



VILLE D'ANGLET (64)

EFFONDREMENT DE L'ALLEE DES ARROQUES
ETUDE GEOLOGIQUE ET PROSPECTION RADAR

J.F. LARGILLIER et P. CHARBONNEYRE

R 32374 AQI 4S 91

Pessac, 15 mars 1991

BRGM - AQUITAINE

Avenue du Docteur-Albert-Schweitzer - 33600 Pessac, France
Tél.: (33) 56.80.69.00 - Télécopieur : (33) 56.37.18.11

R E S U M E

Suite à un effondrement de terrain de type doline sous chaussée sur la commune d'ANGLET, allée des Arroques, les Services Techniques de la ville ont demandé au BRGM Aquitaine une intervention en vue de les conseiller sur les mesures à prendre. La mission du BRGM a comporté d'une part une étude géologique du site pour déterminer l'origine de ce phénomène et d'autre part une prospection au géoradar effectuée à titre expérimental pour évaluer l'apport de cette technique dans ce type d'étude.

L'étude géologique a montré que cet effondrement n'était pas isolé ; on observe en effet, dans tout le quartier du golf du Phare, des dolines plus ou moins importantes dues à des cavités consécutives à la dissolution de masses intrusives de sel. La prospection au géoradar a montré que la méthode était performante pour détecter non pas les cavités elles-mêmes qui sont trop profondes mais les anomalies de terrain dans les 5 à 10 premiers mètres, liées au phénomène profond. On a ainsi mis en évidence quelques points suspects méritant un contrôle par sondage.

Pour l'effondrement proprement dit, on propose deux solutions : l'une économique mais non définitive qui consiste à remblayer le trou, l'autre définitive pour la chaussée mais pas pour l'habitation riveraine qui serait de rétablir la voie par un ouvrage fondé sur pieux.

* * *

*

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 - Plan de situation.

Figure 2 - Plan au 1/2 000 de localisation des effondrements.

Figure 3 - Plan d'implantation au 1/500 des profils radar.

Figure 4 a, b et c - Profils radar.

Figure 5 - Film radar du profil 23 (extraits).

Figure 6 - Film radar du profil 25

Figure 7 - Film radar du profil 12

PIECES ANNEXES

- Notice technique sommaire sur le radar.

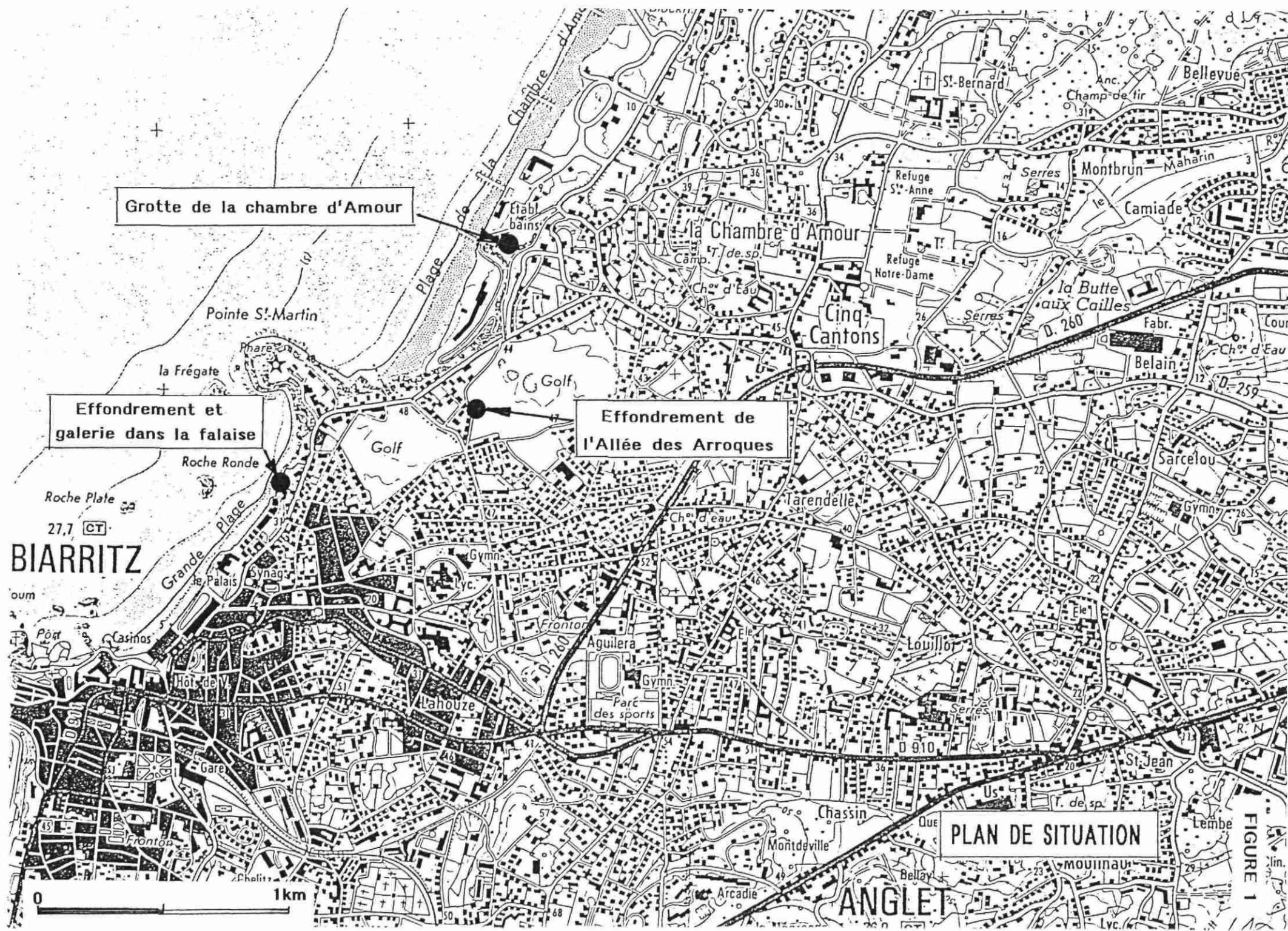
- Coupes des sondages anciens.

INTRODUCTION - OBJET DE LA MISSION

En 1988, un effondrement de terrain d'une dizaine de mètres de diamètre et 2 à 3 mètres de profondeur a coupé l'allée des Arroques à ANGLET (64) (voir plan de situation fig. 1). Le trou a été remblayé une première fois. La chaussée s'est affaissée à nouveau et le trou a été remblayé une deuxième fois ; courant décembre 90, le terrain s'est affaissé une troisième fois. Entre temps, une campagne de sondages autour et dans le trou avait été réalisée à la demande de la commune.

Devant cette situation, la Direction des Services techniques de la commune a fait appel au BRGM Aquitaine pour tenter de trouver une parade à ces désordres et apprécier les risques d'extension sur la voirie et aux habitations voisines. Sur proposition du B.R.G.M. la mission a comporté deux parties :

- une étude géologique détaillée du site pour déterminer les origines et causes du phénomène,
- une prospection détaillée au géoradar autour de l'effondrement de l'allée des Arroques pour tenter de préciser la structure du sous-sol et repérer d'éventuelles zones dangereuses.



1 - ETUDE GEOLOGIQUE

1.1 - Moyens d'étude

Cette étude a comporté les interventions suivantes :

- recueil de la documentation géologique existante sur le secteur (carte géologique et autres documents)
- interprétation des photographies aériennes (mission de 1938 et mission de 1986)
- visite du site, en particulier du golf et des falaises de tout ce secteur, avec enquête auprès des riverains.

