



**SYNDICAT INTERCOMMUNAL
DES COMMUNES RIVERAINES
DU LAC D'ANNECY**

document non public

**étude bathymétrique et géophysique
du lac d'Annecy (Haute-Savoie)**

**S. Lallier
A. Moal
P. Puvilland
Y. Gouisset**

**septembre 1990
R 31 477**

**BRGM
SERVICES SOL ET SOUS-SOL
Département Environnement
B.P. 6009 - 45060 ORLÉANS CEDEX 2 - France - Tél. : (33) 38.64.34.34**

RESUME

Le levé bathymétrique du lac d'Annecy avait été réalisé en 1890 par A. DELEBECQUE. Depuis, aucune étude relative à la topographie du fond du lac n'avait été entreprise ; aussi, est-ce la raison pour laquelle le Syndicat Intercommunal des Communes Riveraines du Lac d'Annecy a jugé opportun de procéder à une étude bathymétrique de détail, complétée par une étude géophysique, visant à appréhender la structure géologique du fond.

L'étude bathymétrique mettant en oeuvre des techniques modernes de mesure et de traitement a permis, sur la base d'environ 13 000 mesures d'élaborer un document bathymétrique précis à l'échelle du 1/10 000 et du 1/20 000.

L'exploitation des données géophysiques (sismique réflexion continue) a mis en évidence un remplissage sédimentaire du lac, dont l'épaisseur dépasse 85 m. Une sédimentation typique des environnements glaciaires de l'époque quaternaire y est développée.

Les enregistrements sismiques obtenus présentent une très grande analogie avec ceux enregistrés dans le lac de Genève. Les données sismiques ont également mis en évidence l'importance des dépôts organiques (tourbes) ainsi que les glissements qui affectent les pentes du lac.

Enfin, le SICRLA ayant acquis auprès de l'IGN la base MNT (base topographique) du bassin versant du lac, un document unique intégrant la topographie du lac dans son bassin versant a pu être produit.

----- • -----

REMERCIEMENTS

La mise en oeuvre d'une campagne géophysique complète sur un lac comme celui d'Annecy génère, paradoxalement, des difficultés de mise en oeuvre ignorées des prospections marines ou océaniques :

- obstacles, sur les rives, à la transmission des ondes de positionnement,
- fréquentation des plaisanciers,
- sécurité des matériels à terre.

Ces difficultés ont chaque fois été surmontées par une mobilisation extrêmement efficace des opérateurs locaux, grâce auxquels la campagne a pu se dérouler conformément aux exigences de la méthode.

Nous tenons à remercier :

- . l'autorité préfectorale (arrêté préfectoral du 26 février 1990) et ses services de la navigation à la DDE (M. DELEAU) et de la DDAF (M. MERIAUX),
- . les pilotes de la Compagnie des Bateaux du Lac d'Annecy,
- . les communes d'Annecy, Annecy-le-Vieux, Saint-Jorioz, Duingt, Lathuille, Doussard, Talloires, Menthon-Saint-Bernard, Sevrier, Veyrier,
- . le groupe Usagers du SICRLA, et particulièrement :
 - M. MARGUET, du CNRAS (Centre National des Recherches Archéologiques Subaquatiques),
 - le club de plongée "La Coulée Douce".

La coordination et la mobilisation assurées par le SICRLA (M. BERTHIER) ont joué un rôle primordial.

SOMMAIRE

1 - INTRODUCTION	5
2 - CADRE GEOGRAPHIQUE	6
3 - CONTEXTE GEOLOGIQUE	7
4 - EXPLOITATION DES DONNEES BATHYMETRIQUES	8
4.1 - MORPHOLOGIE DU LAC - PARTICULARITES	8
4.2 - COMPARAISON DES DOCUMENTS ACTUELS AVEC LA CARTE DE M. DELEBECQUE	13
4.3 - CARTE DES PENTES	13
5 - ESQUISSE GEOLOGIQUE DES FONDS DU LAC D'ANNECY	14
5.1 - IMPORTANCE DES DEPOTS QUATERNAIRES	14
5.2 - PARTICULARITES SEDIMENTAIRES	16
5.2.1 - Les dépôts de surface	16
5.2.2 - Les dépôts d'origine organique	16
5.3 - DEFORMATIONS AFFECTANT LES DEPOTS QUATERNAIRES	19
6 - CONCLUSIONS	20
ANNEXE 1 : ANNEXE TECHNIQUE	21
1.1 - Principe et précision du sondage bathymétrique ou écho-sondage	22
1.2 - Positionnement des points de sondage	25
1.3 - Sismique réflexion	25
ANNEXE 2 : NOTE DE LA DDAF (Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt de la Haute-Savoie) ...	26

1 - INTRODUCTION

La gestion de l'environnement du lac d'Annecy, réalisée par les Autorités régionales et locales dans une optique de préservation de la qualité des eaux du lac, s'appuie sur la prise en compte de multiples paramètres : hydrologie, hydrographie, biologie, hydrochimie, ... La topographie des fonds du lac constitue également un des paramètres à prendre en compte, dès lors que la gestion ou l'utilisation des fonds est concernée, de même que la nature sédimentaire des fonds en tant que support de l'écosystème.

Dans cette perspective, le Syndicat Intercommunal des Communes Riveraines du Lac d'Annecy a jugé opportun de se doter de documents topographiques précis relatifs aux fonds du lac, complétés par des informations concernant leur nature lithologique.

Après un bref rappel du contexte géographique et géologique du lac d'Annecy, on rappellera rapidement les conditions dans lesquelles M. Delebecque a élaboré le seul document bathymétrique disponible à ce jour, sa précision et la valorisation que l'on peut en tirer aujourd'hui.

On s'attachera ensuite à commenter les nouveaux résultats acquis, d'une part en terme de morphologie, et d'autre part en terme de nature et structure des fonds.

Enfin, une annexe technique est fournie afin d'éclairer le lecteur sur les différentes techniques mises en oeuvre et leurs performances.

2 - CADRE GEOGRAPHIQUE

Encaissé dans une ancienne vallée glaciaire, le lac s'étend sur une longueur d'environ 13,5 km. Sa largeur maximale, au droit du port de Sévrier, atteint 3,2 km.

