 Blanc d'en Bas : 1.25
 de la Persévérance: 0.69
 Aiguillette : 0.001
 du Brévent : 0.002
 du Brévent : 0.000
 aux-aux-Marmottes : 0.003
 d'en Bas : 0.00
 Petit lac Cornu : 0.001
 Petit lac Cornu : 1.00
 d'en Bas : 1.00

Zn
 Petit lac Cornu : 0.00
 Laouchet de Porménaz : 0.052
 Remua d'en Bas : 0.00

Pour le lac Noir des Houches : l'acide carb. d'éq
 " " libr
 " " agre
 le pH d'équilibre
 l'indice de satura
 Pour le lac de la Remua d'en Haut: le pH d'équilibre
 Pour le lac des Chésery 1 : le pH d'équilibre
 Pour le lacouchet de Porménaz : l'indice de satura
 l'acide carbonique

| Mg | Sr | Na | K | Fe | Mn | Cl | SO ₄ | abs. | f.i. |
|-----|------|------|------|-------|-------|------|-----------------|------|------|
| 0.2 | - | 0.07 | 0.11 | - | - | 0.5 | 0 | - | 0.18 |
| 0.1 | 0.01 | 0.00 | 0.05 | 0.014 | 0.008 | 0.5 | 0 | 1.19 | - |
| 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.18 | 0.010 | 0.006 | 0.5 | 1.0 | 1.18 | - |
| 0.1 | 0.00 | 0.00 | 0.09 | 0.011 | 0.004 | 0 | 0 | 0.81 | - |
| 0.1 | - | 0.07 | 0.06 | - | - | 0.4 | 1.6 | - | 0.18 |
| 0.2 | 0 | 0.03 | 0.05 | 0.054 | 0.010 | 0.4 | 0 | - | - |
| 0.8 | 0.03 | 0.44 | 0.14 | 0.018 | 0.003 | - | 3.6 | - | - |
| 0 | - | 0.05 | 0.04 | 0.021 | 0.004 | 0.4 | 0 | - | - |
| 0 | - | 0.06 | 0.03 | 0.018 | 0.004 | 0.6 | 0 | - | - |
| 0 | - | 0.03 | 0.03 | 0.040 | 0.006 | 0.6 | 0 | - | - |
| 0 | - | 0.05 | 0.02 | 0.025 | 0.003 | 0.4 | 0 | - | - |
| 0.1 | - | 0.04 | 0.03 | 0.017 | 0.002 | 0.5 | 0 | - | - |
| 0 | - | 0.04 | 0.02 | 0.012 | 0.005 | 0.5 | 0 | - | - |
| 0.2 | - | 0.57 | 0.67 | 0.011 | 0.001 | 0.4 | 4.9 | - | - |
| 0.1 | - | 0.57 | 0.69 | 0.012 | 0.001 | 0.5 | 4.1 | - | - |
| 0.2 | - | 0.90 | 0.24 | 0.173 | 0.005 | 0.6 | 4.6 | - | - |
| 0.6 | - | - | - | 0.004 | 0.002 | 1.3 | 22.5 | - | - |
| - | - | - | - | 0.003 | 0.002 | 0.5 | 2.6 | - | - |
| 0.8 | - | - | - | 0.006 | 0.002 | 0.6 | 2.7 | - | - |
| 1.0 | - | - | - | 0.007 | 0.003 | 2.6 | 2.9 | - | - |
| - | - | - | - | 0.053 | 0.016 | 11.1 | 0 | - | - |
| - | - | - | - | 0.150 | 0.011 | 0.8 | 3.0 | - | - |
| - | - | - | - | 0.173 | 0.022 | 0.6 | 20.7 | - | - |
| 9.0 | - | - | - | 0.064 | 0.019 | 0 | 16.5 | - | - |

Zn Petit lac Cornu : 0.00
 Laouchet de Porménaz : 0.052
 Remua d'en Bas : 0.00

Noir des Houches : l'acide carb. d'équil. vaut 0.00
 " " libre " 2.09
 " " agressif " 2.09
 le pH d'équilibre " 10.86
 l'indice de saturation " -4.06

de la Remua d'en Haut: le pH d'équilibre vaut 10.71

des Chésery 1 : le pH d'équilibre vaut 10.66

Laouchet de Porménaz : l'indice de saturation vaut -3.99
 l'acide carbonique libre vaut 1.14 mg/l CO₂

