

ASPECTS SUR L'APPLICATION DES MÉTHODES GÉOPHYSIQUES COMPLEXES DANS LA RECHERCHE DES GISEMENTS D'EAUX MINÉRALES ET THERMOMINÉRALES

SORIN RADULESCU*

ANDREI APOSTOL**

Le grand développement des stations balnéoclimatériques de Roumanie réalisé dans les dernières années par le soin du Ministère du Tourisme, le volume important d'investissements pour la construction de complexes sanatoriaux modernes, a posé le problème, de plus en plus insistant, des recherches détaillées des facteurs naturels de cure, d'assurer les quantités et les qualités requises par l'activité du traitement et d'une valorisation complexe.

Dans le cadre du vaste programme de recherches complexes géologiques, hydro-géologiques, hydrochimiques, biologiques, biochimiques, etc., initié dans les derniers temps, un important volume a été attribué aux méthodes géophysiques appliquées, dans cette étape, avec un caractère expérimental.

Ainsi, on a appliqué expérimentalement les méthodes sismiques, électrométriques, magnétiques, thermométriques, et dowsing-reaction (D.R.).

Les problèmes majeurs poursuivis par les recherches géophysiques sont les suivants :

1) L'établissement et l'extension spatiale de certaines accumulations d'eaux minérales et thermominérales souterraines.

2) L'établissement, dans les zones avec des possibilités réduites d'observation à la surface, des lignes de fracture locale ou régionale, des voies potentielles de circulation des eaux minérales et thermominérales.

3) L'établissement de détails stratigraphiques aussi dans des zones couvertes, avec référence au caractère de perméabilité des roches de la succession.

4) La poursuite d'une éventuelle interdépendance entre la disposition spatiale de certains cas de cancer gastriques et divers procès de l'écorce.

Etant donné le caractère restreint et introductif de cette communication, on présente seulement 3 des cas solutionnés par des recherches géophysiques.

Pour commencer, on présente un tableau sur l'applicabilité des méthodes géophysiques dans la recherche des gisements hydrominéraux (fig. 1).

Le premier cas présenté se rapporte à l'application des méthodes: sondages électriques verticaux, géothermométrie et dowsing-reaction (D.R.) à la recherche du gisement d'eaux thermominérales Felix cantonné dans le périmètre de la station balnéoclimatérique connue sous le même nom.

* Ministerul turismului-Directia Investitii-Bd. Magheru 7 Bucuresti.

** Institutul de Geofisică Aplicată-str. Izvor 78 Bucuresti.

METHODES GEOPHYSIQUES APPLIQUEES DANS LA RECHERCHE
DES GISEMENTS HYDROMINERAUX

Nr. crt.	Méthode	Paramètre physique mesuré	Domaine d'utilisation
1	Aéromagnétique	Champ magnétique total T	Eléments structuraux régionaux. Localisation du volcanisme néogène
2	Magnétique à sol	Composantes z et H du champ magnétique ou du champ magnétique totale T	Prospections dans des zones sans affleurement
3	Micromagnétique	Composantes z et H du champ magnétique ou du champ magnétique totale T	Microtectonique, directions de fissuration
4	Gravimétrie	Champ de la gravité	Eléments structuraux régionaux. Carsts.
5	Electrométrie Sondages électriques verticaux	Resistivité électrique	Accumulations d'eaux souterrains. Carsts
6	Electrométries Polarisation naturelle	Champ électrique naturel	Infiltrations et circulation superficielle d'eaux
7	Séismique	Vitesse de propagation des ondes sismiques	Eléments structuraux régionaux et locaux. Epaisseur des paquets des roches
8	Thermométriques	Température à 1,5 m. profondeur	Indications sur les zones d'élévation vers la surface d'eaux thermominérales
9	Radiométrique	Radioactivité naturelle ou provoquée	L'âge d'eaux, recherche avec traceur radioactif
10	Dowsing-reaction (D.R.)	Paramètres biophysiques liés de la variation du potentiel électrique musculaire	Fractures géologiques avec circulation d'eaux

FIG. 1

Les résultats corrélatifs de ces méthodes sont donnés dans les figures 2, 3 et 4.

