

Sismique sur le Léman : résultats obtenus avec le Sparker

Autor(en): **Winnock, E.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin der Vereinigung Schweiz. Petroleum-Geologen und -Ingenieure**

Band (Jahr): **32 (1965-1966)**

Heft 82

PDF erstellt am: **01.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-193990>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Sismique sur le Léman Résultats obtenus avec le Sparker

par E. WINNOCK, S.N.P.A., Pau

avec 6 figures dans le texte

Historique des travaux

Durant la période du 10 au 21 Avril 1964, la Société Nationale des Pétroles d'Aquitaine a utilisé sur le lac Léman, deux méthodes d'exploration sismique inédites pour l'endroit, le sparker et le gas exploder, mises en œuvre par la Compagnie Générale de Géophysique.

Plusieurs géologues et géophysiciens français, suisses ou allemands furent invités par la S.N.P.A. et la C.G.G. à assister aux essais.

Des profils supplémentaires furent tirés par la suite sur le Léman pour le Centre de Recherches géodynamiques de Thonon-les-Bains (4-5) et pour le port de Genève.

Jusque là, les connaissances obtenues sur le fond du Léman se limitaient aux affleurements décrits dans la région de St-Sulpice (6) à l'occasion de très basses eaux et aux indications du Mud Penetrator employé par le C.R.G. de Thonon et dont le rayon d'investigation ne dépasse pas une dizaine de mètres (3).

La publication présente est faite avec l'autorisation de la Direction de la S.N.P.A. Elle s'appuie sur des rapports non publiés de M. CROUZET, Chef de la mission C.G.G. qui opéra sur le lac et de M. GOUYET, Géophysicien, chargé par la S.N.P.A. de superviser les travaux (7 et 9).

Appareils utilisés

Les appareils utilisés ont été décrits en détail par MM. CROUZET (1) et GOUYET (2).

Les deux méthodes nouvellement introduites utilisent les mêmes propriétés que la sismique conventionnelle terrestre ou marine. Deux différences sont essentielles: l'énergie beaucoup plus faible mise en œuvre et l'enregistrement continu.

Alors que les charges utilisées à terre sont de l'ordre du kg ou de la dizaine de kg, le gas exploder utilise l'explosion d'un mélange gazeux (propane + oxygène) dont la puissance équivaut par point de tir à 20 g de dynamite (inoffensif pour les poissons).

Les réserves de gaz, les canons utilisés rendent le procédé lourd et encombrant. Comme il n'a pas donné sur le Léman des résultats aisés à interpréter, nous ne nous étendrons pas sur l'appareillage.

Quant au sparker il utilise l'énergie encore 100 fois plus faible de l'étincelle d'un arc électrique. Des sparkers développant plus de 10.000 j. sont fréquemment employés maintenant par les océanographes américains ou anglais mais sur le Léman nous ne disposons que de 600 joules.

Des sismographes sensibles à la pression ou hydrophones sont utilisés. Sur le Léman un hydrophone unique était traîné à faible distance de l'émetteur.