H A U T - F A U C I G N Y

| Nom du lac | | Date | T | S | k | pH | TH | TAC | N _{NH3} | N _{NO2} | N _{NO3} | S |
|--------------|---|----------|------|-----|-----|------|-------|-------|------------------|------------------|------------------|---|
| FLAINE | s | 29.06.87 | 13.0 | 1.3 | 90 | 9.08 | 4.46 | 4.71 | - | - | - | |
| | f | 29.06.87 | 7.0 | - | 138 | 7.83 | 6.80 | 6.81 | - | - | - | |
| VERNANT | s | 29.06.87 | 7.5 | 3.0 | 50 | 7.50 | 2.33 | 2.68 | - | - | - | |
| | f | 29.06.87 | 5.0 | - | 52 | 7.40 | 2.61 | 2.67 | - | - | - | |
| | f | 13.10.83 | 8.5 | 5.5 | 72 | 7.06 | - | - | - | - | 0.33 | |
| GERS | s | 11.06.87 | 6.0 | 1.3 | 122 | 7.54 | 6.09 | 5.70 | - | - | 0.31 | |
| | f | 11.06.87 | 4.5 | - | 100 | 7.67 | 5.18 | 4.87 | - | - | 0.29 | |
| PARCHET | f | 01.11.87 | 4.0 | f | 61 | 8.20 | 3.01 | 2.96 | 0.014 | 0.001 | 0.04 | |
| PLATE BAS | f | 01.11.87 | 5.5 | f | 15 | 7.38 | 0.66 | 3.96 | 0.015 | 0.001 | 0.10 | |
| PLATE HAUT | f | 30.09.90 | 10.5 | f | 69 | 8.29 | 2.99 | 3.24 | 0.024 | 0.003 | 0.03 | |
| VERT | s | 10.06.87 | 9.5 | f | 818 | 7.71 | 48.48 | 23.72 | - | - | 0.19 | |
| | f | 10.06.87 | 7.5 | - | 820 | 7.60 | 48.36 | 24.16 | - | - | 0.21 | |
| GOUET | | 10.06.87 | 11.0 | f | 455 | 7.54 | 27.89 | 22.54 | - | - | 0.05 | |
| FINS SCUDANS | | 16.11.91 | 6.5 | f | 522 | 8.07 | 28.08 | 18.33 | 0.012 | - | 0.23 | |
| BARBOLETS | | 27.04.92 | 9.5 | f | 785 | 8.05 | 43.76 | 23.66 | - | - | 0.11 | |
| ANTERNE | s | 30.08.87 | 17.0 | 5.0 | 140 | 7.87 | 7.59 | 7.50 | 0.039 | 0.004 | 0.13 | |
| | f | 30.08.87 | 9.0 | - | 157 | 7.88 | 8.35 | 8.10 | 0.059 | 0.004 | 0.11 | |
| BUET | | 05.11.88 | 2.0 | f | 150 | 6.81 | 6.21 | 4.87 | 0.029 | 0.002 | 0.29 | |
| CHAUX | | 09.07.90 | 4.2 | 0.8 | 27 | 9.54 | 1.23 | 1.52 | 0.059 | 0.003 | 0.07 | |
| VOGEEALLE | | 28.07.90 | 13.0 | 1.5 | 118 | 8.11 | 5.66 | 4.98 | 0.008 | 0.003 | 0.16 | |
| CHEVAL-BLANC | | 11.10.90 | 3.8 | 0.3 | 79 | 8.20 | 3.57 | 3.38 | 0.015 | 0.004 | 0.08 | |

NB.- Pour le lac S du Buet, l'absorption à 254 nm vaut 1.32 m^{-1}
 Pour le lac du Cheval Blanc : Cu = 0.006; Zn 0.019
 Pour le lac des Chaux : Zn = 0.001
 Pour le lac de la Vogeealle : turbidité = 2.50; Li = 0.001
 Pour le lac de Platé d'en Haut : Li = 0; Cu = 0.004; Zn = 0.008
 Pour le lac Vernant : P_{tot} = 0.010 mg/l le 13.10.83
 Pour le lac des Barbolets, l'absorption à 254 nm vaut 0.91 m^{-1} et la couleur à 436 nm est de 0.04 m^{-1} .