Le lac est alimenté par de nombreux ruisseaux, torrents ou rivières, dont les principaux sont :

- au sud : la Bornette, l'Ire et l'Eau Morte qui débouche dans la zone marécageuse des Chenevières,
- à l'ouest : les ruisseaux d'Entrevernes, du Bourdon du Villard et la rivière du Laudon qui baigne Saint-Jorioz, et son cône détritique sur lequel Saint-Jorioz est édifié,
- l'exutoire situé au nord-ouest, les canaux du Thiou et du Vassé traversant la ville d'Annecy.

La bordure orientale, plus abrupte, draine une quantité d'eau beaucoup moins importante. On notera seulement, au nord du Roc de Chère, les ruisseaux du Biollon, de Nant Sec et Nant du Crot à Talloire.

L'urbanisation a conquis la périphérie du lac, principalement là où la topographie permettait des aménagements, à savoir :

- . au nord du lac : la ville d'Annecy,
- . l'étroite frange bordière de Sévrier à l'ouest, relayée plus au sud par la plaine de Saint-Jorioz,
- . la vallée de Faverges-Doussard au sud, moins urbanisée en raison du caractère marécageux de la zone, notamment à proximité du lac.

3 - CONTEXTE GEOLOGIQUE

Le lac d'Annecy est entouré de massifs montagneux à dominante calcaire avec une morphologie accidentée, qui confère au site un attrait touristique tout particulier. Les chaînes calcaires s'étirent en forme de croissant, selon une direction sensiblement SSW-NNE.

Cette orientation oblique du lac par rapport à la direction du massif est imputable à l'érosion glaciaire qui a eu lieu lors des différentes glaciations de l'ère quaternaire.

Ce lac constitue, en quelque sorte, un piège au fond duquel se sont déposés tout au long de l'ère quaternaire des sédiments fins (à dominante argileuse) transportés par les rivières sous-glaciaires ou libérés de la glace lors de la fonte des glaciers.

Les sédiments qui constituent le fond du lac présentent des alternances de composition qui traduisent les variations de dépôts en fonction des fluctuations du climat. Des exemples de ces dépôts seront présentés dans la partie de l'étude relative à l'étude des fonds.

Actuellement, les éléments qui se déposent au fond sont amenés par les rivières, ruisseaux ou torrents qui débouchent dans le lac. A l'heure actuelle, ces apports sont relativement limités en quantité et surtout constitués de matériaux fins (vases).

4 - EXPLOITATION DES DONNEES BATHYMETRIQUES

Le tracé de la carte bathymétrique s'appuie sur quelque 13 000 sondages. L'élaboration du tracé des isobathes a été réalisée de façon entièrement automatique à l'aide de calculateurs utilisant des programmes spécifiques d'iso-contourage. En ce qui concerne la précision du document final, on se reportera à l'annexe A1 qui traite cet aspect.

La carte a été tracée à l'échelle du 1/10 000, afin d'exploiter au mieux la quantité de données disponibles. Une carte à l'échelle du 1/20 000 est également présentée. Les documents bathymétriques font l'objet des planches I et II.

La topographie du fond du lac est donnée en mètres. Les corrections bathymétriques se réfèrent à l'altitude de la surface du lac, calculée, lors de la mission, par la DDAF à 446,90 m (cf. annexe 2).

4.1 - Morphologie du lac - Particularités

Le lac d'Annecy se compose de trois parties :

- La partie nord, encore appelée "grand lac", qui s'étire sur une longueur d'environ 7 km depuis Annecy jusqu'au Roc de Chère, selon un axe WNW-SSE.
- Une partie intermédiaire plus étroite, d'environ 2,4 km de longueur entre Saint-Jorioz et le Rocher de Duingt, orientée NW-SE.
- La partie méridionale, appelée "petit lac", qui s'étire selon une direction nord-sud sur une distance de 4,5 km.

♦ Le grand lac

Il forme une vaste cuvette à fond plat dont la profondeur atteint 65 m (cote 382). La bordure est, depuis le Talabar jusqu'au Roc de Chère, présente une topographie très pentée depuis la surface jusqu'à -30 m. Le fond s'incurve ensuite pour devenir sub-horizontale à partir de 40-45 m de profondeur.

La bordure occidentale est plus complexe : les bords sont assez abrupts entre la Puya et Sevrier jusqu'à des profondeurs de 35-40 m. Au sud-est de

Sevrier, la pente du bord diminue. On notera trois particularités dans la partie occidentale du grand lac :

- La faible pente des fonds du lac au droit de la ville d'Annecy, qui correspond à une zone de dépôts plus étalés liés avec la proximité du barrage hydraulique que représente la plaine d'Annecy.
- Le Trou de Boubioz : il s'agit d'une zone bien circonscrite, sub-circulaire d'environ 200 m de diamètre en surface, et qui atteint la profondeur de 78,70 m. Une carte de détail ainsi que deux représentations tridimensionnelles du Trou de Boubioz sont données aux figures 1 à 3. Il s'agit du débouché d'un conduit karstique dans le fond du lac et qui fonctionne comme une source sous-lacustre.
- Les "crêts de Châtillon" et d'"Anfon" : il s'agit de deux promontoires calcaires (cf. partie relative à la structure des fonds) qui émergent du fond et atteignent la profondeur de 4,40 m sous la surface. Le Crêt de Châtillon porte à son sommet des vestiges archéologiques (constructions) qui retiennent tout particulièrement l'attention des groupes archéologiques locaux ainsi que celle des plongeurs.

♦ Le lac intermédiaire

Il convient de traiter cette partie individuellement car elle constitue une sorte de seuil entre le grand lac et le petit lac.

Cette particularité est à souligner dans la mesure où elle peut jouer un rôle dans l'hydrologie du lac, notamment en ce qui concerne la circulation des eaux de fond entre les deux lacs.

La bordure septentrionale du lac intermédiaire est constituée du Roc de Chère et présente une topographie subverticale. La bordure méridionale présente une pente moyenne de 20 %. Le passage entre Duingt et Talloire constitue un goulet d'étranglement profond qui sépare le lac intermédiaire et le petit lac.

♦ Le petit lac

Il présente une bordure occidentale rectiligne à forte pente. La bordure orientale, relativement abrupte dans sa partie nord, présente une pente de plus en plus faible au sud du village d'Angon. Cette bordure s'incurve dans la partie sud-est du lac et offre alors une très faible pente de 4 % : cette situation est liée à l'existence des dépôts de sédiments apportés par l'Ire.