1.2 - Cadre géologique

Tout le plateau de ce quartier est constitué par les marnes gréseuses du Stampien, roche relativement tendre mais massive que l'on voit à l'affleurement tout le long des falaises entre la Grande plage et la plage de la Chambre d'Amour avec un pendage d'environ 10° vers le Nord (80° N). Ces marnes sont recouvertes par des alluvions anciennes assez hétérogènes constituées de graves argileuses, de sables plus ou moins argileux et de limons ; leur épaisseur est très variable, mais elle semble faible en bordure de cote. La carte géologique ne signale pas dans cette partie de l'agglomération d'accident tectonique ni de phénomène diapirique associé au Keuper avec sel, gypse et ophite, alors qu'ils sont très développés dans la partie sud et sud-est de Biarritz où ils sont à l'origine des grandes cuvettes d'effondrement d'âge quaternaire que sont les étangs de Maignon, Brindos, Le Moura, Mouriscot et Marion.

1.3 - Observations de terrain

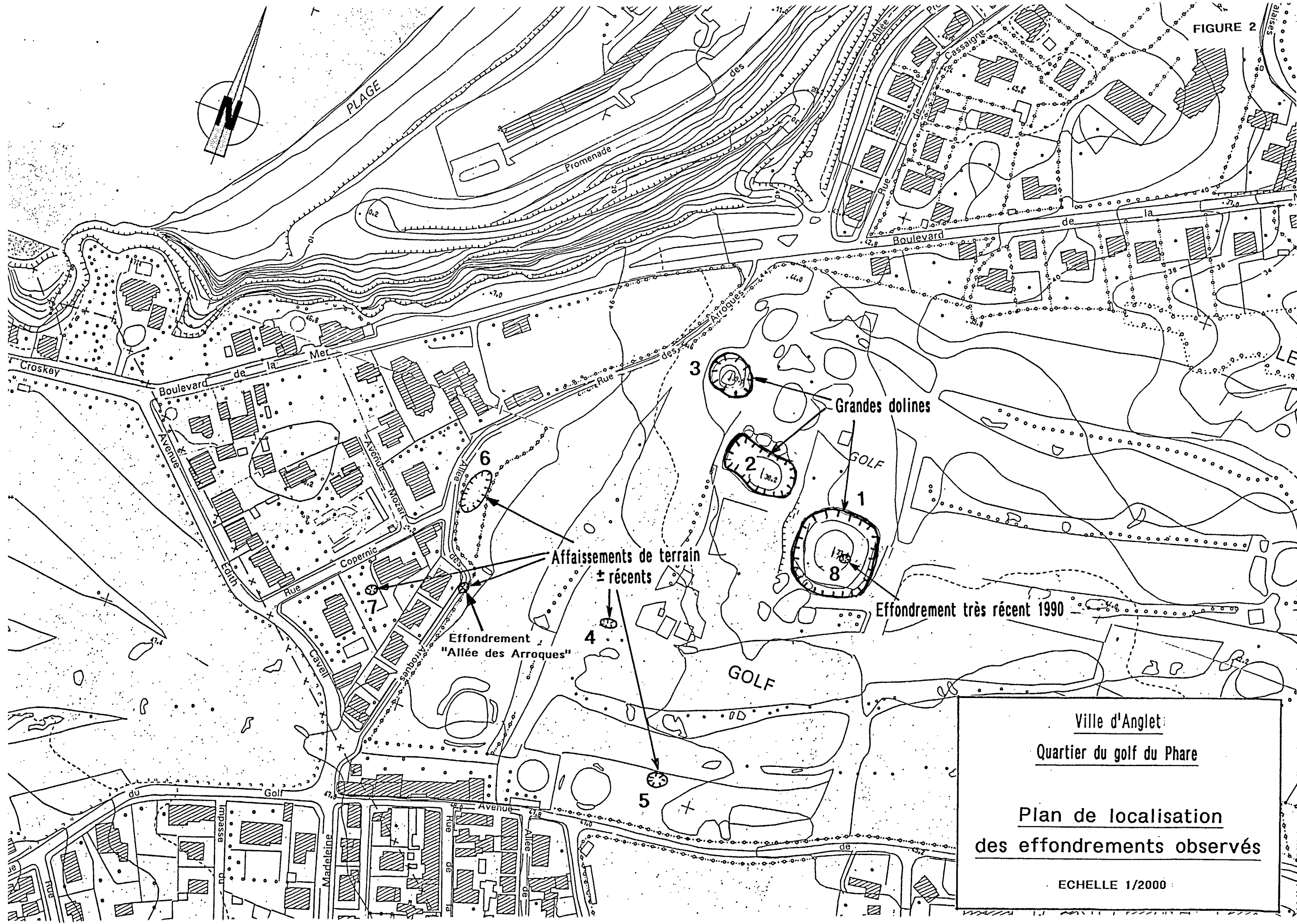
L'effondrement de l'allée des Arroques n'est pas un phénomène isolé. Il y a eu dans le passé d'autres effondrements tout près de celui-ci dont les plus spectaculaires sont les trois dolines du golf du Phare, numérotées 1 à 3 sur le plan au 1/2 000 ci-joint (fig. 2) ; le plus petit (n° 3) se serait produit en une nuit, il y a plusieurs dizaines d'années, avant 1938 car il apparaît déjà sur les photos de cette époque. Sur ce même plan, on a reporté des effondrements plus petits signalés par les riverains et en particulier par le personnel d'entretien du golf. Ces phénomènes sont soit des effondrements francs (n° 7 et 8) soit des affaissements progressifs du sol (n° 4, 5 et 6). L'effondrement n° 8 s'est produit en 1990 au fond de la doline n° 1. D'autre part, le fond des dolines 2 et 3 a tendance à s'affaïsser régulièrement. On note l'absence d'effondrement sur la partie du golf située au Sud de l'avenue Cavelli.

1.4 - Interprétation des observations

Tous ces effondrements ont très certainement la même origine que ceux de la partie sud de l'agglomération évoqués précédemment. Il ne peut pas s'agir de phénomène karstique, c'est-à-dire de dissolution de la roche formant le substratum car cette roche ne présente en falaise aucun signe de ce type. Il s'agit donc très vraisemblablement d'effondrement de toit de cavité formées par dissolution de sel et (ou) de gypse gisant sous forme d'intrusion dans la masse des marnes gréseuses ; ces masses sont remontées depuis les couches profondes par un phénomène de diapirisme⁽¹⁾ et ont parfois atteint une cote proche de la surface. Lorsque le toit de ces cavités est constitué par de la roche massive et saine, il n'y a pas de propagation de fontis⁽²⁾ vers la surface ; par contre, s'il est constitué par de la roche altérée ou de l'argile du Keuper toujours associée à ces roches très solubles, il peut y avoir effondrement progressif ou brutal.

1 - Perforation des couches supérieures par remontée de couches profondes moins denses et plus fluides.

2 - Effondrement progressif du toit d'une cavité jusqu'à la surface du sol.



La dimension de ces cavités est certainement liée au volume des masses de sel. Le volume de la doline n° 1 est d'environ 2 000 m³. La grotte de la Chambre d'Amour est très certainement une cavité de ce type, dégagée par la mer et dont le toit a résisté parce qu'il est constitué de roche massive. L'arche de la Roche Ronde pourrait bien être également due à une ancienne cavité. Par contre, sur les falaises de la Pointe St-Martin, on n'observe aucune trace de phénomène de ce type ; la seule grotte en falaise pouvant être attribuée à ce phénomène est située juste au Nord de la Grande Plage, face à la Roche Ronde (voir figure 1).