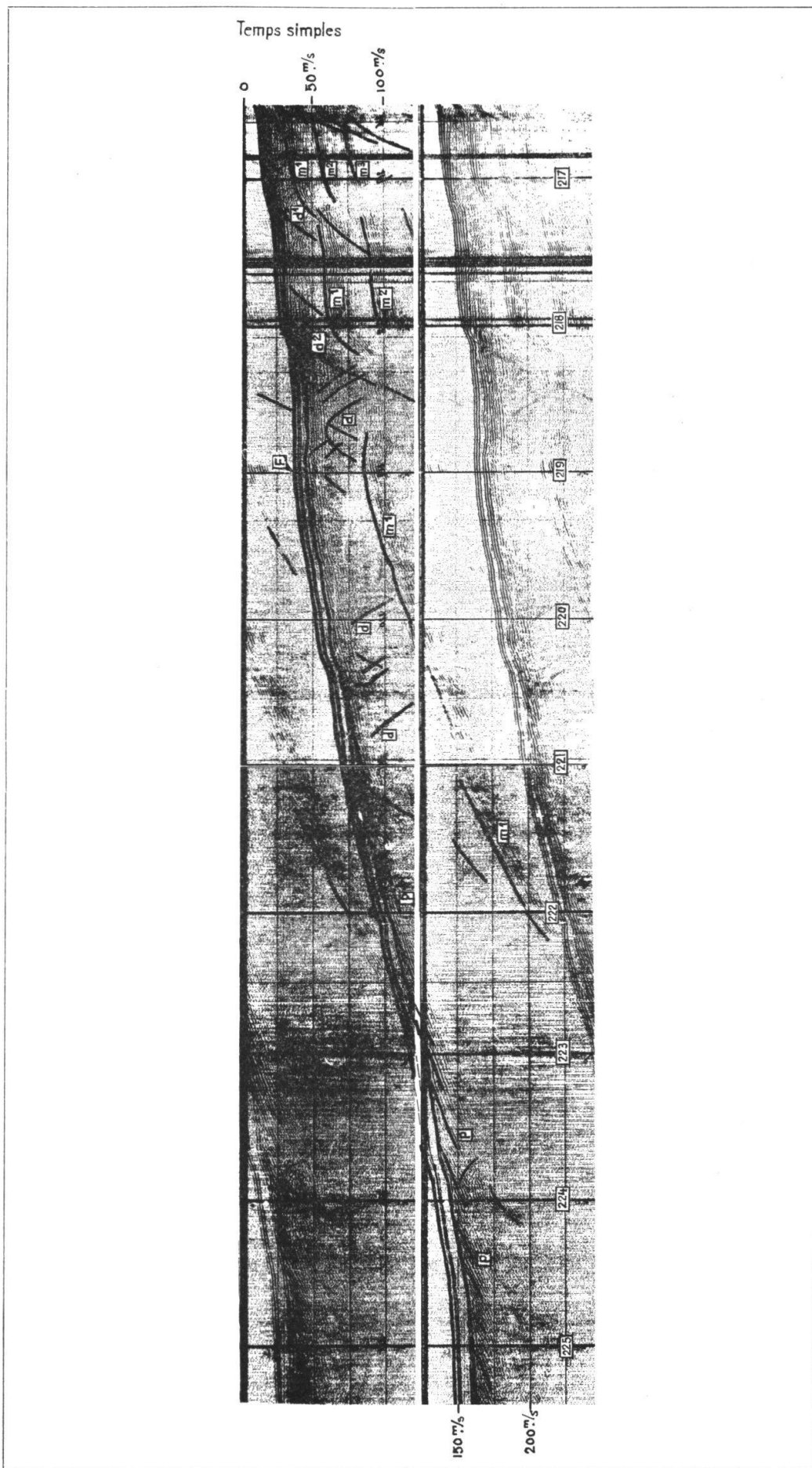


Fig. 1 - Profil J

L'enregistrement, très ingénieux, permet d'inscrire côte à côte les traces successives, donnant au film l'allure d'une coupe temps. Les étincelles ont lieu toutes les 250 milli-secondes ce qui correspond à la hauteur du papier utilisé. Dans les cas les plus favorables il arrive encore de l'énergie après 250 millisecondes et celle-ci s'inscrit à nouveau sur le haut de la bande ce qui fait que nous avons pu lire dans les meilleurs cas jusqu'à 400 m. s. (temps doubles). Ceci correspond, compte tenu des vitesses propres aux différents milieux traversés, à une profondeur d'investigation de 300 à 500 m.

Déscription d'un enregistrement (fig. 1)

L'extrémité suisse du profil J est un bon exemple d'enregistrement. Nous avons collé l'un au dessus de l'autre 2 tirages du même enregistrement de façon à voir plus clairement ce qui se passe sur 500 m.s. (temps-doubles).

Les premiers traits noirs en haut du diagramme correspondent à l'origine des temps (bruit d'appareillage) suivi immédiatement d'une arrivée première qui correspond à l'onde directe sparker – hydrophone (2 à 3 m).

Une arrivée formée de plusieurs trains d'ondes correspond à la première arrivée réfléchie sur le fond F –.

Un ensemble d'arrivées comporte des réflexions sur un niveau plus profond – P – des indications de pendage – p – des multiples – m – et des diffractions – d –.

La figure 1 montre de beaux multiples m 1, m 2, m 3 correspondant à autant d'aller – retour supplémentaire de la première réflexion entre la surface et le fond de l'eau. Ici, il n'y a pas de confusion possible entre multiples et réflexions directes dans l'exemple choisi, mais bien souvent, les multiples rendent l'interprétation difficile.

La même planche montre tout un jeu de diffractions. Deux d'entre elles d 1 et d 2 sont dues à deux petites failles visibles dans la topographie malgré l'enrobement par les sédiments récents.

Les autres diffractions sont dues à des irrégularités moins nettes de la surface du deuxième milieu (ici la molasse).

Sur d'autres profils les diffractions apparaissent plutôt à l'intérieur du premier milieu superposé à la molasse: la présence d'argiles à blocs fournirait une explication du phénomène.

Les pendages – p – se voient dans la partie gauche du film.

Sur cet exemple, de l'énergie apparaît jusqu'au delà de 400 m.s., mais c'est d'un multiple qu'il s'agit. Il n'en sera pas de même dans les parties plus profondes du lac (en dehors de l'illustration) où de beaux pendages sont visibles à 450 m.s.