LAC D'ANNECY – TROU DE BOUBIOZ

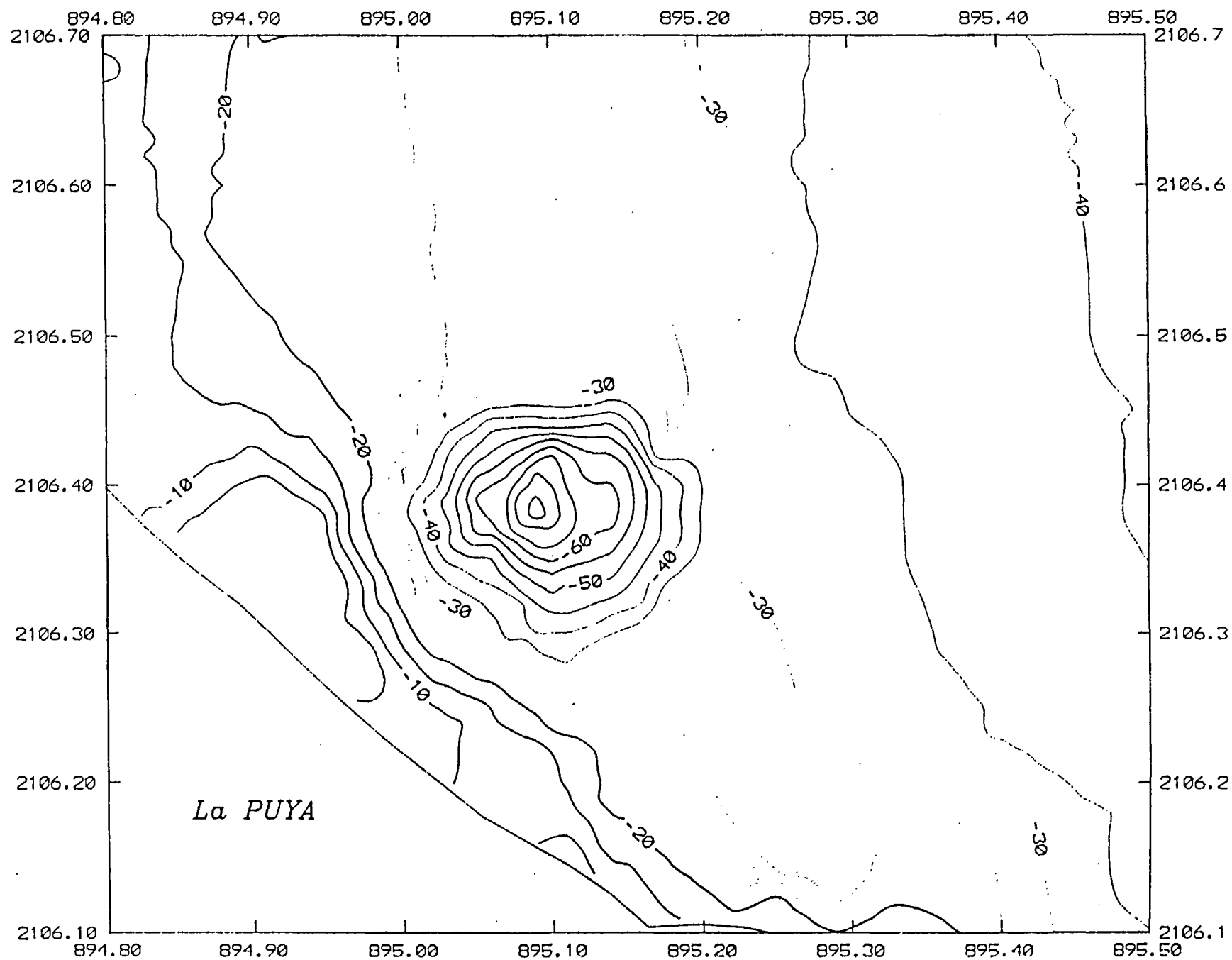


Fig. -1- BATHYMETRIE DU "TROU DE BOUBIOZ"

