



BRGM

BUREAU DE RECHERCHES GEOLOGIQUES ET MINIERES

74 rue de la Fédération PARIS (15°)

DEPARTEMENT DES SERVICES
GEOLOGIQUES REGIONAUX

DIRECTION SCIENTIFIQUE
DEPARTEMENT GEOLOGIE
Service d'Hydrogéologie
DEPARTEMENT GEOPHYSIQUE

**LA SOURCE SOUS-MARINE
DE PORT-MIOU**

(Calanques de Cassis)

ETUDE PAR PROSPECTION GEOPHYSIQUE

Livret-guide hydrogéologique

par

G. CORNET, G. DUROZOY, CI. GOUVERNET, F. MUNCK

DS.63.A107

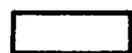
Novembre 1963

MASSIF des CALANQUES

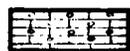
CARTE GÉOLOGIQUE

ECHELLE 1/80000

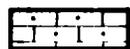
0 1 2 3 4 km.



Alluvions



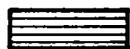
Sannoisien et Stampien
Calc. lacustres argiles et poudingues



Coniacien et Santonien
Grès argileux et calc. à Rudistes



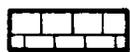
Turonien
Marnes grés et calc. à Rudistes



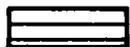
Cénomanién
Calc. et calc. marneux



Aptien
Calc. marneux et marnes grises



Urgonien Barremien
Calc. compacts, bancs massifs



Hauterivién
Calc. et calc. marneux



Valanginién
Calc. compacts et calc. marneux



Portlandien
Dolomies grises et calc. blancs massifs



Argovien, Séquanien, Kimméridgien
Calc. beiges



Callovién
Calc. marneux



Bajocién, Bathonien
Calc. marneux



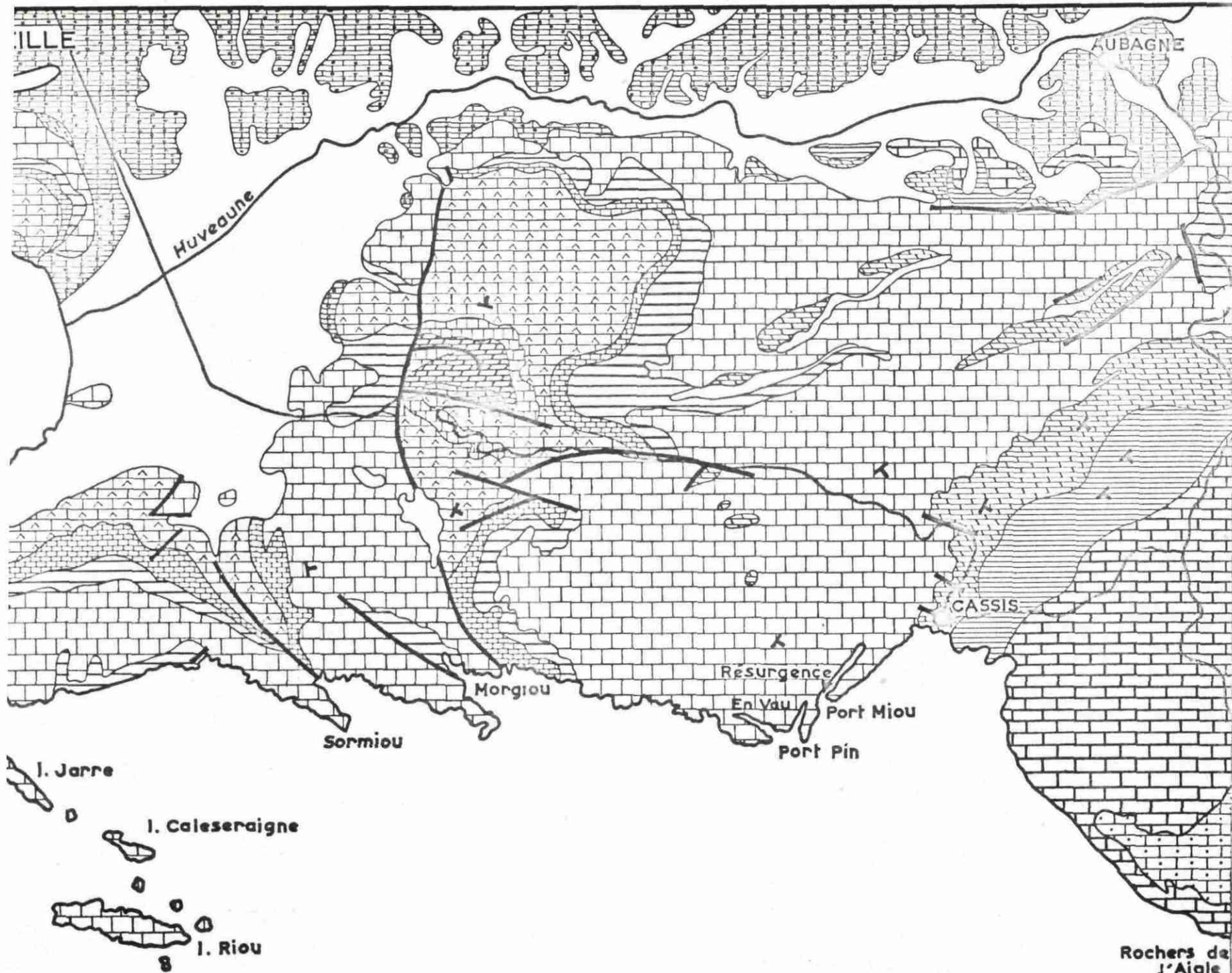
Contour géologique



Faille ou contact anormal



Pendage des couches



D'après les contours de la carte géologique de France au 1/80 000 feuille Marseille

LA SOURCE SOUS-MARINE DE PORT MIOU
(CALANQUES DE CASSIS)
ETUDE PAR PROSPECTION GEOPHYSIQUE

SITUATION.

La source de PORT MIOU est située sur la rive Nord de la Calanque du même nom à quelques kilomètres à l'Ouest de Cassis dans le Département des Bouches du Rhône. On y accède par un chemin de terre partant de Cassis par la Départementale 41 A. soit par bateau en partant du port de Cassis.