| TH | TAC | N _{NH3} | N _{NO2} | N _{NO3} | SiO ₂ | HCE | HCL | HCA | pHE | Oxyd. | C | Ca | Mg | Sr | Na | K |
|-------|-------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------|-------|-----|------|-------|------|-------|------|------|------|-----|
| 4.46 | 4.71 | - | - | - | 2.30 | - | - | - | - | - | - | 17.2 | 0.4 | - | 0.39 | 0.4 |
| 6.80 | 6.81 | - | - | - | 3.90 | - | - | - | - | - | - | 25.0 | 0.8 | - | 0.28 | 0.3 |
| 2.33 | 2.68 | - | - | - | 5.60 | - | - | - | - | - | - | 9.0 | 0.2 | - | 0.32 | 0.1 |
| 2.61 | 2.67 | - | - | - | 5.90 | - | - | - | - | - | - | 10.2 | 0.3 | - | 0.35 | 0.1 |
| - | - | - | - | 0.33 | 3.50 | - | - | - | - | - | - | 14.5 | 0.3 | - | 0.50 | 0.2 |
| 6.09 | 5.70 | - | - | 0.31 | 5.46 | - | - | - | - | 1.4 | 0.52 | 21.6 | 0.9 | - | 0.78 | 0.3 |
| 5.18 | 4.87 | - | - | 0.29 | 3.79 | - | - | - | - | 4.6 | 1.18 | 18.7 | 1.3 | - | 0.74 | 0.9 |
| 3.01 | 2.96 | 0.014 | 0.001 | 0.04 | 2.70 | - | - | - | - | 1.8 | 0.60 | 10.8 | 0.5 | - | 0.36 | 0.0 |
| 0.66 | 3.96 | 0.015 | 0.001 | 0.10 | 0.70 | - | - | - | - | 13.7 | 3.02 | 2.3 | 0.1 | - | 0 | 0.0 |
| 2.99 | 3.24 | 0.024 | 0.003 | 0.03 | 1.50 | - | - | - | - | 7.3 | 1.96 | 12.8 | 0.4 | 0.05 | 0.25 | 0.1 |
| 48.48 | 23.72 | - | - | 0.19 | 4.36 | 24.92 | 10.31 | 0 | 7.33 | 1.7 | 0.51 | 103.5 | 54.9 | - | 4.62 | 0.3 |
| 48.36 | 24.16 | - | - | 0.21 | 4.55 | 25.69 | 14.34 | 0 | 7.35 | 0.9 | 0.53 | 105.3 | 53.7 | - | 4.48 | 1.3 |
| 27.89 | 22.54 | - | - | 0.05 | 4.21 | 25.25 | 14.62 | 0 | 7.30 | 2.7 | 1.26 | 95.0 | 10.2 | - | 1.10 | 0.4 |
| 28.08 | 18.33 | 0.012 | - | 0.23 | - | - | - | - | - | - | 0.80 | 79.2 | 20.3 | 0.44 | 1.52 | 0.1 |
| 43.76 | 23.66 | - | - | 0.11 | - | 26.08 | 4.78 | - | - | - | 0.69 | - | - | - | - | - |
| 7.59 | 7.50 | 0.039 | 0.004 | 0.13 | 1.82 | - | - | - | - | 5.1 | 1.18 | 28.2 | 1.3 | - | - | - |
| 8.35 | 8.10 | 0.059 | 0.004 | 0.11 | 1.98 | - | - | - | - | 1.9 | 0.70 | 31.1 | 1.5 | - | - | - |
| 6.21 | 4.87 | 0.029 | 0.002 | 0.29 | 1.10 | - | - | - | - | 0.3 | 0.37 | 25.5 | 0 | 0.08 | 0.08 | 1.1 |
| 1.23 | 1.52 | 0.059 | 0.003 | 0.07 | 0.39 | - | 0.01 | - | 9.69 | 2.1 | 0.75 | 7.9 | 0.2 | 0.01 | 0.11 | 1.1 |
| 5.66 | 4.98 | 0.008 | 0.003 | 0.16 | 1.90 | - | - | - | - | 0.3 | 0.49 | 18.5 | 2.5 | 0.11 | 0.12 | 0.1 |
| 3.57 | 3.38 | 0.015 | 0.004 | 0.08 | 1.73 | - | - | - | - | 1.8 | 0.60 | 13.6 | 0.6 | 0.06 | 0.98 | 0.1 |

à 254 nm vaut 1.32 m⁻¹
: Cu = 0.006; Zn 0.019
: Zn = 0.001
: turbidité = 2.50; Li = 0.001
: Li = 0; Cu = 0.004; Zn = 0.008
: P_{tot} = 0.010 mg/l le 13.10.83
à 254 nm vaut 0.91 m⁻¹ et la

| | \overline{pH} | Oxyd. | C | Ca | Mg | Sr | Na | K | Fe | Mn | Cl | SO ₄ | i.sat. | f.i. |
|---|-----------------|-------|------|-------|------|------|------|------|-------|-------|-----|-----------------|--------|-------|
| - | - | - | - | 17.2 | 0.4 | - | 0.39 | 0.40 | - | - | 0.5 | 4.0 | - | 1.47 |
| - | - | - | - | 25.0 | 0.8 | - | 0.28 | 0.35 | - | - | 0.6 | 0 | - | 2.01 |
| - | - | - | - | 9.0 | 0.2 | - | 0.32 | 0.15 | - | - | 0.5 | 2.6 | - | 0.80 |
| - | - | - | - | 10.2 | 0.3 | - | 0.35 | 0.11 | - | - | 0.6 | 3.8 | - | 0.90 |
| - | - | - | - | 14.5 | 0.3 | - | 0.50 | 0.20 | - | - | 1.1 | - | - | - |
| - | - | 1.4 | 0.52 | 21.6 | 0.9 | - | 0.78 | 0.33 | 0.152 | - | 0 | 5.6 | - | 1.87 |
| - | - | 4.6 | 1.18 | 18.7 | 1.3 | - | 0.74 | 0.97 | 3.400 | - | 0 | 5.9 | - | 1.69 |
| - | - | 1.8 | 0.60 | 10.8 | 0.5 | - | 0.36 | 0.05 | 0.028 | 0.001 | 0.3 | 4.6 | - | - |
| - | - | 13.7 | 3.02 | 2.3 | 0.1 | - | 0 | 0.09 | 0.044 | 0.002 | 0.5 | 0 | - | - |
| - | - | 7.3 | 1.96 | 12.8 | 0.4 | 0.05 | 0.25 | 0.47 | 1.200 | 0.034 | 0.5 | 0 | - | - |
| 0 | 7.33 | 1.7 | 0.51 | 103.5 | 54.9 | - | 4.62 | 0.95 | 0.240 | - | 0.7 | 199.0 | 0.38 | 16.30 |
| 0 | 7.35 | 0.9 | 0.53 | 105.3 | 53.7 | - | 4.48 | 1.17 | 0.390 | - | 0.6 | 202.7 | 0.25 | 16.40 |
| 0 | 7.30 | 2.7 | 1.26 | 95.0 | 10.2 | - | 1.10 | 0.44 | 0.130 | - | 0.4 | 48.0 | 0.24 | 8.87 |
| - | - | - | 0.80 | 79.2 | 20.3 | 0.44 | 1.52 | 0.91 | 0.010 | 0.002 | 0.7 | 94.7 | - | 9.60 |
| - | - | - | 0.69 | - | - | - | - | - | - | - | 1.7 | 199.7 | 0.74 | 15.45 |
| - | - | 5.1 | 1.18 | 28.2 | 1.3 | - | - | - | 0.100 | 0.008 | 0.4 | 4.4 | - | - |
| - | - | 1.9 | 0.70 | 31.1 | 1.5 | - | - | - | 0.080 | 0.090 | 0.4 | 11.2 | - | - |
| - | - | 0.3 | 0.37 | 25.5 | 0 | 0.08 | 0.08 | 0.11 | 0.128 | 0.002 | 0.5 | 14.3 | - | 2.08 |
| - | 9.69 | 2.1 | 0.75 | 7.9 | 0.2 | 0.01 | 0.11 | 0.08 | 0.152 | 0.033 | 0.3 | 6.0 | -0.15 | 0.76 |
| - | - | 0.3 | 0.49 | 18.5 | 2.5 | 0.11 | 0.12 | 0.07 | 0.120 | 0.004 | 0.2 | 2.5 | - | 1.67 |
| - | - | 1.8 | 0.60 | 13.6 | 0.6 | 0.06 | 0.98 | 0.18 | 0.099 | 0.002 | 0.5 | 3.2 | - | 1.17 |