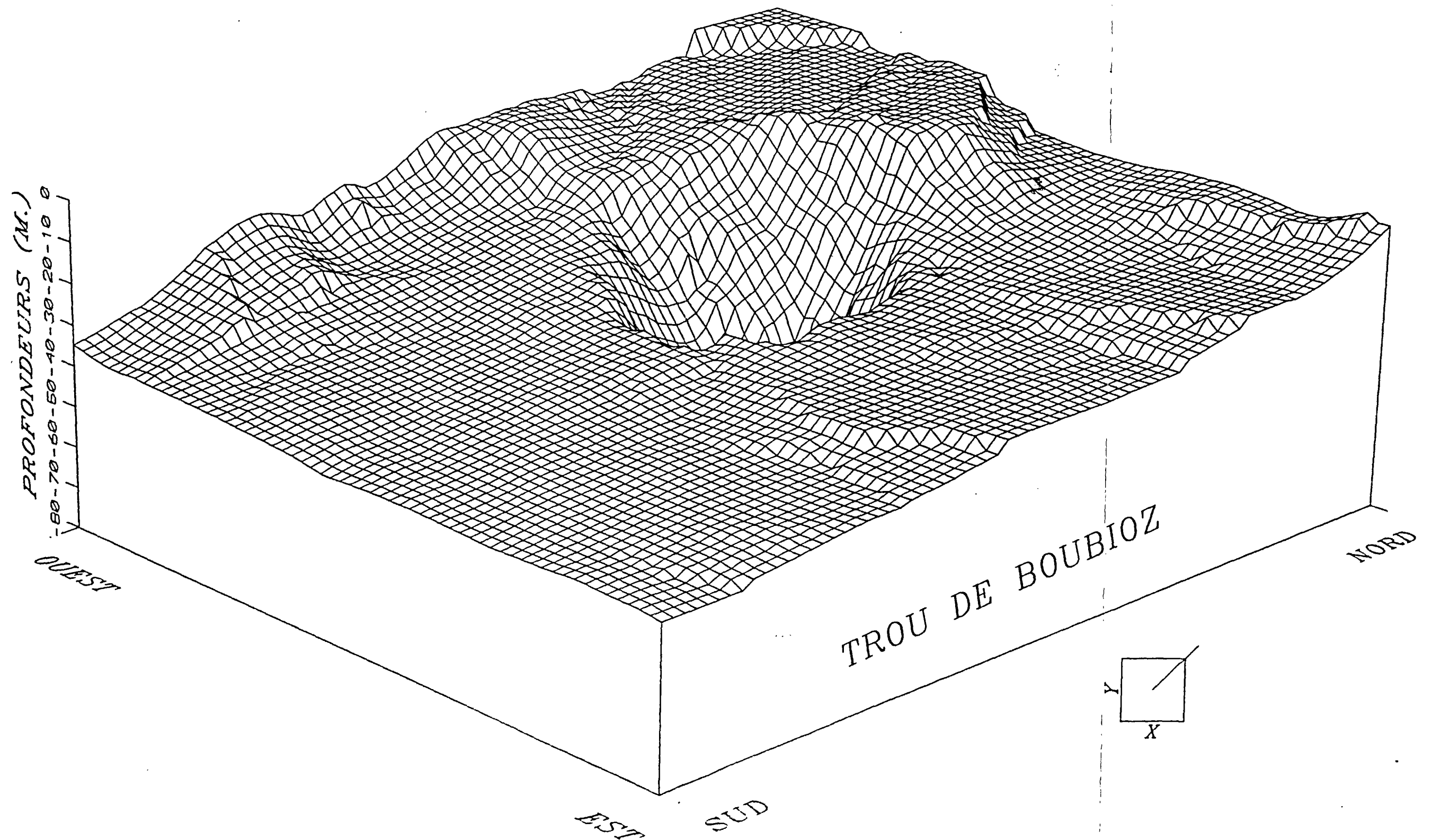
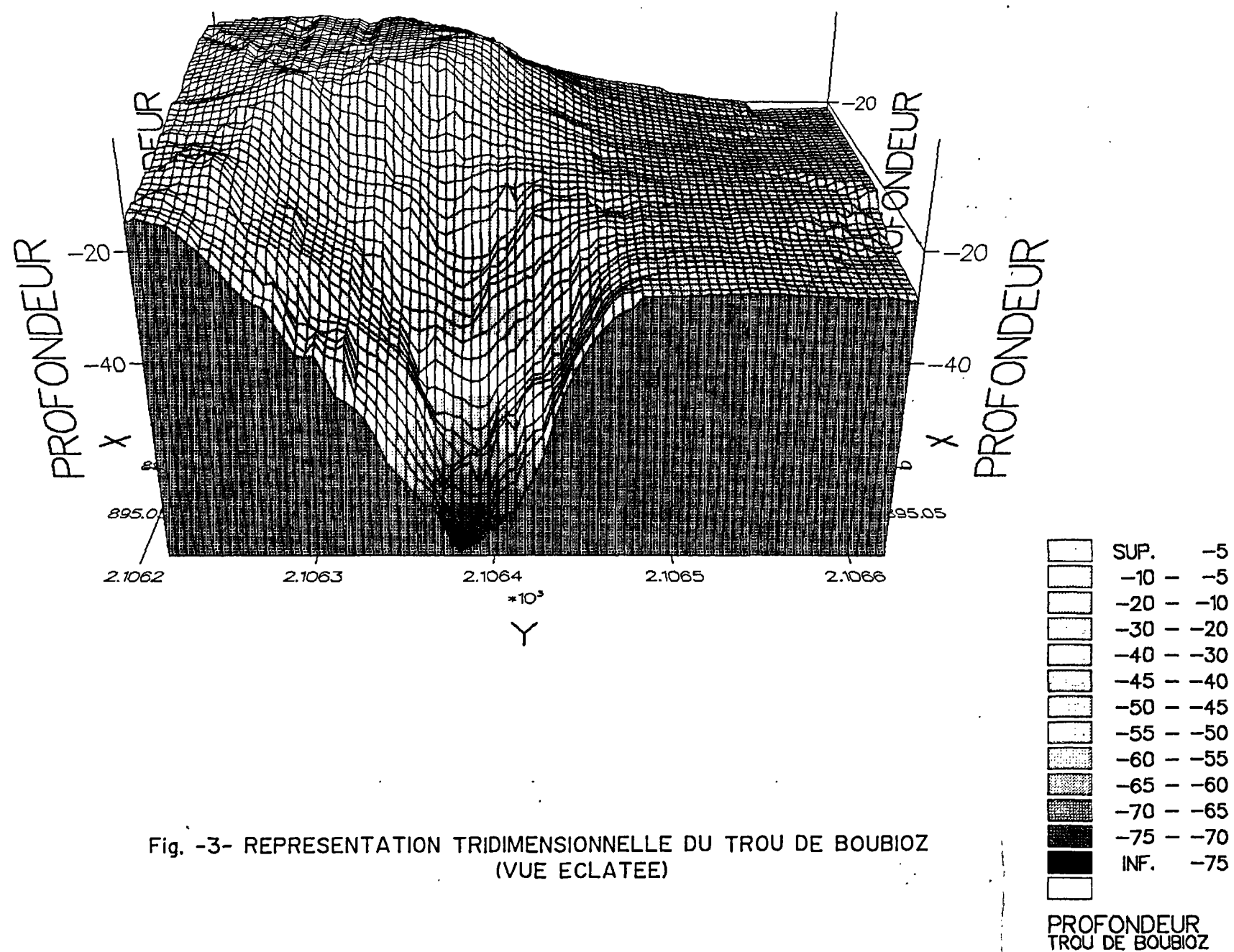


Fig. 2- REPRESENTATION TRIDIMENSIONNELLE DU TROU DE BOUBIOZ
(VUE DE DESSUS)



4.2 - Comparaison des documents actuels avec la carte de M. Delebecque

Des différences en ce qui concerne la valeur des sondes (profondeurs) sont à noter dans certaines parties du lac. Elles ont deux origines également possibles :

- une modification de la profondeur liée à une évolution naturelle des fonds : dépôts de sédiments, notamment à proximité du débouché des principales rivières, ou modification des fonds liée à des glissements de terrain sur les pentes,
- une différence de précision liée à la technique de mesure : M. Delebecque a réalisé ses mesures à l'aide d'un plomb de sonde. Bien qu'il ait déployé un grand soin dans la réalisation des mesures, cette technique n'est pas appropriée au sondage des fonds mous tels que ceux fréquemment rencontrés dans le lac d'Annecy. Les plombs de sonde s'enfoncent dans les sédiments, ce qui conduit à une surestimation de la profondeur. Ceci a été particulièrement bien observé au niveau du "Trou de Boubioz" que l'on sait, d'après les enregistrements sismiques, rempli de sédiments très fluides.