Déscription des profils du petit lac

Cinq profils traversent la partie Nord-Est du petit lac (profils A à E) – cf fig. 3. –. Ils permettent de se faire une bonne idée de la structure du petit lac, de la morphologie du toit de la molasse et de l'importance du remplissage.

Beaucoup de géologues pressentaient la nature synclinale du petit lac. Celle-ci est confirmée par la présence de pendages bien visibles au voisinage des deux rives et surtout la rive suisse. Ces pendages toujours faibles, atteignent rarement cinq degrés. Les pendages côté suisse se raccordent au monoclinale, remontant vers le Jura, connu par sismique terrestre sous Rolle et Nyon. Les pendages côté français, appartiennent au flanc N.W. de l'anticlinal de Messery, également connu par sismique terrestre, et naguère foré par la PREPA jusque dans l'Urgonien.

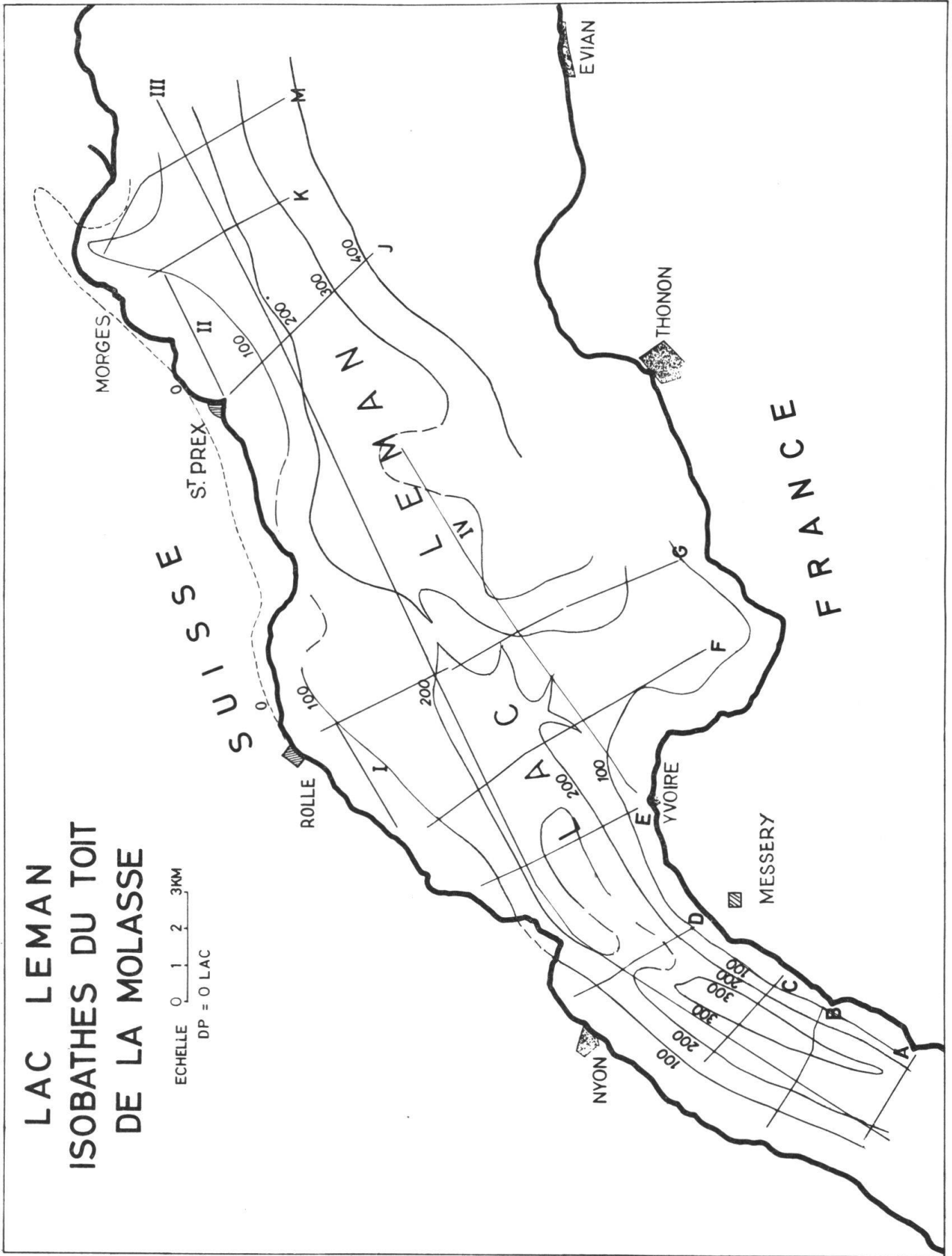


Fig. 2

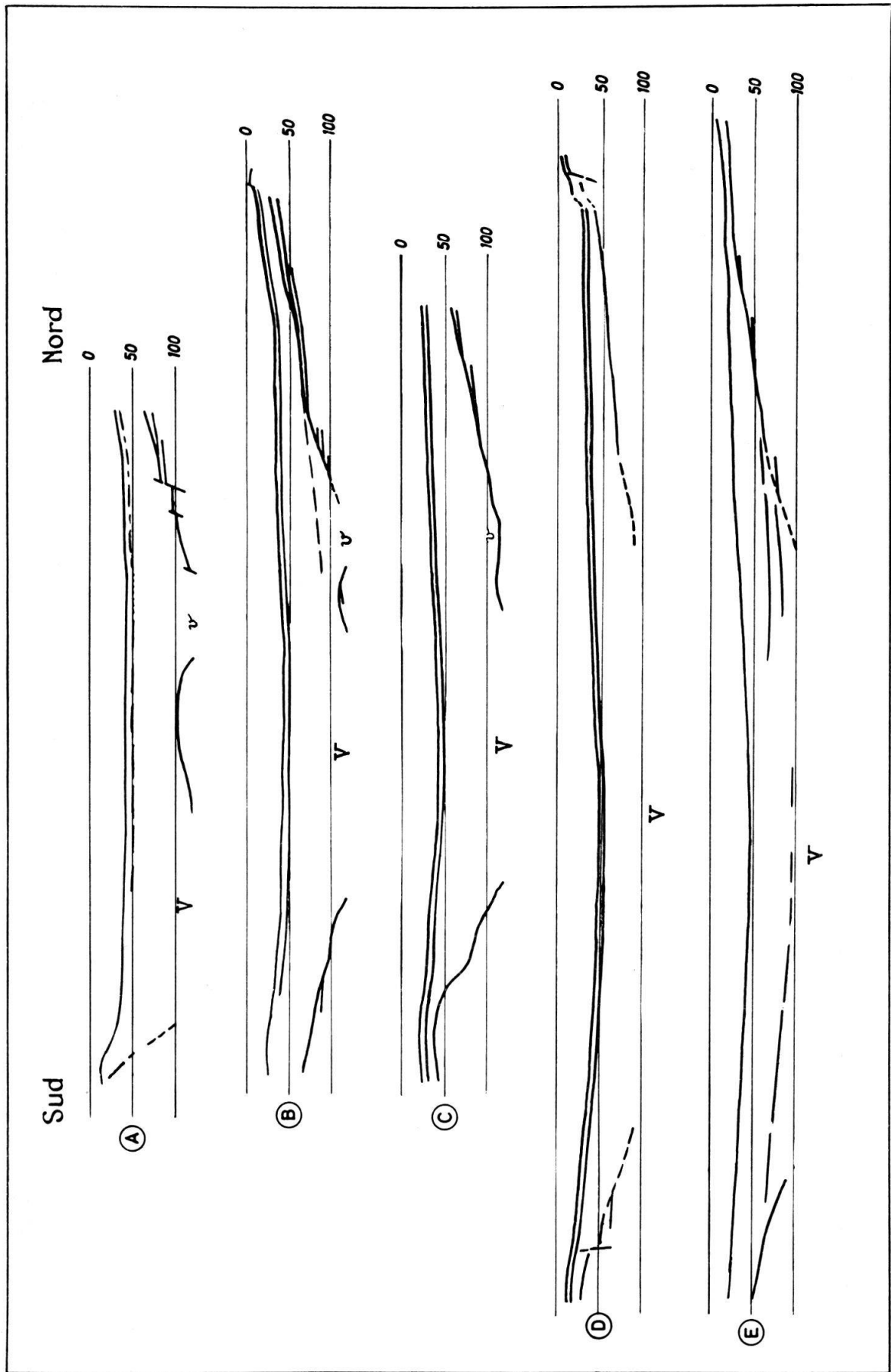


Fig. 3 - Cinq profils à travers le petit lac

Des failles affectent les deux flancs et accentuent la descente due au pendage.

L'érosion post-molassique a profondément creusé le synclinal du petit lac lui donnant la morphologie d'une vallée dissymétrique avec une rive française plus pentée. Restés apparents, les bancs de la molasse donnent à chacune des rives une allure en gradins regardant vers le centre de la vallée.

Entre la fosse principale V et la rive suisse une vallée latérale v (affluente?) est visible. Elle descend vers le Sud-Ouest, en direction de Genève.