C H A B L A I S

| Nom du lac | Date | T | S | k | pH | TH | TAC | N _{NE3} | N _{NO2} | N _{NO3} | SiO ₂ | |
|---------------|------------|------|-----|------|------|--------|-------|------------------|------------------|------------------|------------------|----|
| ARVOUTIN | 29.10.89 | 9.0 | - | 198 | 8.16 | 10.08 | 10.17 | 0.012 | 0.001 | 0.02 | 2.26 | |
| TAVANEUSE | 14.10.89 | 5.0 | f | 167 | 8.41 | 8.42 | 8.14 | 0.013 | 0.001 | 0.07 | 1.50 | |
| FONTAINE | 11.11.89 | 6.5 | f | 346 | 8.49 | 15.00 | 14.20 | 0.004 | 0.001 | 0.27 | 3.18 | |
| BISE | 28.05.90 | 12.5 | f | 292 | 8.32 | 14.99 | 13.79 | - | - | 0.12 | 2.28 | |
| NEUTEU | 27.10.90 | 3.0 | f | 230 | 8.25 | 11.48 | 11.11 | 0.016 | 0.001 | 0.03 | 1.13 | |
| CASE | 03.06.89 | 8.0 | f | 187 | 8.26 | 9.04 | 9.09 | 0.104 | 0.003 | 0.85 | 1.62 | |
| DARBON | 14.10.89 | 6.5 | f | 139 | 8.42 | 6.83 | 6.69 | 0.041 | 0.001 | 0.02 | 0.64 | |
| BEUNAZ | s 29.11.87 | 4.5 | 6.3 | 260 | 7.99 | 13.54 | 13.67 | 0.082 | 0.002 | 0.04 | 0.80 | |
| | f 29.11.87 | 5.0 | - | 256 | 8.03 | 13.56 | 14.03 | 0.088 | 0.002 | 0.14 | 0.70 | |
| NOIR MOTTAY | 19.06.89 | 16.0 | 3.8 | 502 | 7.84 | 25.21 | 25.61 | 0.013 | 0.003 | 0.09 | 8.41 | 31 |
| GDE GOUILLE | 20.05.89 | 12.0 | 4.0 | 330 | 7.31 | 17.18 | 16.20 | 0.011 | 0.002 | 0.06 | 3.91 | |
| CREUX-BOCHET | 20.05.89 | 18.0 | f | 310 | 7.98 | 15.64 | 14.94 | 0.007 | 0.001 | 0.05 | 0.74 | |
| CROZAT | 20.05.89 | 19.5 | 3.6 | 450 | 7.61 | 23.21 | 19.47 | 0.034 | 0.005 | 0.08 | 0.91 | |
| DOU | s 26.06.88 | 18.0 | 4.1 | 920 | 7.79 | 51.41 | 25.89 | 0.030 | 0.011 | 2.04 | 3.00 | |
| | f 26.06.88 | 10.5 | - | 1009 | 7.46 | 62.53 | 32.97 | 1.600 | 0.069 | 0.11 | 13.90 | |
| VOUA MOTTE | 11.11.89 | 10.5 | - | 459 | 8.04 | 23.30 | 22.92 | 0.452 | 0.004 | 0.06 | 10.54 | |
| VOUA BENIT | 29.11.87 | 5.0 | 2.4 | 450 | 7.76 | 22.76 | 22.73 | - | 0.019 | 0.22 | 7.00 | |
| VOUA BEUDET | 21.08.88 | 19.0 | 2.5 | 339 | 8.04 | 15.97 | 15.98 | 0.017 | 0.001 | 0.07 | 10.50 | |
| ORCIER | 26.11.89 | 10.5 | f | 2410 | 7.27 | 165.30 | 19.41 | 0.012 | 0.001 | 0.65 | 8.42 | 51 |
| TRE-LE-MONT | 21.08.88 | 13.5 | 1.5 | 55 | 7.10 | 2.20 | 3.01 | 0.048 | 0.005 | 0.07 | 2.00 | |
| CHEZ-LE-MOINE | s 26.02.88 | 4.5 | 2.2 | 372 | 7.34 | 20.56 | 20.37 | 0.062 | 0.002 | 0.07 | 1.41 | 11 |
| | f 26.02.88 | 6.0 | - | 449 | 7.16 | 25.12 | 25.15 | 0.394 | 0.003 | 0.07 | 3.32 | 21 |