1.4 - Localisation des phénomènes

Il suffirait de localiser les masses de roches solubles intrusives pour délimiter les zones à risques. Malheureusement, il est pratiquement impossible de faire cette localisation et l'on en est réduit à une délimitation indirecte et très imprécise par un recensement et report sur plan des "événements". C'est ce que nous avons tenté de faire dans le cadre de cette étude, d'une part par photographie aérienne et d'autre part, par enquête sur le terrain ; mais cet inventaire est forcément incomplet car la détection par photo est difficile en site urbain et ne permet pas de repérer les petits effondrements surtout s'ils ont été rebouchés. De plus, notre enquête a été limitée au quartier et il n'était pas question dans le cadre de cette étude d'interroger tous les propriétaires. On ne peut donc pas tracer de limite précise de la zone à risque. Il semble cependant qu'elle soit centrée sur ce golf. On peut supposer que la proximité de la cote crée des gradients d'écoulement qui accélèrent les phénomènes de dissolution et rend donc cette frange côtière plus vulnérable, mais ce n'est qu'une hypothèse.

1.5 - Conclusion sur l'analyse du phénomène

Le secteur du golf du Phare est soumis à un phénomène d'effondrements de terrain de dimension très variable liés à la formation de cavités consécutives à la dissolution de masse de sel. Ce phénomène est encore actif de nos jours et l'effondrement de l'allée des Arroques n'en est qu'une des manifestations les plus récentes. Il n'est malheureusement pas réaliste d'espérer localiser les zones à risques par les moyens de reconnaissance courants (géophysique et sondage) sur tout un quartier car cela demanderait un investissement considérable. La répartition dans l'espace de ces zones dangereuses répond sans doute à une logique géologique mais il faut bien admettre notre impuissance à en dénouer les fils. Aussi, doit-on se contenter de prospection ponctuelle près des effondrements observés. C'est ce que nous avons effectué autour de l'allée des Arroques avec le géoradar.

2 - PROSPECTION AU GEORADAR AUTOUR DE L'EFFONDREMENT

2.1 - Objectif de l'étude

Réaliser à titre d'essai une prospection au radar sur la chaussée et accotements de la rue Copernic et de l'allée des Arroques afin de préciser la structure du sous-sol autour de l'effondrement et de repérer des zones susceptibles d'évoluer de façon dangereuse à court ou moyen terme, dans le secteur.

2.2 - Méthode utilisée

On trouvera en annexe une note technique sommaire sur le principe de la méthode et son domaine d'application. Dans le cas présent, ce test a été mené à l'aide du radar géologique (équipement GSSI, modèle SIR 8). Cette méthode géophysique indirecte permet de localiser des anomalies en sous-sol, en étendue et en profondeur sans toutefois pouvoir déterminer précisément la nature des structures mises en évidence (volume de la cavité, type de cavité, vide ou remplie etc...). Ici on cherchait à repérer le toit des marnes gréseuses d'une part et d'éventuelles anomalies de structure soit dans les terrains de couverture, soit dans les marnes qui pourraient être le signe de la présence d'un fontis en évolution.

Un transducteur à 120 MHz permettant une investigation maximale en profondeur a été utilisé pour mener à bien cet essai.

2.3 - Localisation des profils d'auscultation

Sur le plan au 1/500 ci-joint (figure 3), on a reporté la trace des profils de mesures réalisées sur le terrain :

- rue Copernic : 140 m
- sur l'allée des Arroques de part et d'autres de la cavité soit 190 mètres
- à l'Est de l'allée des Arroques, sur le golf et sous la forme d'un maillage avec des profils espacés de 5 à 10 m environ orienté SO -NE (210 grades) et NO - SE (110 grades).

Le linéaire réalisé est le suivant :

- profils SO - NE : 600 mètres
- profils NO - SE : 500 mètres
- Total : 1 100 mètres environ

Les mesures n'ont pas pu être faites à l'intérieur de la propriété voisine du trou (propriétaire absent).

2.4 - Présentation des résultats de mesures

Sur les figures 4a, 4b et 4c, on a reporté le long des profils réalisés les interfaces de terrain détectés au radar ; avant de passer aux commentaires sur les points singuliers, on constate que dans ce terrain, la profondeur de pénétration est de l'ordre de 8 à 9 m dans les cas favorables et qu'elle est réduite à 2 à 3 m lorsque les terrains de surface sont très argileux. A titre d'illustration, on donne sur les figures 5, 6 et 7 des reproductions de films radar qui sont les résultats bruts des mesures : les zones très foncées correspondent à de fortes absorptions des ondes (terrain argileux) et donc une pénétration limitée, et les zones claires à une bonne pénétration.

Ainsi, sur la figure 7, entre les points métriques 0 à 16 m a un bon réflecteur entre 1,5 m et 2 m de profondeur qui, d'après un sondage à la pelle mécanique, serait le substratum marneux dans lequel on a une bonne pénétration des ondes jusqu'à 10 m de profondeur environ et on peut en déduire qu'il n'y a aucune anomalie de terrain entre 0 et 10 m.

Par contre, entre les points métriques 16 et 60 m on distingue nettement une vaste dépression avec des couches à forte absorption et on ne voit rien au-dessus.

2.5 - Commentaires sur l'interprétation des résultats

. Rue Copernic (P23 et fig. 5)

L'image radar a permis de repérer deux anomalies. La première située sur l'avenue Caveli a une signature sans doute d'origine humaine et correspond à une tranchée. La deuxième, située 10 mètres vers le Nord-Est (entre les points métriques 116 et 128) à l'emplacement de l'affaissement de la chaussée observé rue Copernic est d'origine naturelle. Il s'agit sans doute d'une doline en formation ; ceci pourrait être vérifié par un sondage au centre de l'anomalie.

. Allée des Arroques (P24)

Le profil réalisé sur la chaussée allant de la rue Copernic à l'effondrement (P24) n'a pas mis en évidence d'anomalie. Au Sud de la cavité, la présence de canalisation, de lignes électriques et téléphoniques ont perturbé l'enregistrement du film radar (nombreux échos dans l'air et faible investigation).

7 à 8 mètres à l'Est, dans le golf, un profil parallèle (P25) a mis en évidence trois anomalies. La première a une signature identique à celle observée rue Copernic. La seconde pourrait être une cavité (?) vers 4,5 mètres de profondeur semblant se prolonger sous la route et la troisième, une autre cavité (?) plus petite vers 2,5 m de profondeur.

Autour de l'effondrement, il n'y a pas concordance parfaite entre les résultats des mesures et les sondages réalisés antérieurement. En effet, côté golf, on trouve bien le substratum marneux très près de la surface aussi bien au radar (P1) qu'en sondage. Par contre, sur l'allée, au droit des sondages S1 et S3, le radar ne met pas en évidence d'anomalie de structure et il semble que l'horizon marqueur soit le toit de la couche décrite comme "argile sableuse blanchâtre et limoneuse avec grave humide", ce qui ne s'explique pas très bien. Cela veut dire qu'il faut être prudent sur l'interprétation géologique des interfaces et qu'il faut des sondages pour lever les indéterminations.