HISTORIQUE.

Dès 1725 écrit MARTEL (1) "le Comte de Marsigli signalait (Histoire physique de la mer, Amsterdam p.13 et pl.V), dans la calanque de Port-Miou, une puissante source sous-marine, "débouché d'un fleuve souterrain" venant de la Sainte-Baume et du plan de Cuges (à 15-20 km. au Nord-Ouest) ou du bassin à Embucqs de Génépos (v. p.91).

Depuis deux siècles, cette indication est reproduite et amplifiée par les plus savants auteurs. On ajoutait que la force de l'eau repoussait les sondes, les corps flottants, les barques et même les navires. Et on songeait à capter cette onde douce.

Toutefois, la Grande Statistique des Bouches-du-Rhône (Marseille, 1821-1829, 4 vol. in-4°) n'avait point répété les dires de Marsigli, sur ce fameux problème de Port-Miou. La Description minéralogique et géologique du Var par le comte de Villeuneve-Flayosc (Paris, 1856, p.465) le posa à nouveau: et son texte fut réédité par DAUBREE (Eaux Sout., t.I, p.317), le dictionnaire Joanne de la France (p.3625), etc."

MARTEL, chargé par le Ministère de l'Agriculture, d'étudier les possibilités d'un captage sous-marin, procéda en 1906 - 1907 à de nombreuses analyses et conclut qu'il ne s'agissait pas d'une source, mais au contraire d'une pénétration d'eau de mer,

(1) La France ignorée T.1. p.97

les différences de salinité observées pouvant s'expliquer par de petites infiltrations d'eau douce locales.

En 1908, FOURMIER à son tour déclarait que la source de PORT MIOU ne se trouvait pas à l'intérieur de la calanque mais à 300 m. en pleine mer au large de la pointe de Cacao, soit à 1.200 m. du point précisé par les pêcheurs.

En effet, en 1925, selon MARTEL, l'alpiniste Maurice PAILLON aurait observé du rivage, un très fort bouillonnement en ce point d'où il conclut en définitive à l'hypothèse d'un fonctionnement saisonnier.