| pH | TH | TAC | N _{NH3} | N _{NO2} | N _{NO3} | SiO ₂ | HCE | HCL | HCA | pHe | Oxyd. | C | Ca | Mg | Sr |
|------|--------|-------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------|-------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|
| 8.16 | 10.08 | 10.17 | 0.012 | 0.001 | 0.02 | 2.26 | - | - | - | - | 5.9 | 1.88 | 35.6 | 1.8 | - |
| 8.41 | 8.42 | 8.14 | 0.013 | 0.001 | 0.07 | 1.50 | - | - | - | - | 3.8 | 0.85 | 23.2 | 6.4 | 0.04 |
| 8.49 | 15.00 | 14.20 | 0.004 | 0.001 | 0.27 | 3.18 | - | - | - | - | 2.9 | 1.09 | 54.7 | 3.3 | 0.27 |
| 8.32 | 14.99 | 13.79 | - | - | 0.12 | 2.28 | - | - | - | - | 2.1 | 1.98 | 52.3 | 4.7 | 0.48 |
| 8.25 | 11.48 | 11.11 | 0.016 | 0.001 | 0.03 | 1.13 | - | - | - | - | 8.3 | 2.27 | 38.8 | 4.4 | 0.18 |
| 8.26 | 9.04 | 9.09 | 0.104 | 0.003 | 0.85 | 1.62 | - | - | - | - | 3.0 | 0.92 | 33.0 | 2.0 | - |
| 8.42 | 6.83 | 6.69 | 0.041 | 0.001 | 0.02 | 0.64 | - | - | - | - | 5.9 | 1.78 | 24.1 | 2.0 | 0.09 |
| 7.99 | 13.54 | 13.67 | 0.082 | 0.002 | 0.04 | 0.80 | - | - | - | - | 9.8 | 3.14 | 46.8 | 3.5 | - |
| 8.03 | 13.56 | 14.03 | 0.088 | 0.002 | 0.14 | 0.70 | - | - | - | - | 9.8 | 3.12 | 48.8 | 3.3 | - |
| 7.84 | 25.21 | 25.61 | 0.013 | 0.003 | 0.09 | 8.41 | 31.77 | 7.60 | 0 | 7.22 | 14.8 | 4.53 | 82.6 | 11.2 | 0.29 |
| 7.31 | 17.18 | 16.20 | 0.011 | 0.002 | 0.06 | 3.91 | - | - | - | - | 17.2 | 4.31 | 60.6 | 5.0 | 0.18 |
| 7.98 | 15.64 | 14.94 | 0.007 | 0.001 | 0.05 | 0.74 | - | - | - | - | 7.1 | 2.63 | 51.8 | 6.6 | 0.11 |
| 7.61 | 23.21 | 19.47 | 0.034 | 0.005 | 0.08 | 0.91 | - | - | - | - | 16.4 | 4.86 | 82.0 | 6.7 | 0.11 |
| 7.79 | 51.41 | 25.89 | 0.030 | 0.011 | 2.04 | 3.00 | - | - | - | - | 8.4 | 2.55 | 183.3 | 216.9 | - |
| 7.46 | 62.53 | 32.97 | 1.600 | 0.069 | 0.11 | 13.90 | - | - | - | - | 14.6 | 3.42 | 13.8 | 20.5 | - |
| 8.04 | 23.30 | 22.92 | 0.452 | 0.004 | 0.06 | 10.54 | - | - | - | - | 32.8 | 6.69 | 68.9 | 14.9 | 0.21 |
| 7.76 | 22.76 | 22.73 | - | 0.019 | 0.22 | 7.00 | - | - | - | - | 14.4 | 4.43 | 76.0 | 9.2 | - |
| 8.04 | 15.97 | 15.98 | 0.017 | 0.001 | 0.07 | 10.50 | 8.32 | - | - | 7.58 | 24.6 | 6.77 | 48.4 | 9.5 | - |
| 7.27 | 165.30 | 19.41 | 0.012 | 0.001 | 0.65 | 8.42 | 53.11 | 20.97 | 0 | 6.87 | 2.3 | 0.90 | 561.0 | 62.5 | 10.10 |
| 7.10 | 2.20 | 3.01 | 0.048 | 0.005 | 0.07 | 2.00 | 0.05 | - | - | 9.13 | 24.4 | 7.12 | 7.4 | 0.6 | - |
| 7.34 | 20.56 | 20.37 | 0.062 | 0.002 | 0.07 | 1.41 | 15.12 | 24.79 | 9.67 | 7.55 | 10.7 | 3.17 | 68.1 | 8.7 | - |
| 7.16 | 25.12 | 25.15 | 0.394 | 0.003 | 0.07 | 3.32 | 25.86 | 44.35 | 18.48 | 7.39 | 8.9 | 2.82 | 78.7 | 13.3 | - |