. Terrain de golf (fig. 7)

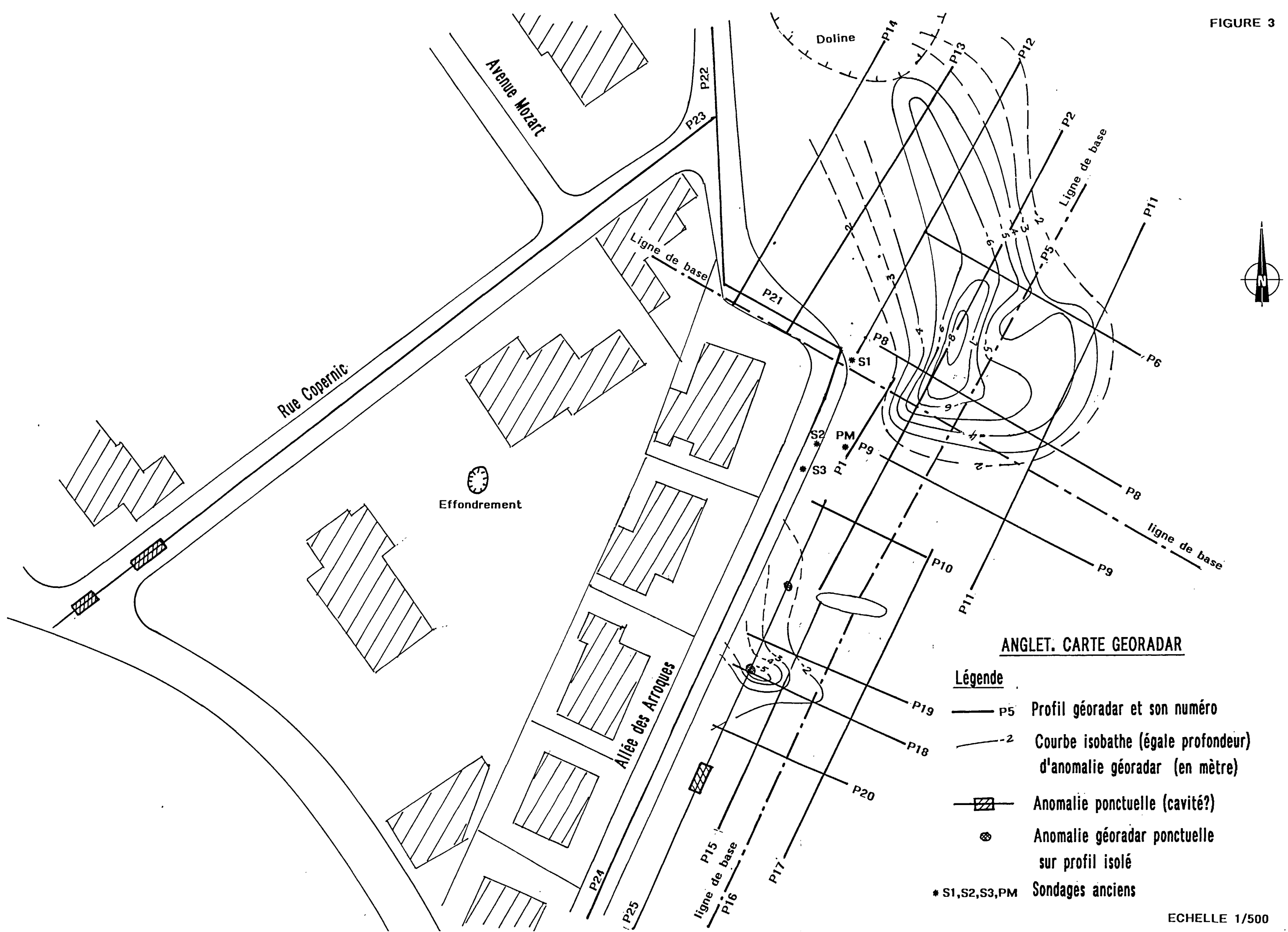
Les images radar, après interprétation, nous montrent une grande cuvette à remplissage sans doute argileux et graveleux. De direction Nord-Sud, elle est suivie sur une cinquantaine de mètres à une profondeur de 6 mètres et se dirigeant vers une zone déprimée (n° 6) située en face de la rue Copernic. On peut donc penser qu'il y a des risques d'effondrement à l'intérieur de cette cuvette.

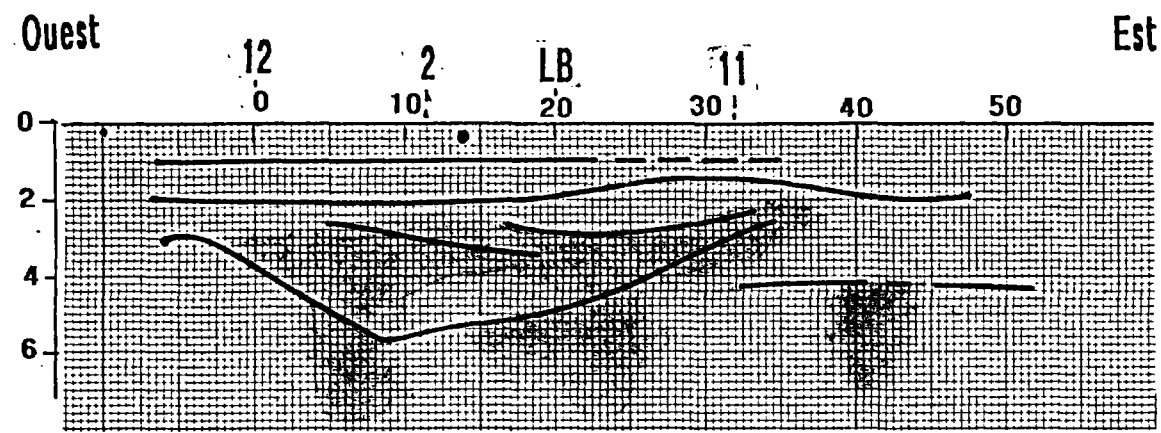
3 - CONCLUSION

L'effondrement de l'Allée des Arroques est le résultat d'un processus géologique actif lié à l'effondrement de cavités naturelles profondes formées après dissolution de masses de sel ou de gypse. Il s'en est déjà produit plusieurs dans ce secteur et il s'en produira sans doute d'autres. Le géoradar a une profondeur de pénétration trop faible pour atteindre ces cavités ; par contre, il donne de bons résultats dans la localisation en surface (sur les 10 premiers mètres) des anomalies de terrain liées à ces phénomènes profonds. C'est ainsi qu'on a pu localiser sur les profils des zones suspectes dont deux sous chaussée, l'une au coin de la rue Copernic où il y a déjà une amorce d'affaissement et l'autre sous l'allée des Arroques (PM 30 du profil 24). Des sondages de contrôle sur ces points permettraient de préciser la signification de ces anomalies.

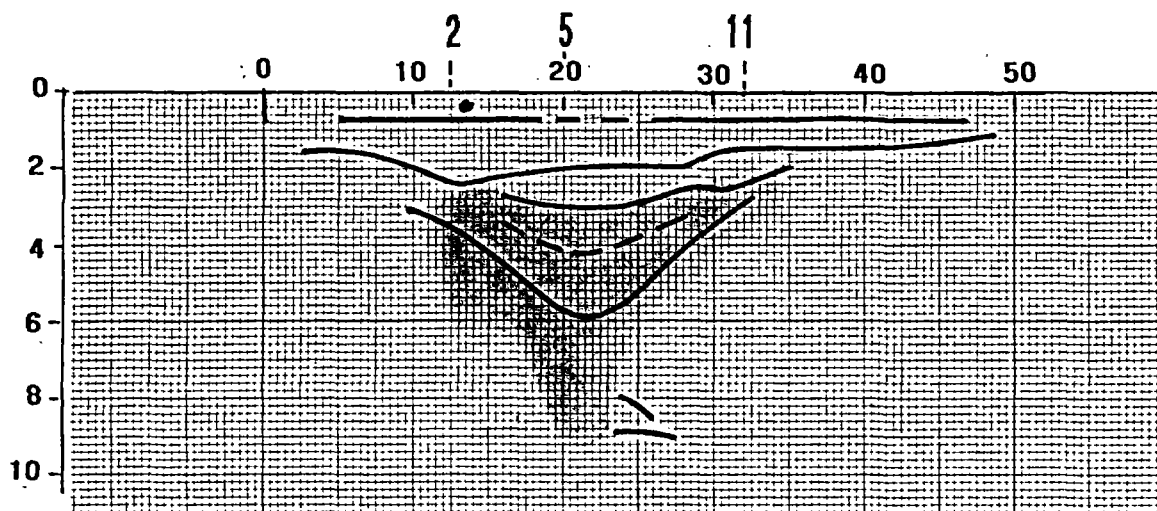
En ce qui concerne l'effondrement proprement dit, deux solutions peuvent être envisagées : soit le remblaiement du trou après chaque affaissement, soit la construction d'une dalle pour se mettre définitivement à l'abri des effets des effondrements. La deuxième solution nécessiterait une campagne de reconnaissance complémentaire pour rechercher le rocher sain en bordure de l'effondrement, en vue d'y fonder, sur pieux, la dalle dont la largeur serait au minimum d'une quinzaine de mètres.