Cette topographie vigoureuse est ensevelie sous une masse importante de sédiments "lacustres" dépassant sans doute cent mètres sur tous les profils. Les parties les plus surcreusées ont d'abord été comblées, puis les niveaux successifs ont gagné en extension. Ces niveaux peuvent être corrélés d'un profil à l'autre grâce au profil III longitudinal qui fait apparaître une certaine lenticularité à l'échelle de l'ensemble du lac. Le niveau le plus récent, peu consolidé, tapisse l'ensemble du lac d'un voile assez uniforme qui laisse toutefois transparaître au voisinage des rives quelques marches d'escaliers correspondant aux petites failles mentionnées plus haut.

Description de la partie Suisse du Léman à l'ouest de Lausanne

Trois profils au large de St-Prex et Morges – fig. 5 – montrent à quel point la structure et la morphologie de la molasse, ainsi que son recouvrement, sont différents de ce qu'ils étaient dans le petit lac.

Au voisinage de la rive suisse des pendages inférieurs à quelques degrés se lisent jusqu'à 2 km au large. Ils marquent ici le flanc Sud-Est de l'anticlinal de Morges, objet des travaux sismiques terrestres successifs de la P.R.E.P.A., puis de la S.N.P.A. Ce flanc connu à terre par quelques pendages dans la région de la Venoge, entre Morges et Lausanne, n'avait pas été vu en surface entre Morges et St-Prex.

Rapidement les pendages s'accroissent sur les 3 profils pour passer de 5 à 10° à une distance de 2 à 3 km des rives et dépasser 10° au delà de 3 km, pour avoisiner 25° en extrémité de profil.

Au croisement des profils transverses et longitudinaux la direction des pendages a pu être restituée. La direction est généralement ESE ou SE – cf. fig. 6 –.

Le grand lac est donc coupé en oblique par la descente monoclinale très accusée de la molasse. Les assises urgoniennes qui en forment le substratum, supposé à 600 ou 700 m de profondeur sous Morges, plongent donc rapidement vers le Sud-Est. Elles sont au-dessous de la cote – 1.500 sous Lausanne et sans aucun doute bien au delà de – 3.000 sur la rive française entre Thonon et Evian.

Dans le grand lac aucun contre-pendage n'a été décelé. Ceci nous porte à croire que l'anticlinal de St-Sulpice n'est qu'un accident minime de la descente générale qui succède au SE à l'anticlinal de Morges: sans doute un repli de détail au voisinage d'un train de failles visibles sur la grève de St-Sulpice décrit dans l'ouvrage cité.

La surface d'érosion de la molasse montre une morphologie en petites cuestas, de l'ordre de la dizaine de mètres, tournées vers l'amont, c'est-à-dire vers la Suisse. Cette image est donc l'inverse de celle qu'offrait le petit lac.

De plus le recouvrement est ici très réduit et parfois presque inexistant. A l'embouchure de la Venoge, dont l'emplacement est sans doute récent et l'alluvionnement très faible, on peut voir les pendages sous les eaux du lac. Ailleurs l'épaisseur du recouvrement varie d'une à plusieurs dizaines de mètres ce qui correspond à l'épaisseur généralement rencontrée à terre par les forages de la sismique.