| | pHe | Oxyd. | C | Ca | Mg | Sr | Na | K | Fe | Mn | Cl | SO ₄ | i.sat. | f.i. |
|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|---------|-----------------|--------|-------|
| | - | 5.9 | 1.88 | 35.6 | 1.8 | - | - | - | 0.168 | 0.049 | 0.5 | 24.4 | - | - |
| | - | 3.8 | 0.85 | 23.2 | 6.4 | 0.04 | 0.26 | 0.36 | 0.017 | 0.012 | 0.4 | 0 | - | 2.52 |
| | - | 2.9 | 1.09 | 54.7 | 3.3 | 0.27 | 0.34 | 0.39 | 0.028 | 0.006 | 0.4 | 11.8 | - | 4.69 |
| | - | 2.1 | 1.98 | 52.3 | 4.7 | 0.46 | 0.57 | 0.18 | 0.072 | 0.005 | 0.6 | 15.0 | - | - |
| | - | 8.3 | 2.27 | 38.8 | 4.4 | 0.16 | 0.36 | 0.19 | 0.200 | 0.010 | 0.5 | 11.4 | - | - |
| | - | 3.0 | 0.92 | 33.0 | 2.0 | - | 0.24 | 0.24 | 0.100 | 0.037 | 0.4 | 0 | - | 2.77 |
| | - | 5.9 | 1.78 | 24.1 | 2.0 | 0.04 | 0.16 | 0.09 | 0.093 | 0.007 | 0.5 | 0 | - | 2.05 |
| | - | 9.8 | 3.14 | 46.8 | 3.5 | - | 1.74 | 1.46 | 0.068 | 0.011 | 3.1 | 1.10 | - | 4.12 |
| | - | 9.8 | 3.12 | 48.8 | 3.3 | - | 1.73 | 1.42 | 0.059 | 0.010 | 3.2 | 1.30 | - | 4.25 |
| 7.22 | 14.8 | 4.53 | 82.6 | 11.2 | 0.29 | 4.85 | 1.67 | 0.340 | 0.101 | 7.3 | 0 | 0.62 | 0.62 | 7.89 |
| | - | 17.2 | 4.31 | 60.6 | 5.0 | 0.13 | 0.78 | 0.21 | 0.053 | 0.021 | 2.8 | 8.60 | - | 5.30 |
| | - | 7.1 | 2.63 | 51.8 | 6.6 | 0.10 | 1.28 | 0.22 | 0.035 | 0.025 | 3.3 | 5.20 | - | 4.81 |
| | - | 16.4 | 4.86 | 82.0 | 6.7 | 0.11 | 2.00 | 1.65 | 0.089 | 0.100 | 3.2 | 33.50 | - | 7.41 |
| | - | 8.4 | 2.55 | 183.3 | 216.9 | - | 3.31 | 0.54 | - | 0.034 | 8.5 | 236.80 | - | 18.08 |
| | - | 14.6 | 3.42 | 13.8 | 20.5 | - | 3.45 | 0.90 | - | 0.146 | 10.5 | 296.90 | - | 22.29 |
| | - | 32.8 | 6.69 | 68.9 | 14.9 | 0.22 | 2.62 | 2.10 | 0.034 | 0.070 | 6.0 | 17.70 | - | 7.13 |
| | - | 14.4 | 4.43 | 76.0 | 9.2 | - | 7.12 | 3.56 | 0.096 | 0.037 | 8.3 | 15.20 | - | 7.47 |
| 7.58 | 24.6 | 6.77 | 48.4 | 9.5 | - | 3.13 | 1.79 | 0.022 | 0.001 | 5.0 | 11.40 | - | - | 5.20 |
| 6.87 | 2.3 | 0.90 | 561.0 | 62.5 | 10.10 | 3.79 | 0.88 | 0.110 | 0.005 | 3.3 | 1408.00 | 0.40 | 0.40 | 64.83 |
| 9.13 | 24.4 | 7.12 | 7.4 | 0.6 | - | 0 | 1.33 | 1.350 | 0.105 | 0.4 | 3.00 | - | - | 0.80 |
| 57 | 7.55 | 10.7 | 3.17 | 68.1 | 8.7 | - | 0.73 | 0.39 | 0.039 | 0.050 | 0.5 | 3.00 | -0.21 | 6.25 |
| 48 | 7.39 | 8.9 | 2.82 | 78.7 | 13.3 | - | 0.77 | 0.34 | 0.203 | 0.043 | 0.4 | 3.70 | -0.23 | 7.66 |