La prospection radar n'ayant pas pu être faite à l'intérieur de la propriété riveraine de l'effondrement, on ne peut pas apprécier les risques pour l'habitation. Ils seraient a priori moins importants si on se contentait de remblayer le trou au fur et à mesure que si l'on rétablissait la voie avec une dalle car cette dernière solution ne bloquant pas l'évolution du fontis, le trou pourrait s'agrandir côté habitation.

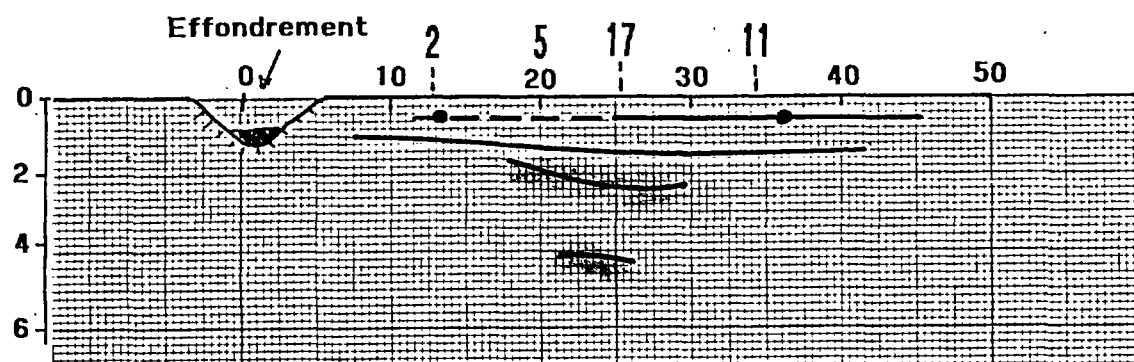




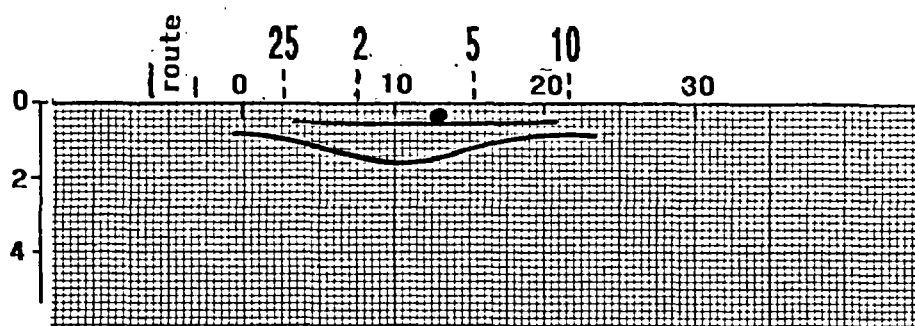
6



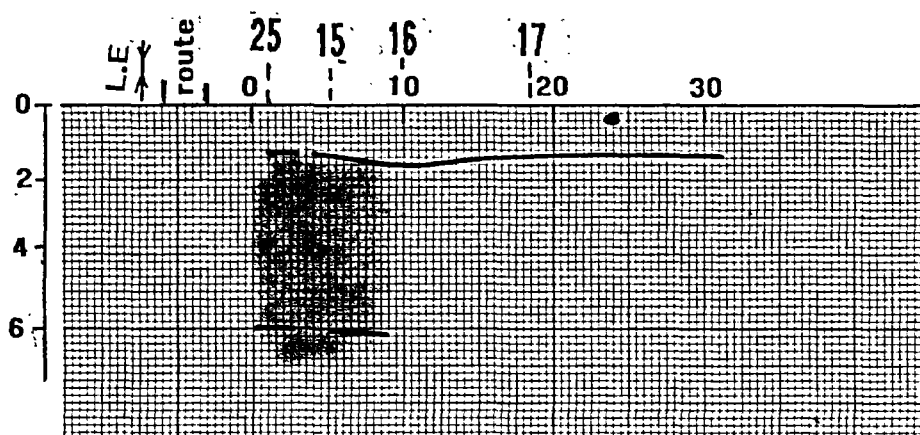
8



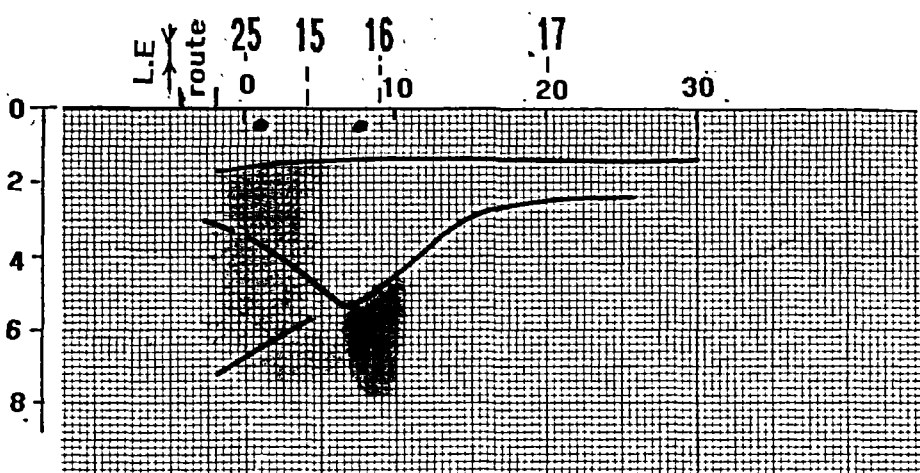
9



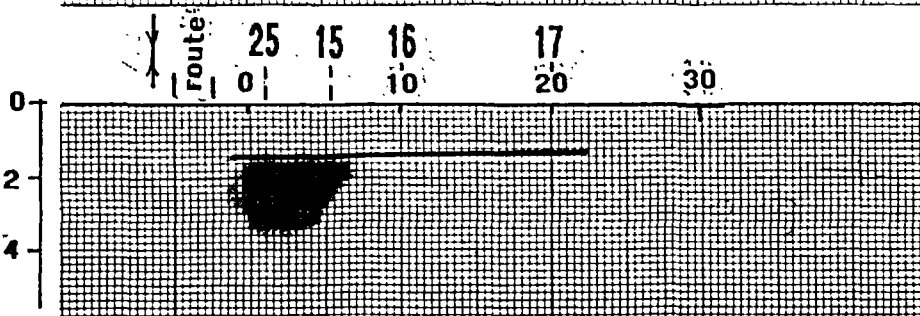
10



19



18



20

ANGLET . GEORADAR
Allée des Arroques (Golf)

PROFILS OUEST-EST

LEGENDE

— Réflecteur radar

 Forte absorption des ondes
(terrain argileux?)