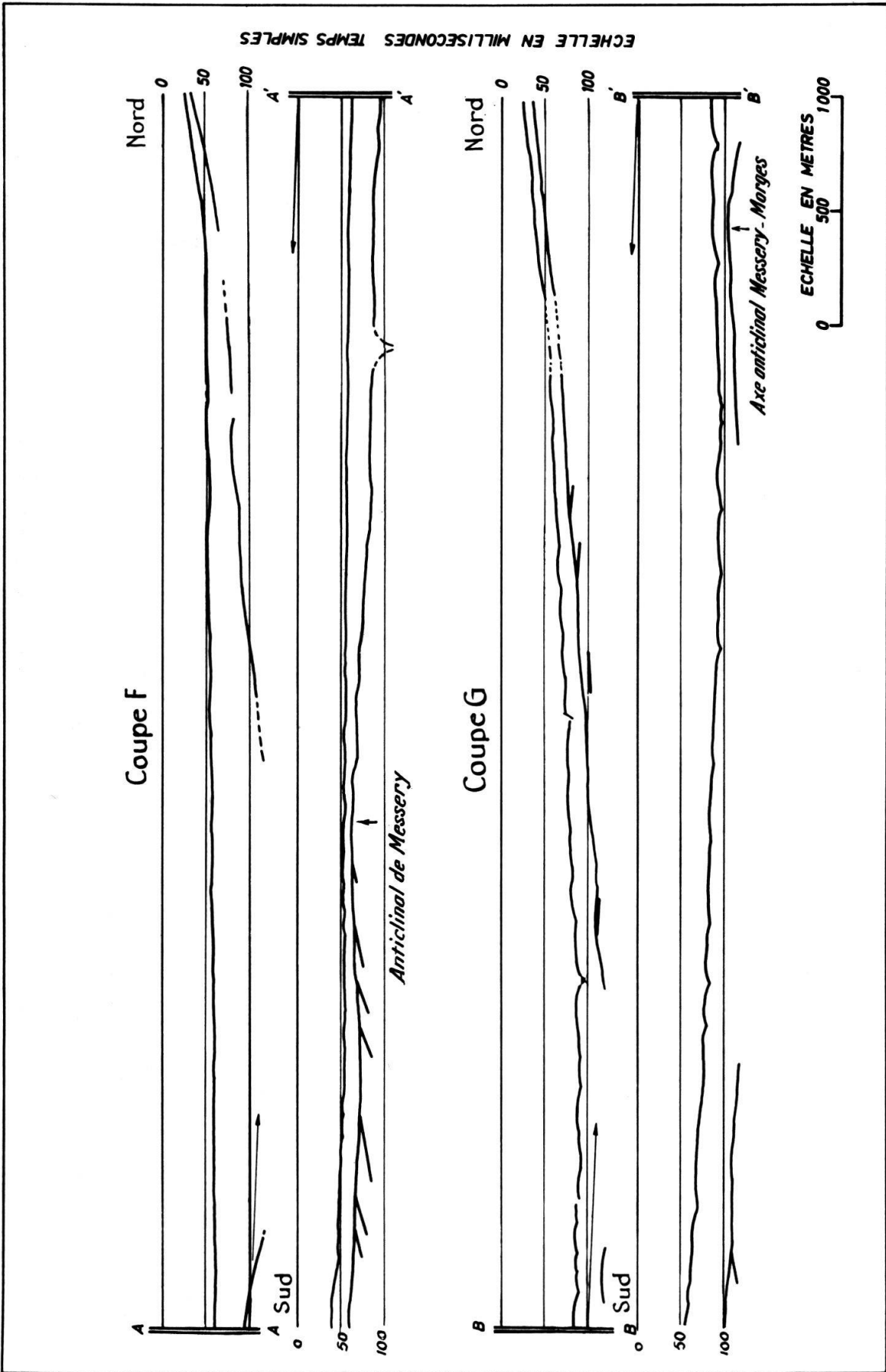


Fig. 4 - Deux profils à travers le Léman à l'ouest de Thonon