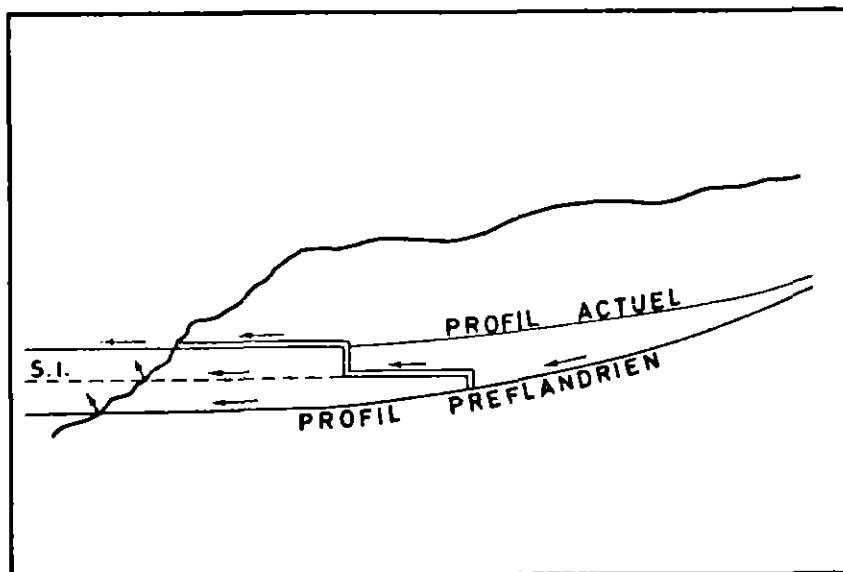
DESCRIPTION HYDROGEOLOGIQUE.

La galerie de PORT-MIOU appartient au réseau karstique développé dans les épais calcaires de faciès urgonien de la région de Cassis (fig 1). Ces calcaires de faible pendage forment une série reposant à l'Ouest sur le Néocomien et s'enfouissant à l'Est sous l'Aptien marneux du vallon de Cassis. Une faille ayant abaissé le compartiment Sud du massif, rien ne s'oppose à la circulation des eaux qui ont creusé un karst en direction de la mer. Mais le niveau de base commandant ce creusement a varié au cours des âges. Lors de la régression pré-flandrienne, des galeries horizontales se sont développées à différentes hauteurs, les plus basses paraissant se situer dans cette zone littorale atteinte par le recul des eaux, soit - 45 mètres au dessous du niveau actuel de la mer.

Lors de la transgression flandrienne, les eaux marines ont envahi ces galeries en commençant par les plus basses, et les eaux douces issues du massif n'ont pu s'écouler qu'en empruntant successivement des galeries de plus en plus élevées, selon le schéma en escalier donné par la figure 1.

LA GALERIE DU PORT-MIOU ET SON INTERET GEOPHYSIQUE.

La galerie de PORT-MIOU a été explorée sur près de 300 m. par les plongeurs de l'Office Français de Recherches Sous-Marines, en même temps que les résurgences de Cassis. Ces recherches ont montré qu'à PORT MIOU on avait affaire à une galerie unique rectiligne horizontale



Représentation schématique de l'évolution des circulations karstiques au cours de la transgression flandrienne dans l'Urgonien de Cassis.