Echelle horizontale 1/500
Echelle verticale 1/200

ANGLET . GEORADAR

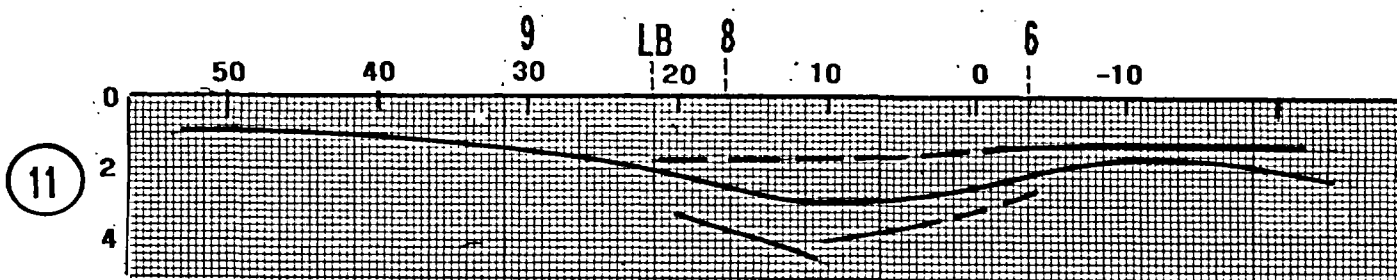
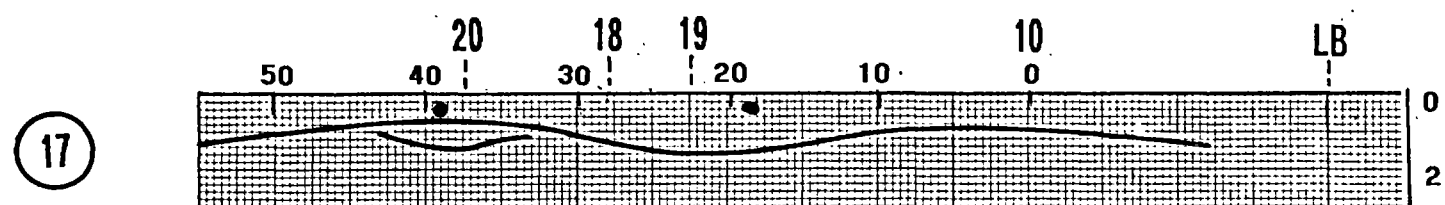
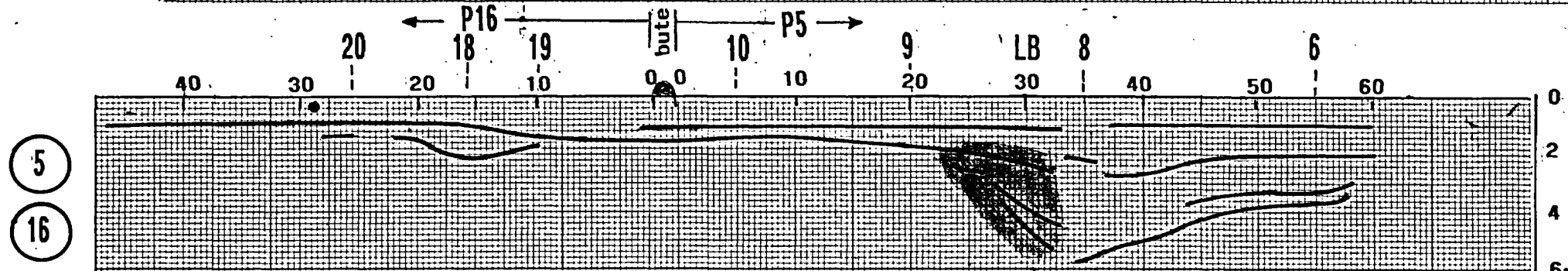
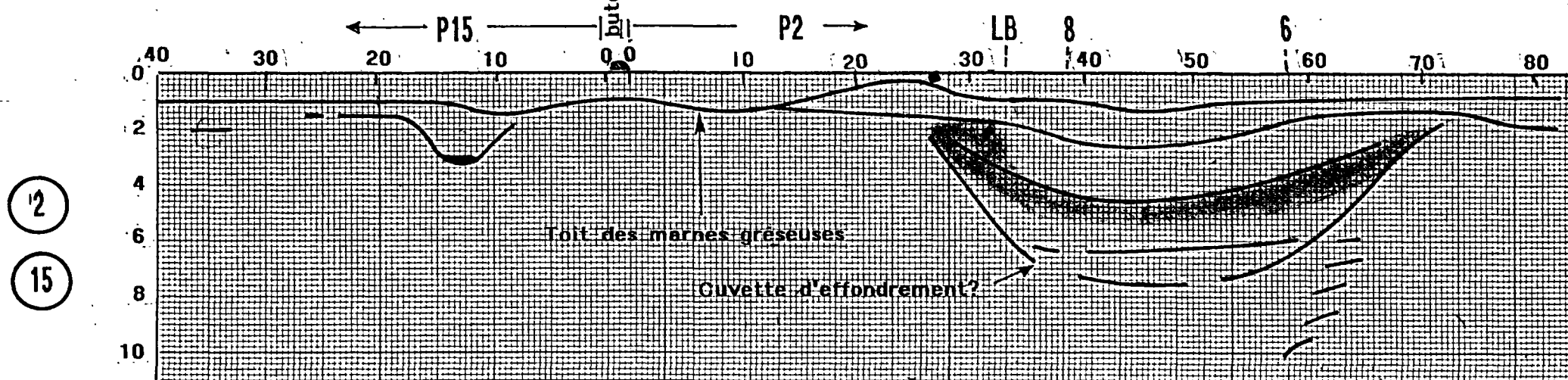
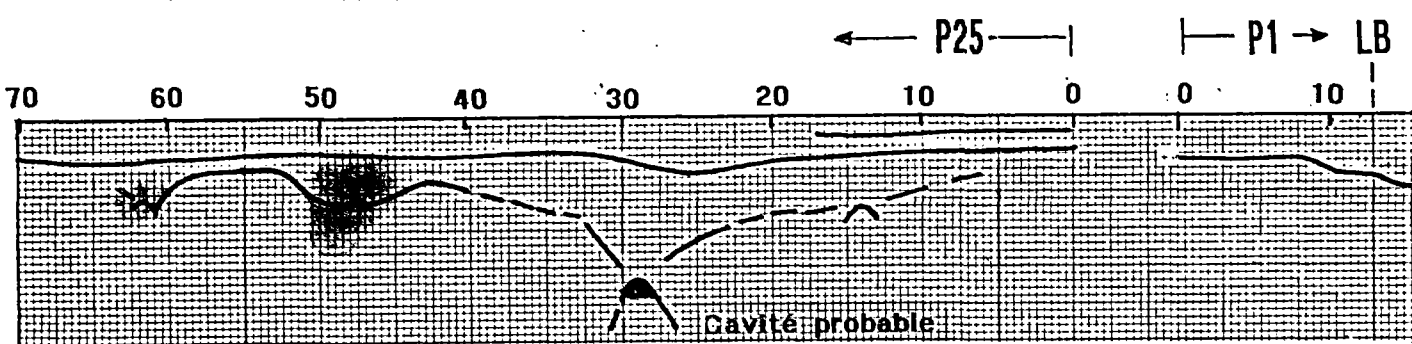
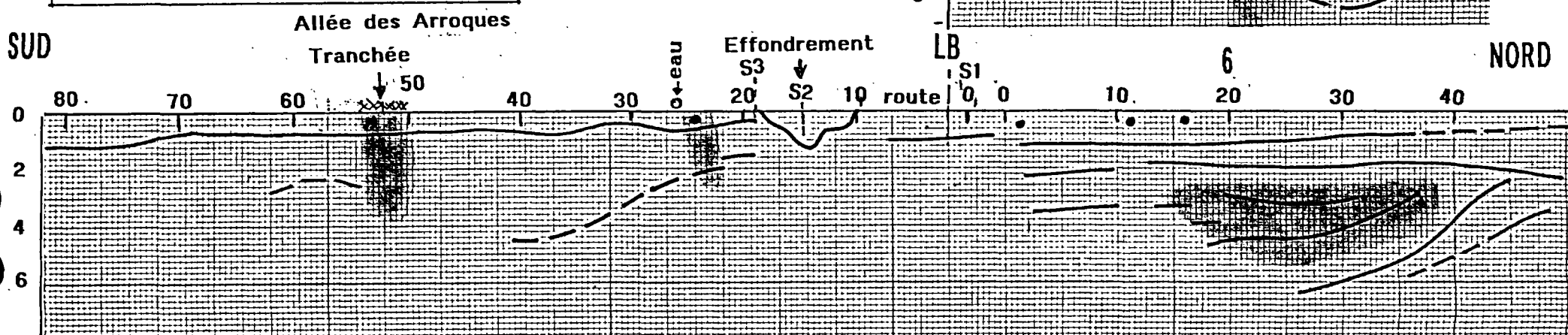
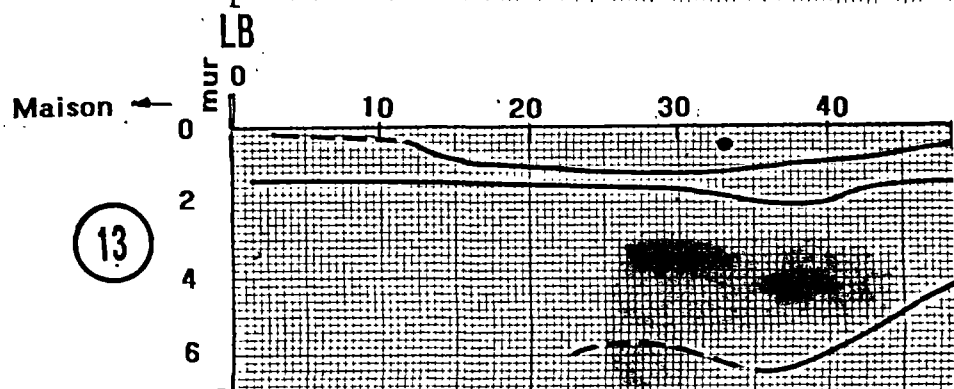
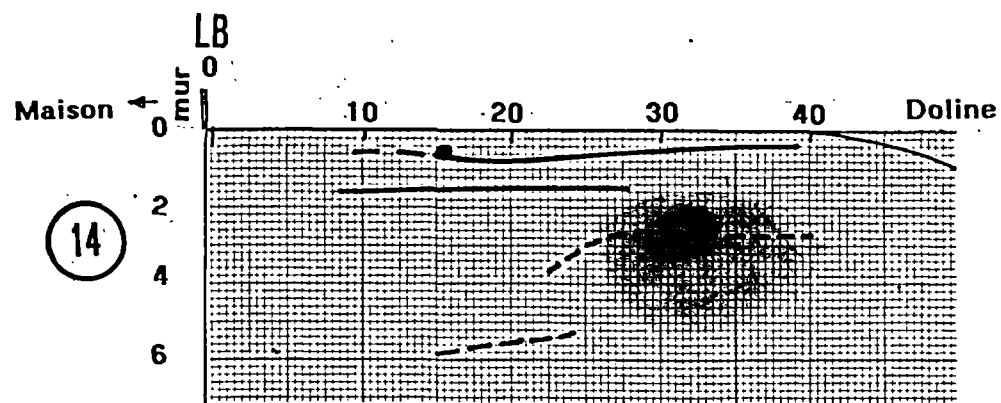
Allée des Arroques (Golf)