Par ailleurs, le tracé de mesures de Delebecque, nécessairement établi sur une période longue, a nécessairement pris pour référence des surfaces du lac qui n'étaient pas exactement homogènes (le lac était l'objet d'un marnage beaucoup plus important à l'époque, faute d'existence des vannes de régulation implantées sur le canal du Thiou en 1957). En fait, on ne sait pas si Delebecque a corrigé ou non, et alors sur quel référentiel, ses mesures brutes.

4.3 - Carte des pentes

Ce document, réalisé à l'échelle du 1/10 000, prend en compte 6 classes de pentes (1, 3, 5, 10, 20 et 30 %). Il fait l'objet de la planche III.

Il rend la visualisation de la forme du fond du lac plus aisée que la carte bathymétrique. On retrouve évidemment une morphologie lacustre typique : une frange bordière présentant de fortes pentes (pentes supérieures à 15 %), alors que le fond du lac est beaucoup plus plat. Les calculs indiquent que 90 % de la superficie du lac présentent des pentes inférieures à 15 %.

On notera que les fortes pentes soulignent les axes structuraux principaux du lac. En particulier, la zone du Crêt de Châtillon apparaît située sur un axe structural nord-sud bien visible qui doit vraisemblablement correspondre à un axe résistant du substratum (calcaire ou molasse).

5 - ESQUISSE GEOLOGIQUE DES FONDS DU LAC D'ANNECY

Les enregistrements sismiques réalisés ont permis d'appréhender, pour la première fois, la structure et la nature des fonds du lac. Les points essentiels sont les suivants :

- l'épaisseur du remplissage sédimentaire (dépôts glaciaires quaternaires) dépasse localement 80 m,
- les sédiments superficiels sont souvent très fluides,
- on note, dans le centre des deux dépressions, sous une dizaine de mètres de sédiments fins, la présence d'un écran total à la pénétration des ondes sismiques ; de tels masques sismiques correspondant habituellement, en milieu sédimentaire, à d'importants dépôts tourbeux le plus souvent saturés en gaz (gaz carbonique, méthane, ...),
- sur les pentes, de nombreuses cicatrices de glissements de terrain, actuels ou anciens ont été enregistrées,
- au niveau de la sédimentation, le grand lac et le petit lac ont des fonctionnements sédimentologiques différents.

Pour ce qui concerne la géologie des fonds, on se reportera à la planche IV "esquisse géologique des fonds du lac d'Annecy", qui fournit les informations suivantes :

- . épaisseur des sédiments quaternaires et actuels,
- . répartition des sédiments fluides de surface,
- . zones de glissements de pente.

5.1 - Importance des dépôts quaternaires

Les enregistrements sismiques montrent que, dans sa situation actuelle, le lac est rempli, en terme d'épaisseur, aux 3/5 par des sédiments. Dans la partie centrale du grand lac, il a été observé des pénétrations des ondes acoustiques de 86 m, sans toutefois atteindre le rocher. Le lac constitue une vaste cuvette dont la profondeur dépasse, par rapport au niveau actuel des eaux, 150 m. Les sédiments déposés au cours de l'époque quaternaire ont comblé partiellement cette dépression (cf. coupe, Fig. 4).

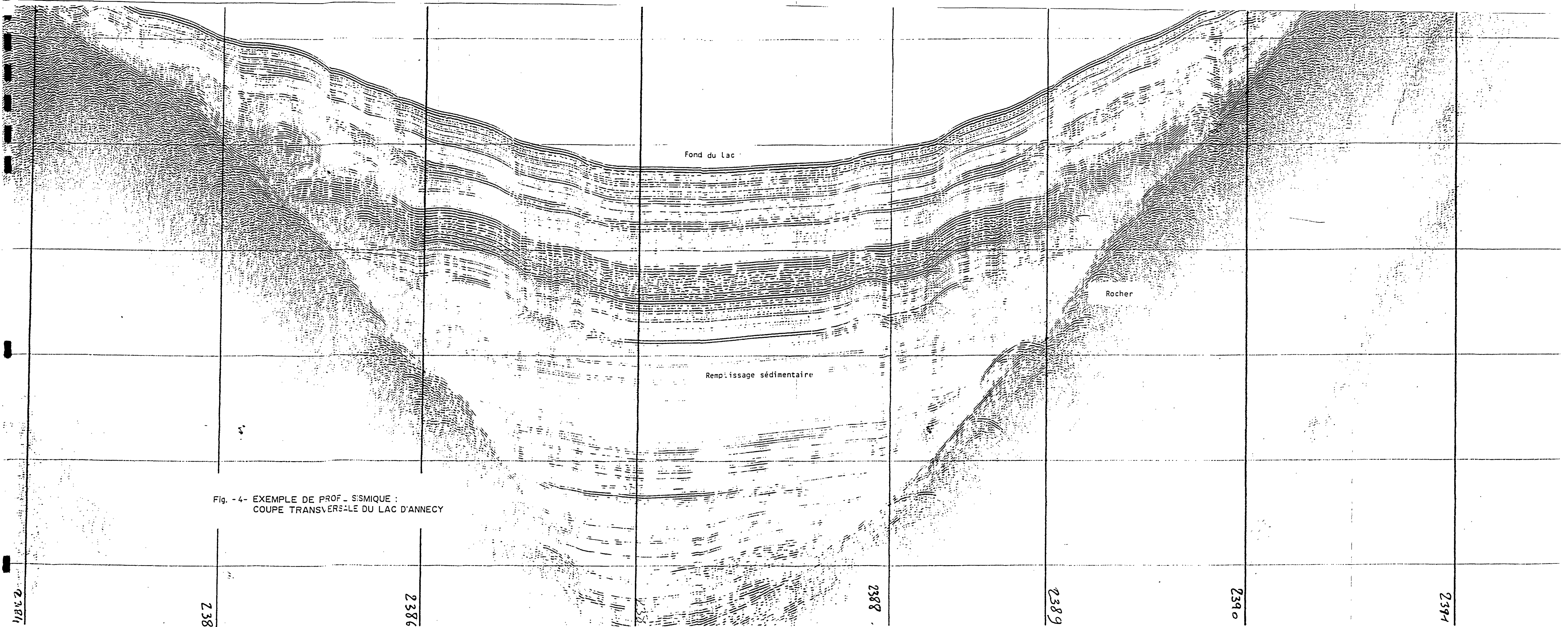


Fig. -4- EXEMPLE DE PROF. SISMIQUE :
COUPE TRANSVERSALE DU LAC D'ANNECY

L'observation des dépôts dans le petit lac a été beaucoup plus difficile, en raison de la présence de tourbes. La géométrie d'ensemble semble cependant indiquer que l'épaisseur est beaucoup moins importante.