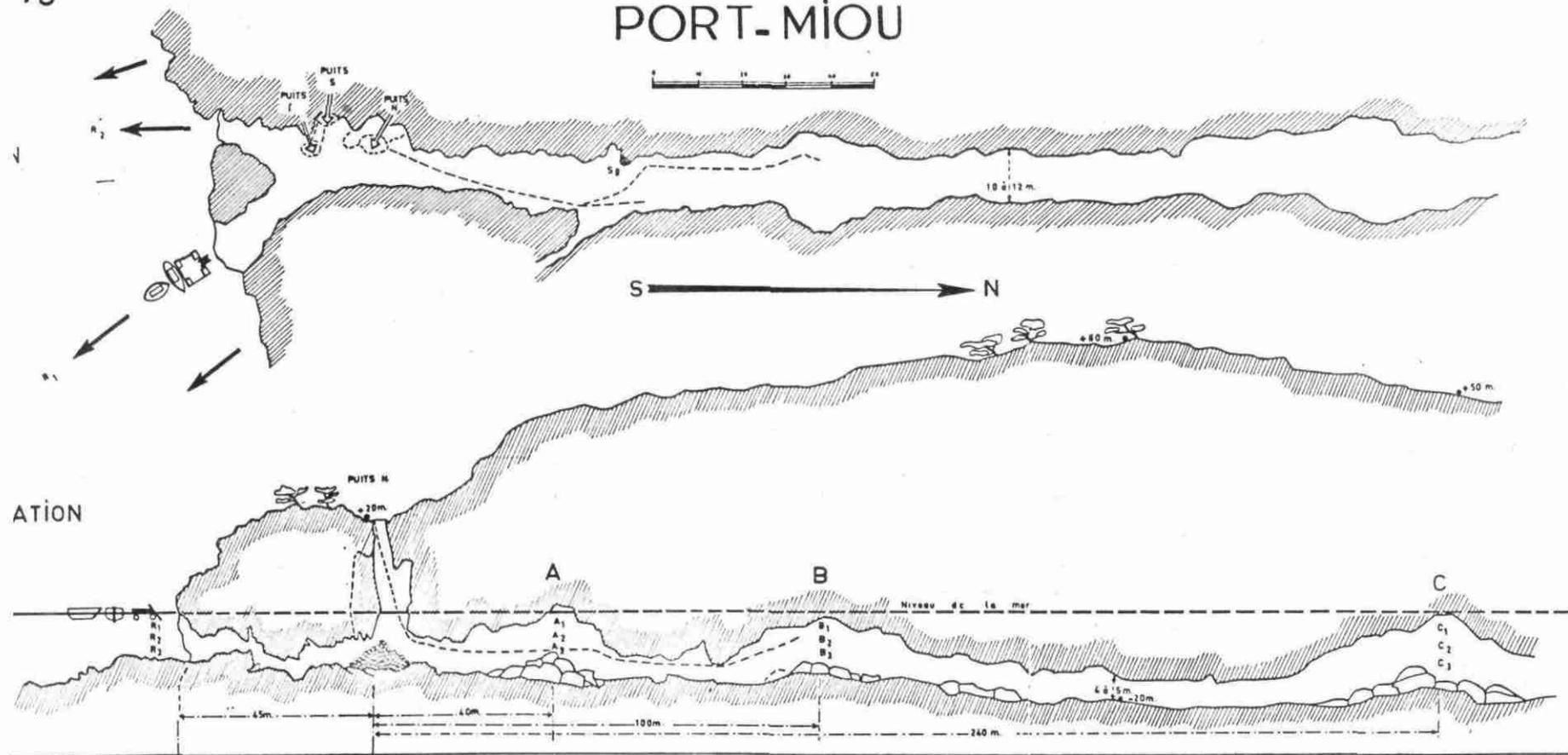
A mesure que le niveau de la mer s'élève, les eaux douces alimentent des résurgences sous-marines, puis empruntent des galeries situées à un niveau supérieur pour débiter au niveau de la mer. Ces remontées peuvent se faire par des cheminées verticales. S.I: stade intermédiaire correspondant au système de Port Miou ou la galerie la plus élevée est située légèrement au-dessous du niveau marin actuel.

(D'après G. CORROY et Cl. GOUVERNET)

Fig. 2

:3

PORT-MIOU



ATION

— Coupe plan et élévation de la résurgence sous-marine de Port-Miou.
 R₁ : Sortie du porche Sud-Est.
 R₂ : Sortie du porche Sud.
 Puits N : Ragages Nord utilisé pour la descente des câbles et des projecteurs.
 Puits S : Ragages Sud communiquant avec le puits intérieur PI sous terre.

A, B, C : Salles d'éboulis.
 Sg : Grosse stalagmite.

Dans la coupe en élévation R₁, R₂, R₃, C₁, C₂, etc., indiquent les niveaux supérieurs, moyens et inférieurs où ont été effectués des prélèvements d'eau.

calée à la cote de - 20 mètres. L'étude de la salinité des eaux révèle une forte pénétration d'eau de mer à grande distance dans le conduit (fig. 3).

L'allure générale de la surface topographique est celle d'un plateau montant en pente douce vers l'arrière pays et entrecoupé dans la zone littorale par une série de vallons profondément entaillés, correspondant aux directions des calanques. Au-dessus de la galerie connue, la surface du terrain est assez régulière (cote + 40 à + 60) et les sols et la végétation y sont peu abondants.

Ce système de forme simple, peut être assimilé dans sa partie connue, à un conducteur cylindrique rectiligne, accessible à l'une de ses extrémités et encaissé dans un massif électriquement résistant. Cet exemple pouvait donc faire l'objet d'un excellent contrôle de l'efficacité des méthodes de prospection électrique dans la recherche hydraulique en pays karstique. Compte-tenu des caractéristiques décrites ci-dessus on pourrait envisager la mise en oeuvre des techniques géophysiques suivantes :

- potentiels naturels
- mise à la masse
- méthodes de résistivités
- méthodes électromagnétiques.