PROFILS SUD-NORD

LEGENDE

— Réflecteur radar

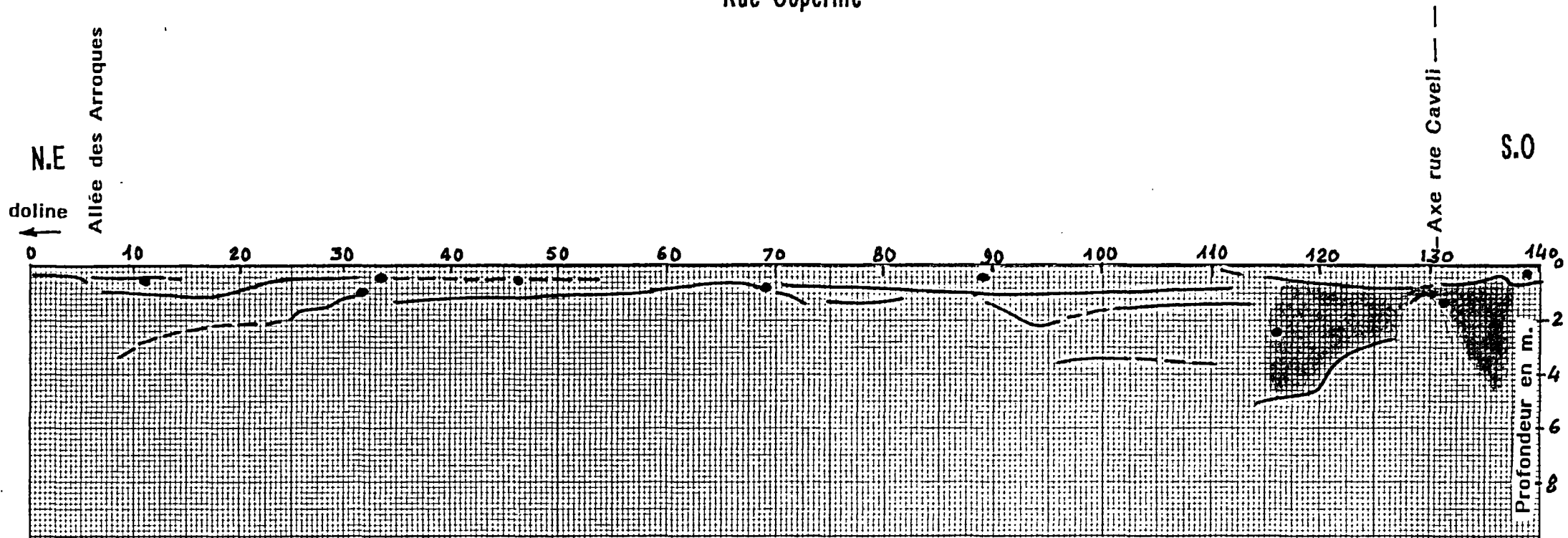
■ Forte absorption des ondes
(terrain argileux?)



Echelle horizontale 1/500
Echelle verticale 1/200

ANGLET . GEORADAR

Rue Copernic



LEGENDE

— Réflecteur radar



Forte absorption des ondes
(terrain argileux?)