5.2 - Particularités sédimentaires

5.2.1 - LES DEPOTS DE SURFACE

Les dépôts de surface, donc récents, présentent localement la particularité d'être extrêmement fluides. Cette situation est d'ailleurs confirmée par les observations des plongeurs. Les zones présentant de tels sédiments de surface ont été cartographiées (cf. planche IV).

5.2.2 - LES DEPOTS D'ORIGINE ORGANIQUE

On note fréquemment, sur les enregistrements sismiques, la présence de tourbes dans les sédiments. Le toit des couches tourbeuses se situe quelques mètres sous le fond actuel (cf. Fig. 4). Les tourbes sont très facilement identifiables. En effet, ces matériaux contiennent une importante quantité de gaz (liée à l'évolution de la matière organique) qui les rend difficilement pénétrables par les ondes sonores. En conséquence, là où existent des tourbes, il est difficile, voire impossible, d'identifier les couches sous-jacentes. La disparition locale de la couche tourbeuse, ou son dégazage (cf. Fig. 5) permet le recueil d'informations relatives aux sédiments profonds. En ce qui concerne le gaz lié à la présence de tourbes, il convient de signaler que son volume est certainement très important. Le gaz est retenu au sein des horizons tourbeux par les vases et argiles de surface. Cependant, il arrive parfois que la couverture argileuse fasse défaut localement et laisse échapper le gaz dans l'eau, ainsi que le montre la figure 6.

Les tourbes ont permis de mettre en évidence les régimes sédimentaires spécifiques qui prévalent dans le grand et le petit lac. Si la présence de tourbe est un phénomène quasi-constant dans le lac d'Annecy, on note une importance particulière de ces dépôts dans le petit lac, au droit duquel il a été impossible d'observer les sédiments sous les tourbes. L'absence d'informations relatives à l'épaisseur totale des sédiments dans le petit lac est imputable à la présence des tourbes.

Le contraste qui, sur le plan sédimentaire, existe entre le petit et le grand lac, tend à souligner l'effet de seuil que joue le lac intermédiaire, qui avait été mentionné au chapitre bathymétrie.