METHODES MISES EN OEUVRE ET RESULTATS OBTENUS

- Potentiels naturels - La carte de P.S. ne traduit aucune influence due à une origine de potentiels naturels liée à la circulation karstique profonde.
- Mise à la masse - Grâce à l'extrémité accessible, la galerie conductrice a été portée à un potentiel élevé. Cependant la forte épaisseur de calcaire résistant (4000 ohms/m) a provoqué une chute de potentiel telle qu'aucune anomalie significative n'a pu être mise en évidence

à la surface de mesure.

- Résistivité - Le volume conducteur constitué par la galerie est vraisemblablement insuffisant pour influencer d'une manière sensible les résistivités apparentes mesurées par les dispositifs classiques. La méthode du "trainé combiné" mérite cependant d'être mise en oeuvre.

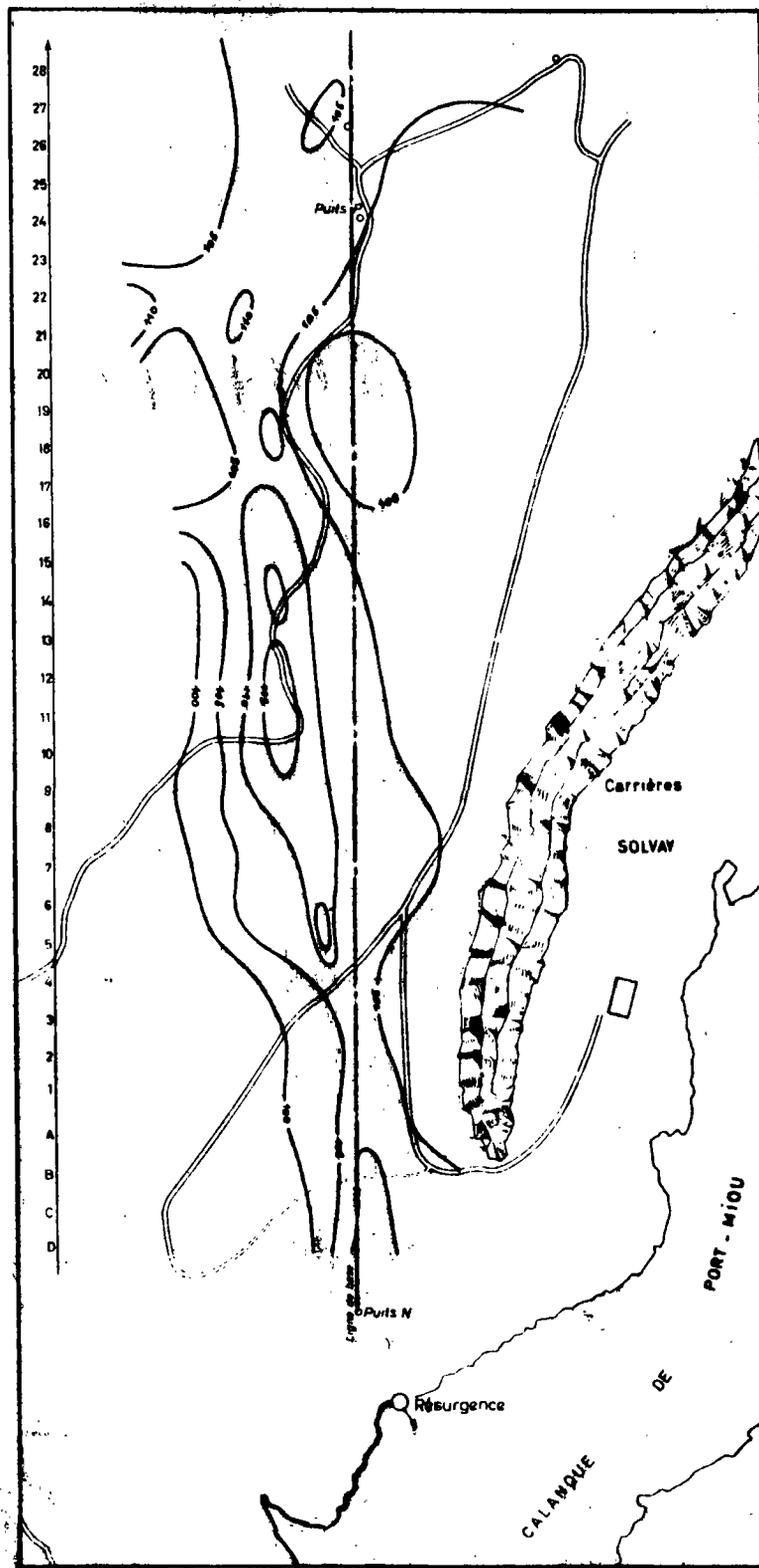
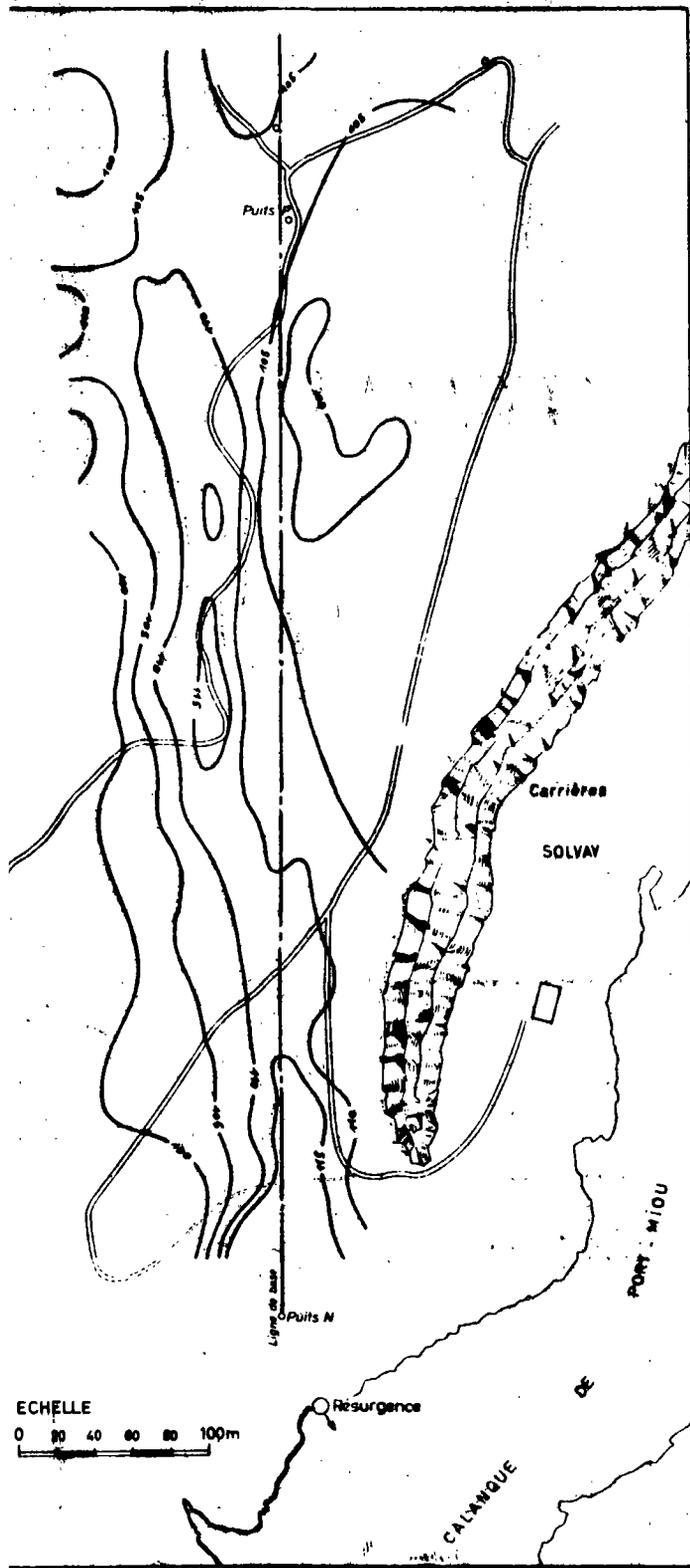
- Méthodes électromagnétiques - Deux techniques ont été mises en oeuvre :
 - a) retour du courant par la galerie. L'une des électrodes d'envoi de courant a été immergée à l'aplomb du puits N, qui communique avec le karst à 45m en arrière de la résurgence ; la deuxième électrode étant implantée à 1 km environ dans le prolongement nord de la galerie. Le retour du courant est ainsi assuré par l'eau du karst et l'écoulement préférentiel des filets de courant est dans ce cas essentiellement fonction du contraste de conductibilité existant entre la galerie et le milieu encaissant.
Cette technique a permis d'enregistrer en surface une indication nette, quasi continue et sensiblement rectiligne, sur environ 700m (fig.4). L'indication géophysique coïncide avec le relevé de la galerie effectué jusqu'à 300m à partir de la résurgence. La direction de l'anomalie électrique est indépendante d'une topographie très mouvementée sur les 400 derniers mètres, mais son amplitude varie avec l'épaisseur de la couverture calcaire résistante. L'interprétation des profils 11 et 16, où l'anomalie est particulièrement nette, permet d'espérer une précision de l'ordre de 5m quant à la position du corps conducteur dans le plan vertical du profil de mesure.