Echelle horizontale 1/500
Echelle verticale 1/200

RUE COPERNIC (Extrait du P23)

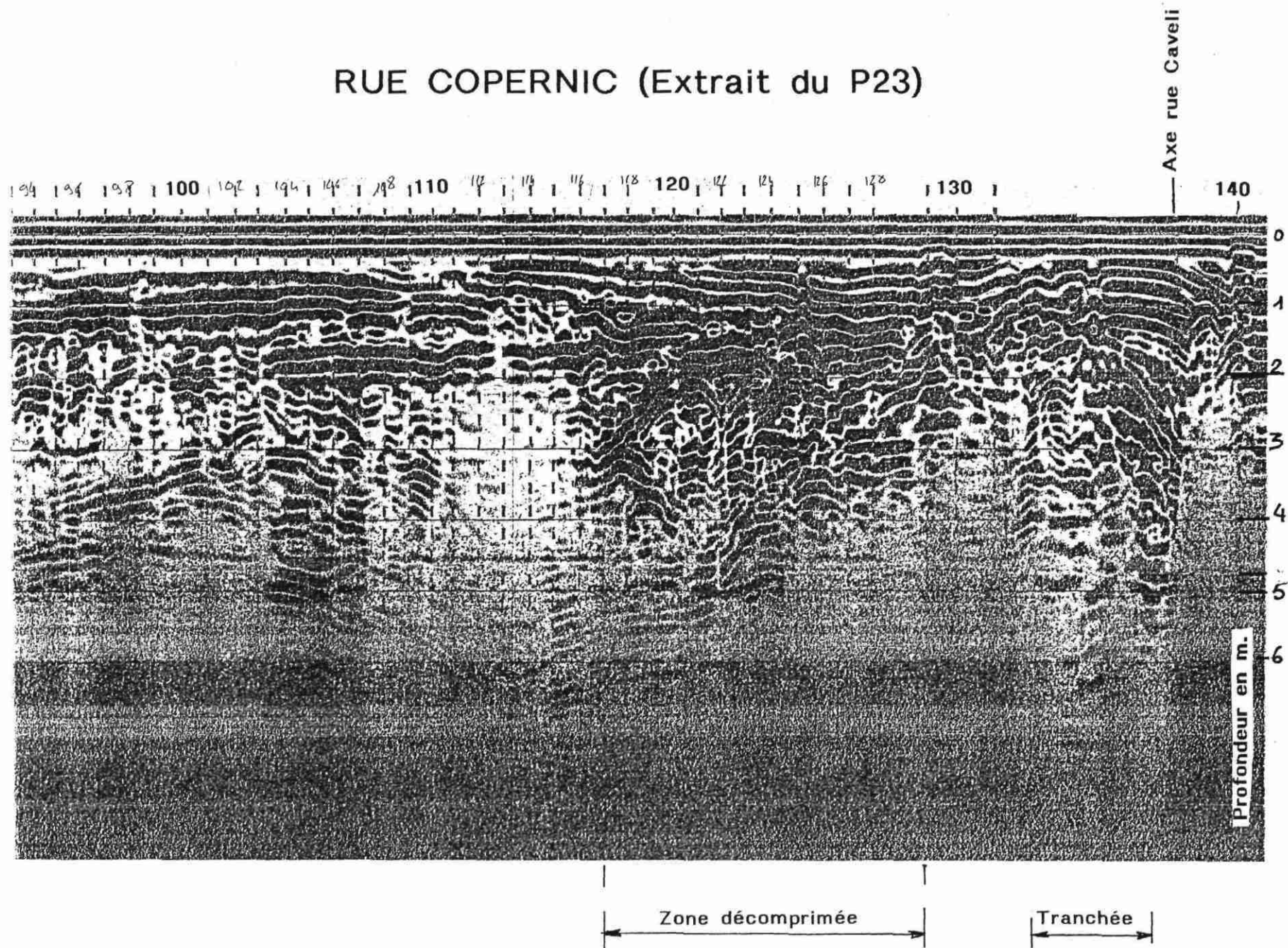
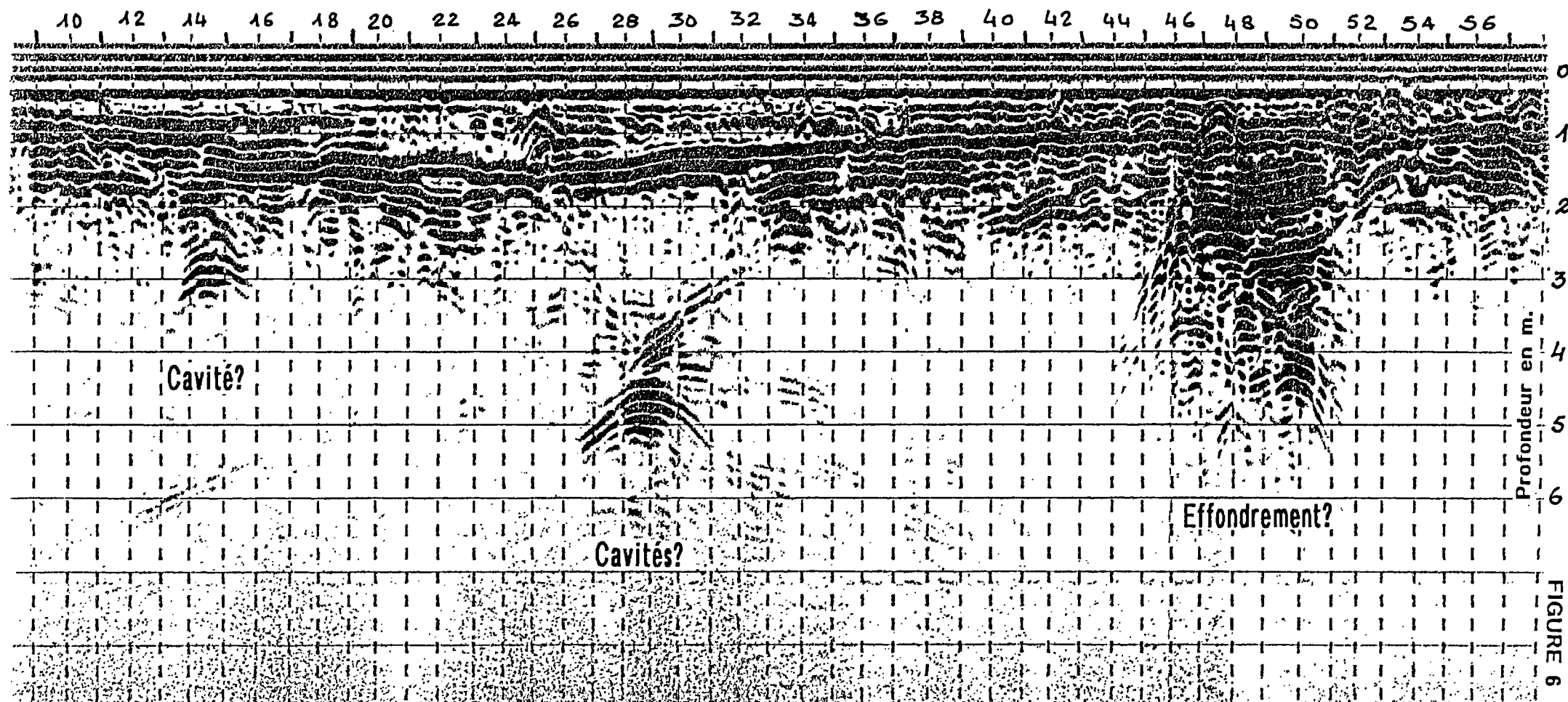


FIGURE 5

ALLEE DES ARROQUES P25



TERRAIN DE GOLF P2