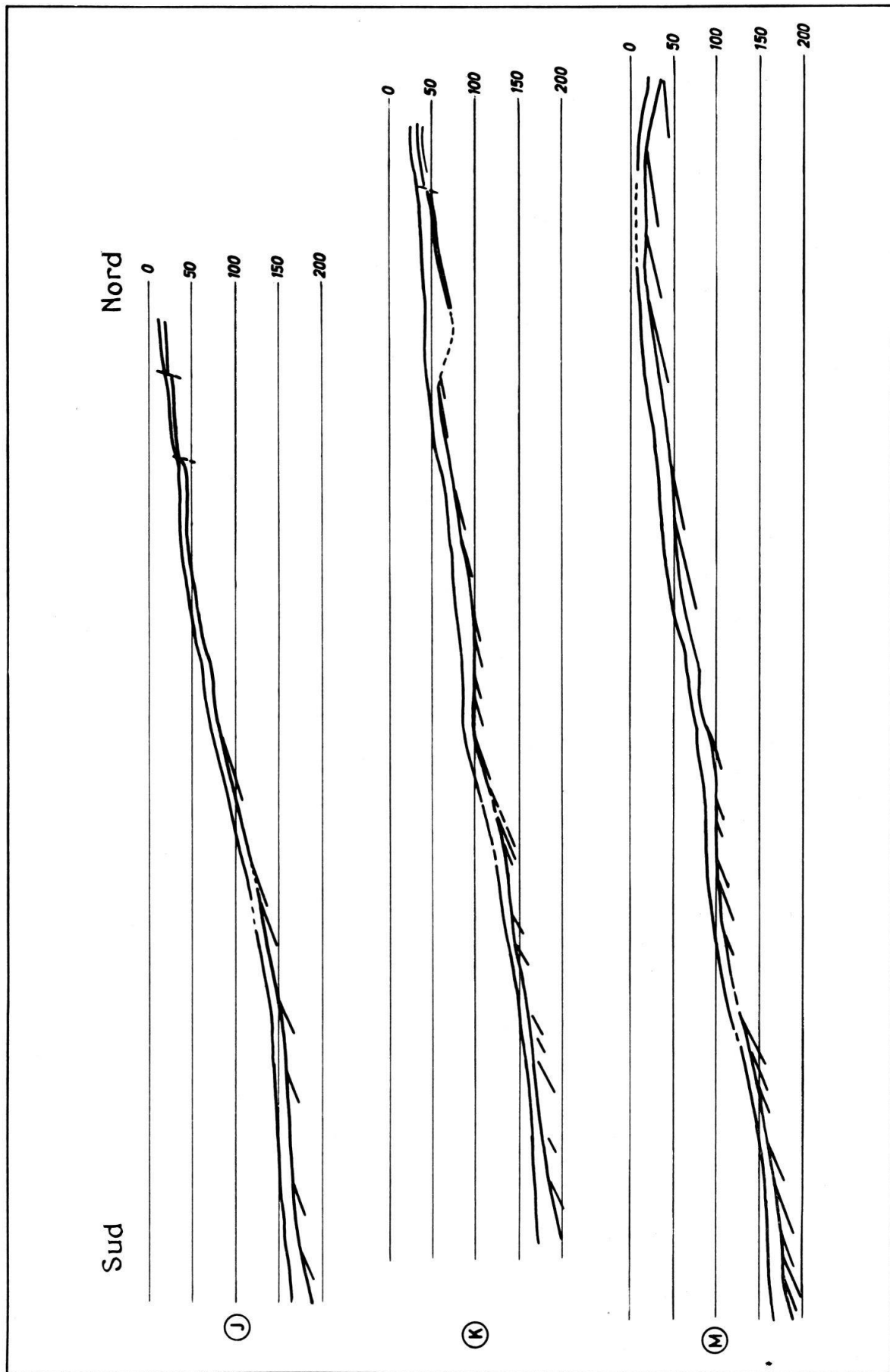


Fig. 5 - Profils J - K - M (Sud de Morges)