Fond du lac

Horizon de tourbe

Disparition de la couche de tourbe

zone masquée

Fig. -5- EXEMPLE D'EFFET DE MASQUE DU A LA PRESENCE DE TOURBE

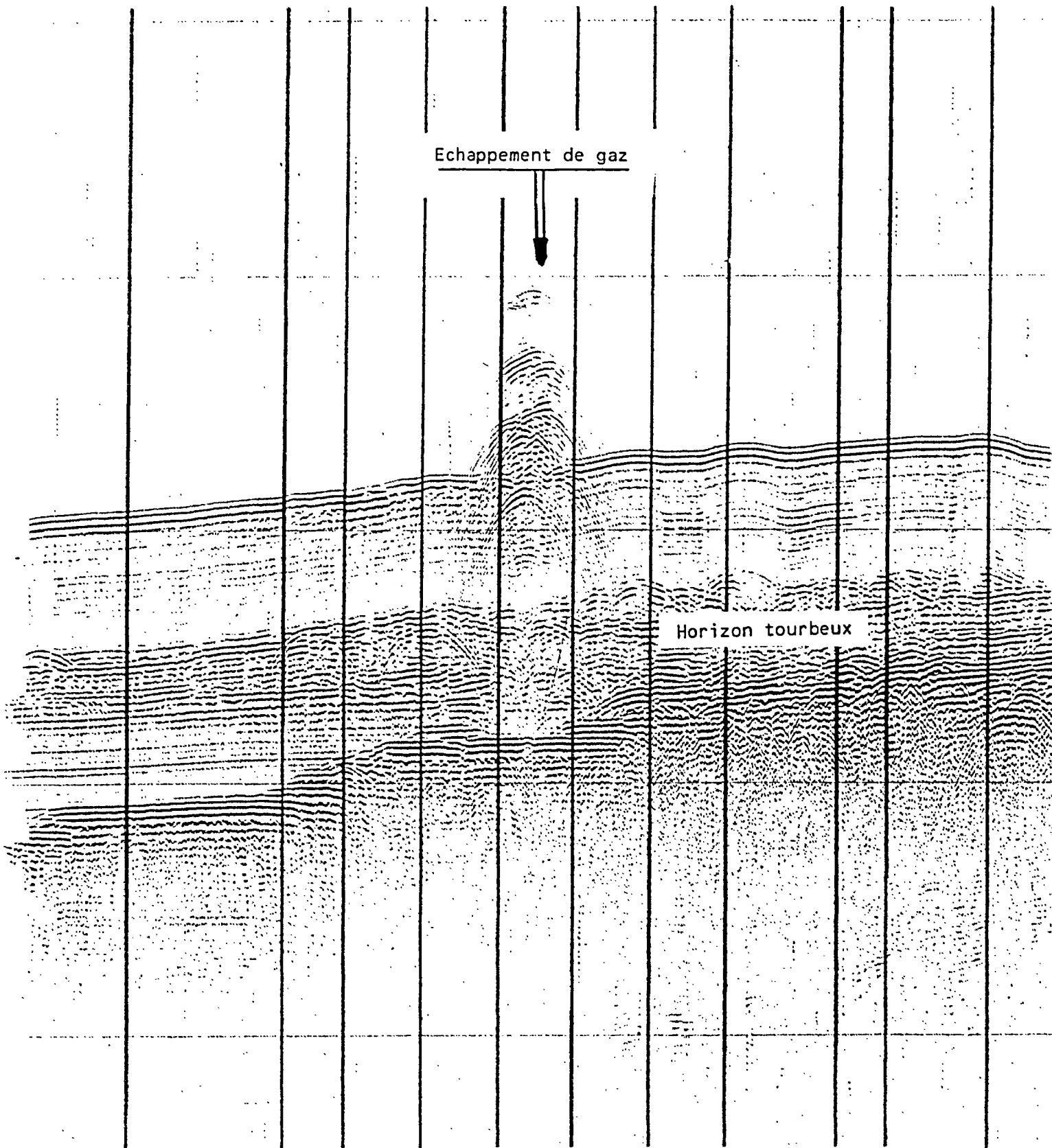


Fig. -6- PROFIL SISMIQUE MONTRANT UN ECHAPPEMENT DE GAZ

5.3 - Déformations affectant les dépôts quaternaires

Deux types de déformations sont à noter :

- des déformations "anciennes", qui affectent tout ou partie des dépôts sédimentaires : il s'agit soit de fractures du socle rocheux qui ont affecté les sédiments sus-jacents (flexures ou cisaillements locaux liés à un épisode sismique), soit de déformations internes dans les sédiments,
- des déformations récentes qui résultent surtout de glissements de sédiments sur les pentes ; on assiste alors à une ondulation des couches au pied de talus, voire à une destruction totale du sédiment liée à l'éboulement. Les zones affectées par ces phénomènes ont été reportées sur la planche IV.

6 - CONCLUSIONS

L'étude bathymétrique réalisée en 1990 pour le compte du Syndicat Intercommunal des Communes Riveraines du Lac d'Annecy a permis de parfaire, par la mise en oeuvre de techniques modernes de mesure et de traitement de données, la précision de la topographie du fond du lac d'Annecy, conduisant à l'élaboration de cartes topographiques et de cartes des pentes à l'échelle du 1/10 000 et du 1/20 000. Des zones particulières ont été cartographiées en détail : il s'agit du "Trou du Boubioz" et du Crêt de Châtillon, ce dernier à la demande et pour le compte du CNRAS (Centre National de Recherches Archéologiques Subaquatiques).

L'étude des fonds réalisée par sismique réflexion a permis une première approche de la connaissance du fond du lac d'Annecy. Celui-ci présente un remplissage sédimentaire de type glaciaire très comparable à celui du lac de Genève. L'épaisseur des sédiments recouvrant le substratum rocheux dépasse, dans le grand lac, 85 m. Par ailleurs, des couches tourbeuses importantes ont été mises en évidence, particulièrement au niveau du petit lac. En ce qui concerne les sédiments superficiels, des matériaux particulièrement fluides ont été observés et cartographiés. Sur les pentes, des zones d'instabilité ou de glissement ont pu être identifiées et cartographiées.

La connaissance actuelle des fonds du lac devrait être exploitée et complétée par des prélèvements de sédiments, afin de préciser la nature et le chimisme des matériaux et notamment leur rôle dans le piégeage ou la rétention de métaux ou métaux lourds qui ont pu, par le passé, être amenés dans les eaux du lac par les différents exutoires. Enfin, la présence de dépôts organiques proches du fond justifierait des investigations spécifiques.

A N N E X E 1

A N N E X E T E C H N I Q U E

Cette annexe a pour objectif de fournir au lecteur des informations relatives aux méthodes et équipements mis en oeuvre pour sonder le lac d'Annecy et d'apprécier ainsi la précision de la carte bathymétrique.

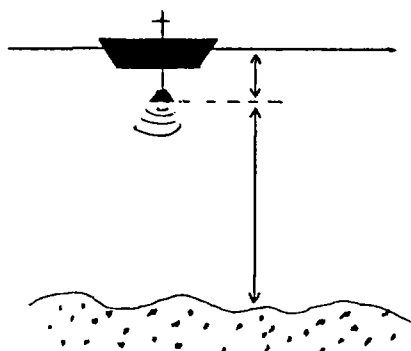
La précision d'un levé bathymétrique (ou topographique) repose sur trois paramètres, qui sont :

- la précision de la mesure altimétrique ou bathymétrique,
- la précision relative à la position géographique du point de mesure, c'est-à-dire la précision selon les axes x et y,
- la densité de mesures.

1.1 - Principe et précision du sondage bathymétrique ou écho-sondage

Les techniques modernes d'écho-sondage sont des techniques acoustiques, dont le principe est très simple : il consiste à mesurer le temps T que met une onde sonore à parcourir le trajet surface-fond-surface.

Connaissant la vitesse V de propagation du son dans l'eau, la profondeur P est donnée par la relation $P = V \times T$.



$$\text{Sonde réelle} = P + I$$

(I = immersion de l'échosondeur)

La précision obtenue sur la mesure de P dépend à la fois de la précision de la mesure du temps T et de la connaissance de la vitesse V de propagation du son dans l'eau.

Les sondeurs hydrographiques actuels offrent une précision supérieure à 0,1 % en ce qui concerne la mesure de T. La précision de la sonde dépend donc essentiellement de la connaissance de V. Ce paramètre est en pratique mesuré sur site. Dans le cas de sondage de lac, il y a lieu de réaliser les mesures lorsque les eaux présentent une grande homogénéité de vitesse depuis la surface jusqu'au fond. Sachant que la vitesse de propagation du son dans l'eau est fonction de la température de celle-ci, il y a lieu de sonder lorsque les eaux sont suffisamment mélangées pour fournir une homogénéité de température. Ce phénomène s'observe en fin de période

hivernale avec les maximum d'apports d'eau des bassins versants et l'homogénéisation thermique qui en résulte.

Avant d'entreprendre le sondage du lac, il avait été procédé à des mesures de la température de l'eau depuis le fond jusqu'à la surface. Ces mesures ayant confirmé l'homogénéité de la température de l'eau, il a été procédé à ce que l'on appelle la calibration de l'échosondeur : il s'agit d'ajuster les données lues à des profondeurs réelles mesurées. Pour ce faire, on immerge, à des profondeurs connues avec précision, une plaque qui simule le fond. Cette opération, compte tenu de ce qui a été dit précédemment, revient à ajuster le paramètre vitesse aux conditions réelles du site.