| Nom du lac | Date | T | S | k | pH | TH | TAC | N _{NH3} | N _{NO2} | N _{NO3} | Si |
|---------------|------------|------|-----|-----|------|-------|-------|------------------|------------------|------------------|----|
| NOYER W | 29.11.87 | 4.0 | 2.9 | 481 | 7.66 | 27.20 | 27.78 | 0.015 | 0.005 | 0.06 | 5 |
| NOYER E | 21.08.88 | 13.0 | 1.4 | 568 | 7.25 | 26.53 | 30.20 | 9.590 | 0.008 | 0.05 | 11 |
| AVORIAZ | 12.06.88 | 6.0 | 1.5 | 182 | 8.34 | 9.88 | 8.98 | 0.021 | 0.001 | 0.15 | 0 |
| MONTRIOND | s 19.06.89 | 15.5 | 7.2 | 220 | 8.21 | 11.04 | 10.58 | 0.012 | 0.002 | 0.33 | 1 |
| | f 19.06.89 | 8.5 | - | 245 | 7.98 | 12.00 | 11.75 | 0.012 | 0.002 | 0.39 | 2 |
| DAMOZ BAS | 12.06.88 | 13.0 | f | 225 | 8.60 | 10.38 | 10.57 | 0.040 | 0.002 | 0.07 | 4 |
| DAMOZ HAUT | 21.06.90 | 4.0 | f | 318 | 8.19 | 15.90 | 14.85 | 0.009 | 0.001 | 0.28 | 1 |
| FOUYET | 10.07.88 | 17.0 | f | 87 | 8.65 | 3.47 | 3.66 | 0.028 | 0.001 | 0.28 | 2 |
| CORNE | 03.06.89 | 5.5 | 1.1 | 175 | 8.23 | 8.69 | 8.82 | 0.313 | 0.002 | 0.74 | 1 |
| PETETOUZ | 10.07.88 | 14.0 | f | 196 | 8.28 | 9.77 | 9.74 | 0.040 | 0.001 | 0.41 | 0 |
| VALLON | 11.11.89 | 6.5 | 2.4 | 375 | 8.26 | 19.17 | 15.80 | 0.040 | 0.002 | 0.27 | 3 |
| ROI | 14.10.89 | 10.5 | 4.3 | 255 | 8.28 | 13.41 | 13.17 | 0.072 | 0.001 | 0.07 | 2 |
| NOIR VOUAN | 26.11.89 | 6.5 | f | 340 | 7.65 | 16.11 | 15.50 | 0.012 | 0.001 | 0.05 | 9 |
| ANTHON | 29.05.88 | 14.0 | f | 435 | 7.67 | 21.69 | 22.13 | 0.014 | 0.001 | 0.16 | 3 |
| MORILLON | 30.05.92 | 21.0 | 1.5 | 407 | 7.96 | 19.33 | 18.62 | 0.048 | 0.004 | 0.06 | 1 |
| SIDEROLYTIQUE | 10.12.89 | 2.0 | - | 50 | 7.10 | 1.14 | 1.29 | 0.090 | 0.005 | 0.08 | 0 |

NB.- Zn Lac Noyer E : 0.038
Tré-le-Mont : 0.007
Voua Beudet : 0.008
Lac de Bise : 0.000
Lac de Morillon : 0.004

Li Lac Noir du Vouan : 0.006
Puisoir d'Orcier : 0.083
Lac de Morillon : 0.003

Cu lac de Bise : 0.002

| k | pH | TH | TAC | N _{NH3} | N _{NO2} | N _{NO3} | SiO ₂ | HCE | HCL | HCA | pHe | Oxyd. | C | Ca | Mg | Sr |
|-----|------|-------|-------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------|------|------|------|-------|------|------|------|------|
| 481 | 7.66 | 27.20 | 27.78 | 0.015 | 0.005 | 0.06 | 5.40 | - | - | - | - | 17.4 | 5.12 | 94.3 | 9.0 | - |
| 568 | 7.25 | 26.53 | 30.20 | 9.590 | 0.008 | 0.05 | 11.60 | 48.94 | - | - | 7.13 | 13.4 | 3.55 | 95.5 | 6.6 | - |
| 182 | 8.34 | 9.88 | 8.98 | 0.021 | 0.001 | 0.15 | 0.58 | 1.54 | 1.06 | - | 8.18 | 1.4 | 0.63 | 31.7 | 4.8 | - |
| 220 | 8.21 | 11.04 | 10.58 | 0.012 | 0.002 | 0.33 | 2.06 | 2.63 | 1.37 | - | 7.93 | 2.3 | 0.63 | 35.2 | 5.5 | 0.08 |
| 245 | 7.98 | 12.00 | 11.75 | 0.012 | 0.002 | 0.39 | 2.56 | 3.29 | 2.99 | - | 7.94 | 2.6 | 0.81 | 39.3 | 5.4 | 0.07 |
| 225 | 8.60 | 10.38 | 10.57 | 0.040 | 0.002 | 0.07 | 4.62 | 1.72 | 0.59 | - | 8.13 | 5.4 | 1.74 | 23.5 | 11.0 | - |
| 318 | 8.19 | 15.90 | 14.85 | 0.009 | 0.001 | 0.28 | 1.51 | - | - | - | - | 7.7 | 2.36 | 37.8 | 15.8 | 0.06 |
| 87 | 8.65 | 3.47 | 3.66 | 0.028 | 0.001 | 0.28 | 2.10 | - | - | - | - | 7.8 | 1.96 | 10.0 | 2.4 | - |
| 175 | 8.23 | 8.69 | 8.82 | 0.313 | 0.002 | 0.74 | 1.70 | - | - | - | - | 5.8 | 2.57 | 30.0 | 2.7 | - |
| 196 | 8.28 | 9.77 | 9.74 | 0.040 | 0.001 | 0.41 | 0.60 | - | - | - | - | 11.6 | 2.75 | 27.3 | 7.2 | - |
| 375 | 8.26 | 19.17 | 15.80 | 0.040 | 0.002 | 0.27 | 3.38 | - | - | - | - | 5.0 | 1.72 | 63.4 | 8.2 | 0.50 |
| 255 | 8.28 | 13.41 | 13.17 | 0.072 | 0.001 | 0.07 | 2.35 | - | - | - | - | 7.6 | 2.31 | 38.1 | 9.5 | 0.06 |
| 340 | 7.65 | 16.11 | 15.50 | 0.012 | 0.001 | 0.05 | 9.20 | 7.13 | 8.82 | 1.69 | 7.74 | 4.5 | 4.30 | 52.3 | 7.9 | 0.30 |
| 435 | 7.67 | 21.69 | 22.13 | 0.014 | 0.001 | 0.16 | 3.37 | 23.59 | 9.98 | 0 | 7.30 | 9.5 | 2.42 | 81.9 | 3.0 | - |
| 407 | 7.96 | 19.33 | 18.62 | 0.048 | 0.004 | 0.06 | 1.99 | - | - | - | - | 48.0 | 9.47 | 72.1 | 2.7 | 0.15 |
| 50 | 7.10 | 1.14 | 1.29 | 0.090 | 0.005 | 0.08 | 0.91 | - | - | - | - | - | 4.07 | 3.6 | 0.5 | 0.04 |