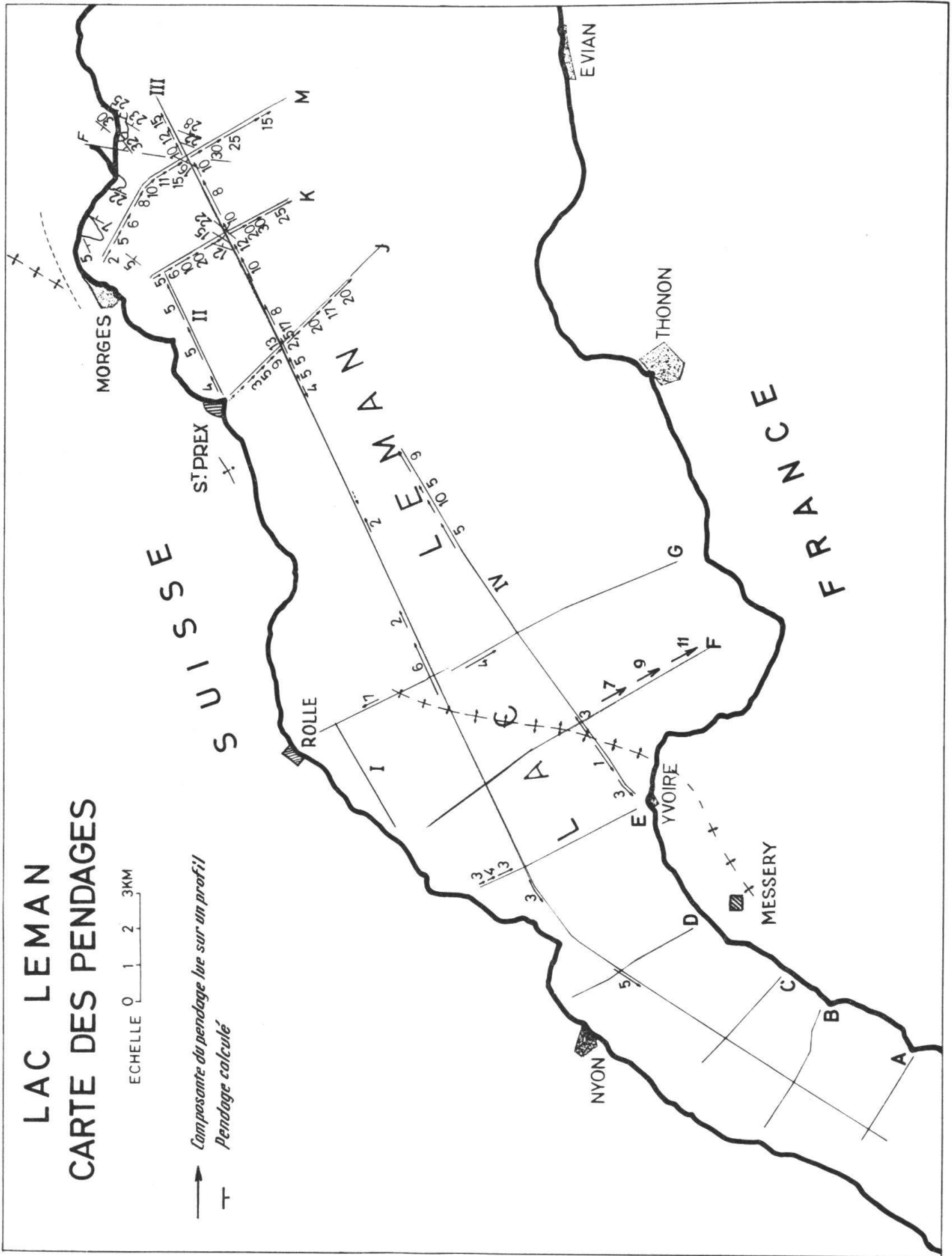


Fig. 6

Le relai entre petit lac et grand lac

Après la passage de synclinal du petit lac, les profils G et F montrent nettement un renversement des pendages sur l'axe Yvoire–St-Prex. Le même mouvement se voit plus ou moins nettement sur les profils III (au croisement avec G) et IV (au croisement avec F). Cet axe anticlinal assure en quelque sorte la continuité du trend anticlinal Messey, St-Prex–Morges.

Il est remarquable que cet axe anticlinal subsiste dans la surface d'érosion de la molasse qui montre un seuil marqué entre petit et grand lac – fig. 2 –. Il faut sans doute attribuer la présence de ce seuil à une déformation structurale postérieure à l'érosion du toit de la molasse: subsidence péri-alpine responsable de la formation du grand lac à l'Est du seuil Yvoire–Rolle; subsidence du petit lac à l'Ouest*. Ce seuil a été parcouru par des courants érosifs sous-lacustres ou entamés par l'érosion avant le comblement sédimentaire car des vallées très nettes sont visibles en particulier sur les profils F et G – fig. 4 –.

Des anomalies du fond actuel du lac sont également visibles sur le profil G. Elles n'ont pas d'autre explication plausible que la présence en cet endroit de minuscules vallées de quelques mètres dues à des courants.

Conclusion

L'étude sismique lacustre entreprise par la S.N.P.A. pour les besoins de la recherche pétrolière a permis de noter plusieurs particularités intéressantes de la structure et de la morphologie actuelle ou ancienne du Léman, notamment l'individualité du petit lac et sa structure très différente de celle du grand lac. Elle a déjà permis l'utilisation pour d'autres besoins que ceux de la recherche pétrolière d'une méthode très adaptée aux impératifs sévères de plans d'eau réservés par priorité au tourisme ou à la pêche. Il serait souhaitable que cette technique nouvelle, peu onéreuse, soit utilisée pour une meilleure connaissance d'autres lacs.

Bibliographie

- 1 – M. P. CROUZET – C.G.G.: Nouveaux procédés de sismique marine. Le Sparker et le Gas Exploder – AFTP n° 168 – 30. 11. 64.
- 2 – J. GOUYET – S.N.P.A., PAU: Note sur le Sparker et le Gas Exploder. Bulletin technique des Sociétés du groupe B.R.P. n° 20, mars 65.
- 3 – L. GLANGEAUD, O. LEENHARDT et Mme C. SERRUYA: Structures enregistrées par le Mud penetrator dans les sédiments quaternaires du Léman. C.R. Acad. Sc. t. 258 (11. 5. 64).
- 4 – Mme C. SERRUYA et MM. O. LEENHARDT et L. GLANGEAUD: Structuration et évolution post oligocène de la région du lac Léman (France et Suisse). C.R. Acad. Sc. Paris t. 259 (7. 9. 64).
- 5 – Mme C. SERRUYA – C.R.G. – Thonon: Quelques données nouvelles sur la structure profonde du lac Léman. Arch. des Sciences – Genève vol. 18, fasc. 1 – 1965.
- 6 – J. P. VERNET: La géologie des environs de Morges. Ecl. Géol. Helvetiae. Vol. 49, n° 1, 1956.
- 7 – Rapports inédits de la C.G.G. concernant la sismique terrestre en Savoie et canton de Vaud (C.G.G. et U.G.F.) et la sismique lacustre sur le lac Léman, établis pour les Sociétés PREPA et SNPA de 1957 à 1964.
- 8 – DORKEL: Rapport d'interprétation de la sismique Morges – St. Prex. Nov. 62 – Rapport interne PREPA.
- 9 – GOUYET: Rapport sur une étude sismique effectuée en avril mai 64 sur le permis de Vaud (Suisse) et le lac Léman – 1^{er} Juillet 1964 – Rapport interne SNPA.

* La sédimentation s'est faite indépendamment dans chacune des deux cuvettes pendant les laps de temps correspondent aux premiers niveaux de remplissages cités auparavant et vraisemblablement avec des éléments apportés par des fleuves différents: Arve d'un côté, Drance et Rhône de l'autre.