Particularités observées sur le lac d'Annecy

L'échosondeur mesure la profondeur du lieu où se produit la réflexion de l'onde sonore émise, généralement à l'interface eau-fond. Cependant, pour avoir réflexion, il faut qu'il existe un contraste de paramètres physiques entre deux milieux : ce contraste est important entre l'eau et le rocher ou les sables, il est beaucoup plus faible entre l'eau et les vases, particulièrement les vases liquides. Il en résulte que la réflexion acoustique naît parfois au sein des vases liquides, c'est-à-dire sous le fond. Pour s'affranchir de ce phénomène, on utilise des échosondeurs dont les fréquences élevées (210 kHz) sont sensibles aux faibles contrastes. Malheureusement, ces ondes de fréquence élevée ont une portée généralement limitée à moins de 50 m et ne convenaient donc pas pour le lac d'Annecy, dont la profondeur dépasse localement 80 m. Des fréquences plus basses (33 kHz) ont donc été utilisées : elles ont permis de sonder l'ensemble du lac. Les enregistrements montrent par endroits (cf. Fig. 7) une pénétration des ondes dans les vases. Ces informations permettent de délimiter les zones où des vases particulièrement fluides recouvrent le fond.

Ces observations conduisent à préciser, dans le cas de fonds vaseux, la définition du fond physique. Pour ce qui concerne cette étude, la définition de fond ne s'appuie pas sur des critères de densité du matériau constitutif du fond, mais sur des critères morphologiques, comme l'indique la figure 7. Notons que, compte tenu de la nature particulièrement molle de certains fonds, on peut s'attendre à des différences notables entre une mesure acoustique et une mesure réalisée au plomb de sonde.

Dans le cas où des comparaisons seraient faites entre mesures anciennes et modernes, il conviendra d'essayer de faire la part de ce qui est imputable aux méthodes.

1.2 - Positionnement des points de sondage

Le repérage de la position des points de mesure a été effectué au moyen d'un système de positionnement radio-électrique, qui permet de connaître, en permanence, la distance du sondeur à 3 balises installées à terre sur des points de coordonnées connues avec précision.

Un calculateur collecte et enregistre les distances D1, D2, D3, calcule les coordonnées géographiques du point de mesure et les affiche sur un écran vidéo. Cette information permet à l'homme de barre de suivre des profils rectilignes pré-déterminés. Lors du sondage du lac, les profils suivis étaient disposés perpendiculairement à l'allongement du lac et espacés de 200 m.

La position du bateau était relevée toutes les 10 secondes soit, compte tenu de la vitesse du bateau, tous les 20 m en moyenne.

1.3 - Sismique réflexion

Le principe de la méthode est proche de celui de l'échosondage, à la différence près qu'au lieu de chercher à n'avoir qu'un réflecteur à l'interface eau-fond, on cherche à obtenir les réflexions qu'engendrent les différents terrains en profondeur. L'émission permanente d'ondes sonores (8 émissions par seconde) permet d'obtenir une véritable coupe géologique qui fait apparaître la superposition des différents terrains ou couches géologiques.

A N N E X E 2

N O T E D E L A D D A F

(Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt
de la Haute-Savoie)



G. VERIDIQUE, Directeur

Cité Administrative
Rue Dupanloup 74040 ANNECY

Télétex. 933-5C884374 DDAF HSAV

Téléphone - 50 88 43 28

Service : A

N/Réf. : JMM/MH

V/Réf. :

Dossier suivi par : M. MERIAUX

Tél. : 50.88.41.70

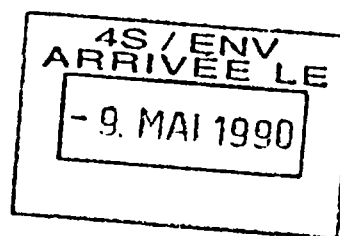
Objet : Problèmes topographiques relatifs à la
bathymétrie du lac d'ANNECY
Niveau du lac

ANNECY, le 3 MAI 1990

L'Ingénieur en Chef du Génie Rural, des Eaux et des Forêts
Directeur Départemental de l'Agriculture et de la Forêt

Monsieur le Directeur Départemental
de l'Equipement
Service Navigation

Chemin des Carrières
74000 ANNECY LE VIEUX
A l'attention de M. DELEAU



Je vous confirme comme convenu les éléments suivants :

* La cote "80" de l'échelle de référence de niveau du lac correspond à une altitude de 446,69 m en altitude orthométrique (altitudes NGF antérieures à 1969).

La correspondance en altitude normale IGN (qui s'applique donc sur toutes les altitudes NGF antérieures à 1969) s'établit pour la région d'ANNECY en ajoutant aux anciennes altitudes NGF un facteur correctif de 0,28 m.

L'altitude normale IGN de la cote 80 de l'échelle est donc de $446,69 \text{ m} + 0,28 = 446,97 \text{ m}$.

Cette altitude vient d'être vérifiée par les services techniques de la ville d'ANNECY (M. TARDIVEL du Service Voirie) qui ont effectué un nivellement de l'échelle de référence depuis un point NGF récent (1979) situé sur le bâtiment de l'Hôtel de Ville (altitude normale de 448,745 m).

L'altitude normale de la cote 80 de l'échelle obtenue par nivellement depuis ce récent repère NGF est de 446,974, valeur qui peut donc être arrondie par défaut à 446,97 m, ce qui vérifie la valeur calculée ci-dessus.

* La cote 73 a été retenue comme valeur moyenne du niveau du lac sur l'échelle de référence, au cours de la bathymétrie, ce qui correspond à une altitude normale IGN de :

$$446,62 \text{ m} + 0,28 = 446,90$$

.../...

... 2 ...

Toutefois, il a été proposé de recalculer les profondeurs réelles du lac à partir de la cote officielle du lac (cote 80, soit $446,69 + 0,28 = 446,97$ m) en ajoutant une constante de 0,07 m à toutes les valeurs mesurées (bien que le niveau du lac soit le plus souvent situé légèrement en-dessous de la cote 80).

Copie conforme transmise pour information à :

- BRGM - M. MOAL

ANNECY, le 3 MAI 1990

Pfte Directeur Départemental de l'Agriculture
L'Ingénieur du Génie Rural des Eaux et Forêts,
Chef du Service des Forêts et de l'Environnement

Y. CASSAYRE