: 0.038

: 0.007

: 0.008

: 0.000

on : 0.004

ouan : 0.006

ier : 0.083

on : 0.003

: 0.002

Pour le lac de Bise : 1'absorpt

Pour le lac Dou : k = 1225

Pour le Puisoir d'Orcier : k = 2360

Pour le lac de Morillon : turbidité

| pHe | Oxyd. | C | Ca | Mg | Sr | Na | K | Fe | Mn | Cl | SO ₄ | i.sat. | f.i. |
|------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|-----------------|--------|------|
| - | 17.4 | 5.12 | 94.3 | 9.0 | - | 1.06 | 3.41 | 0.570 | 0.042 | 2.0 | 4.0 | - | 8.41 |
| 7.13 | 13.4 | 3.55 | 95.5 | 6.6 | - | 1.73 | 4.06 | 0.027 | 0.014 | 0.4 | 3.0 | - | 8.83 |
| 8.18 | 1.4 | 0.63 | 31.7 | 4.8 | - | 0.24 | 0.19 | 0.040 | 0.022 | 1.5 | 4.6 | 0.16 | 3.01 |
| 7.93 | 2.3 | 0.63 | 35.2 | 5.5 | 0.08 | 0.60 | 0.18 | 0.250 | 0.010 | 0.4 | 6.8 | 0.28 | 3.44 |
| 7.94 | 2.6 | 0.81 | 39.3 | 5.4 | 0.07 | 0.95 | 0.29 | 0.450 | 0.042 | 1.8 | 0 | 0.04 | 3.65 |
| 8.13 | 5.4 | 1.74 | 23.5 | 11.0 | - | 0.18 | 0.25 | 0.029 | 0.005 | 0.5 | 2.6 | 0.47 | 3.21 |
| - | 7.7 | 2.36 | 37.8 | 15.8 | 0.06 | 0.21 | 0.14 | 0.044 | 0.008 | 0.5 | 13.3 | - | 4.95 |
| - | 7.8 | 1.96 | 10.0 | 2.4 | - | 1.51 | 0.17 | 0.047 | 0 | 0.6 | 3.7 | - | 1.19 |
| - | 5.8 | 2.57 | 30.0 | 2.7 | - | 0.22 | 0.42 | 0.156 | 0.420 | 0.3 | 0 | - | 2.68 |
| - | 11.6 | 2.75 | 27.3 | 7.2 | - | 0.03 | 0.15 | 0.088 | 0.018 | 0.6 | 3.0 | - | 3.02 |
| - | 5.0 | 1.72 | 63.4 | 8.2 | 0.50 | 0.98 | 0.49 | 0.120 | 0.052 | 1.3 | 34.2 | - | 6.19 |
| - | 7.6 | 2.31 | 38.1 | 9.5 | 0.06 | 0.37 | 0.23 | 0.040 | 0.020 | 0.5 | 1.2 | - | 4.05 |
| 7.74 | 4.5 | 4.30 | 52.3 | 7.9 | 0.30 | 4.15 | 0.54 | 0.073 | 0.019 | 1.3 | 19.8 | -0.09 | 5.39 |
| 7.30 | 9.5 | 2.42 | 81.9 | 3.0 | - | 3.70 | 0.73 | 0.286 | 0.055 | 5.7 | 5.1 | 0.37 | 6.83 |
| - | 48.0 | 9.47 | 72.1 | 2.7 | 0.15 | 6.37 | 2.50 | 0.029 | 0.026 | 13.9 | 10.0 | - | 6.27 |
| - | - | 4.07 | 3.6 | 0.5 | 0.04 | 2.32 | 0.42 | 0.900 | 0.068 | 2.0 | 18.0 | - | - |

Pour le lac de Bise : l'absorption à 254 nm vaut 3.24 m^{-1}

Pour le lac Dou : $k = 1225$ et $\text{SO}_4 = 313 \text{ mg/l}$ (14.03.92)

Pour le Puisoir d'Orcier : $k = 2360$ et $\text{SO}_4 = 1383 \text{ mg/l}$ (14.03.92)

Pour le lac de Morillon : turbidité = 2.2; $\text{P}_{\text{sol}} = 0.083 \text{ mg/l}$ et $\text{P}_{\text{tot}} = 0.107 \text{ mg/l}$