 - b) - méthode inductive classique. Afin de s'écarter des conditions particulières et favorables du karst de PORT-MIOU, en se plaçant dans un cas plus général, de galerie non accessible, une ligne d'émission (champ primaire) a été installée parallèlement à la direction connue du réseau karstique et à 150m environ à l'Ouest. Dans ce cas, le courant induit et le champ secondaire correspondant sont fonction

SURES ELECTROMAGNETIQUES PARAMÉTRIQUES SUR LE KARST DE PORT-MIOU

4 MISE A LA MASSE AU PUIS N

Fig. 5 METHODE INDUCTIVE



de la valeur absolue de la conductibilité de la galerie, alors que la technique précédente était surtout basée sur le contraste de conductibilité.

L'expérience a permis d'observer une anomalie due à un champ secondaire d'amplitude et de continuité suffisantes pour jalonner la galerie sur 600m environ, à partir du puits N, extrémité sud de la prospection (fig 5) Au delà de 600m, l'indication d'origine profonde, est relayée par une anomalie superficielle dont la direction NE-SO semble être en relation avec une faille conductrice affleurante et un placage argileux qui tapisse le fond d'un vallon latéral.

La présence de cet accident géologique, transversal par rapport à la direction de la galerie, n'est probablement pas étrangère à la disposition de l'anomalie géophysique au Nord du profil 22 et que l'élévation de la topographie ne justifie qu'imparfaitement. Il est en effet possible qu'à la faveur de cette faille, la galerie se trouve décalée verticalement. Dans ce cas, elle peut être relevée au-dessus du niveau d'invasion de l'eau salée et ne plus présenter la conductibilité suffisante pour être décelée ; la galerie peut également rejoindre un réseau plus profond situé sous une épaisseur prohibitive de couverture résistante.

En conclusion, l'expérience paramétrique effectuée sur la galerie de PORT-MIOU, montre que l'on peut actuellement envisager favorablement la mise en oeuvre de méthodes électromagnétiques - d'ailleurs susceptibles de développement et d'adaptation - pour la recherche et éventuellement la cartographie de circulations karstiques conductrices sous un recouvrement de l'ordre de 50 mètres.

B I B L I O G R A P H I E

- CORROY G., GOUVERNET C., DUTEAU J.Ch, SIVERINE A, GILET R., PICARD J. (1958).- "Les résurgences sous-marines de la région de Cassis", Bull. Inst. Océanographique. Monaco, n° 1131.
- GALLOCHER. (1954).- "L'émergence sous-marine de Port Miou", Annales de Spéléologie. T.IX, p. 169-170.
- MARTEL E.A.(1907).- "Sur un projet d'utilisation de la source sous-marine de Port-Miou (B;du R)", Annales de l'Hydraulique Agricole. fasc.36 bis.
- MARTEL E.A.(1908).- "Sur la prétendue source de Port Miou (Bouches du Rhône)", C.R.A.S. 21 Décembre.
- MARTEL E.A.(1921).- "Nouveau traité des eaux souterraines", Paris, Douin, p.592-593.
- MARTEL E.A.(1926).- "La France ignorée, Paris, Delagrave, T.II, p.96, 107.
- MUNCK F., STANUDIN B.,(1964).- "Recherche de circulations karstiques par méthodes géophysiques électriques dans la région de Cassis (Bouches du Rhône). Rapport B.R.G.M. Paris. DS.64.A.21.
- ROQUES (1956).- "Résurgence de Port Miou, Annales de Spéléologie, T.XI, p.109.