Dans la figure 2 on peut remarquer la zonalité thermométrique du gisement corrélatif aux anomalies géoélectriques et aux signaux D.R. qui signalent principalement les zones de circulation ascensionnelle des eaux thermominérales. Les sondages effectués ont certifié la justesse des mensurations géophysiques, mettant en évidence des eaux thermominérales à des températures jusqu'à 52°C, dans le voisinage des zones axiales des anomalies, en remarquant un abaissement de la thermalité dans les puits creusés vers leur périphérie.

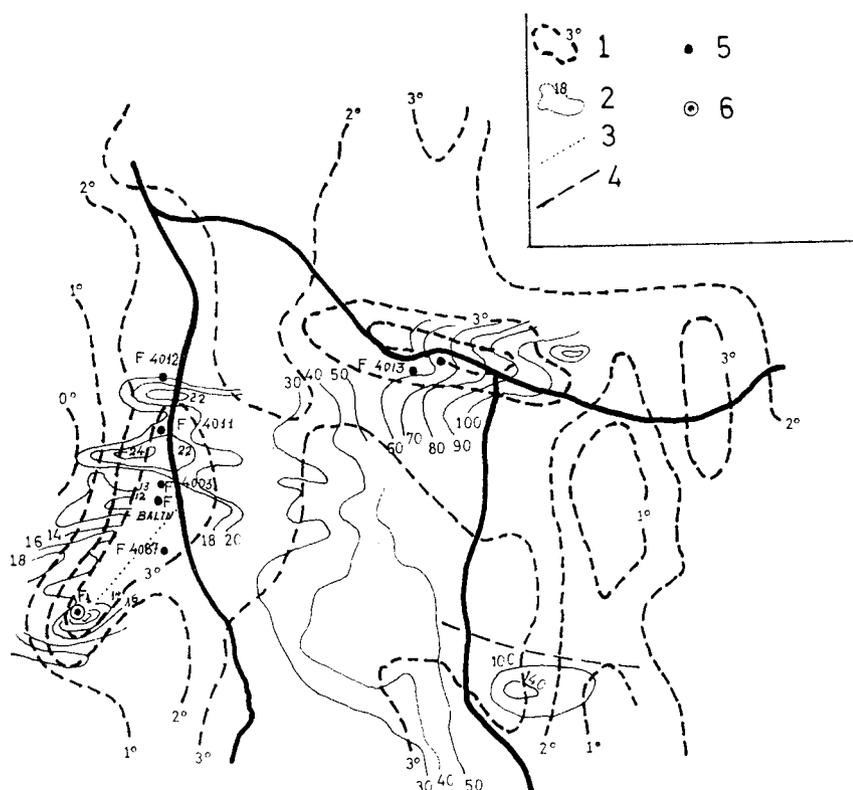


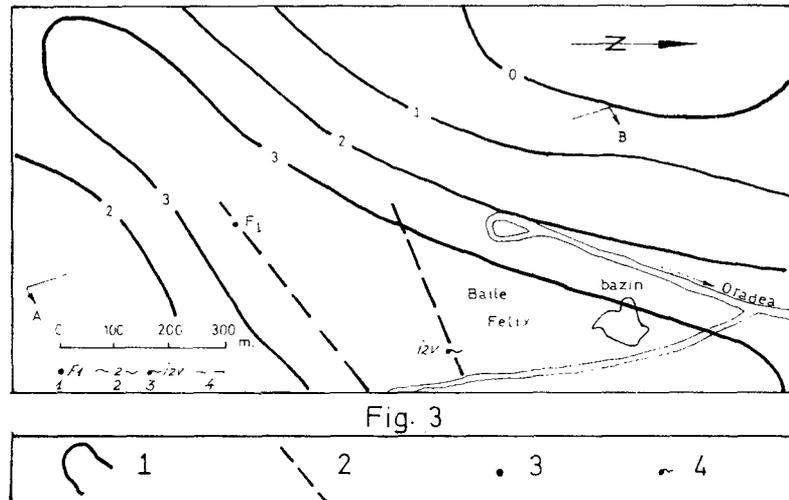
FIG. 2

Mensurations géothermométriques, géoélectriques et D.R. dans le gisement d'eaux thermominérales FELIX

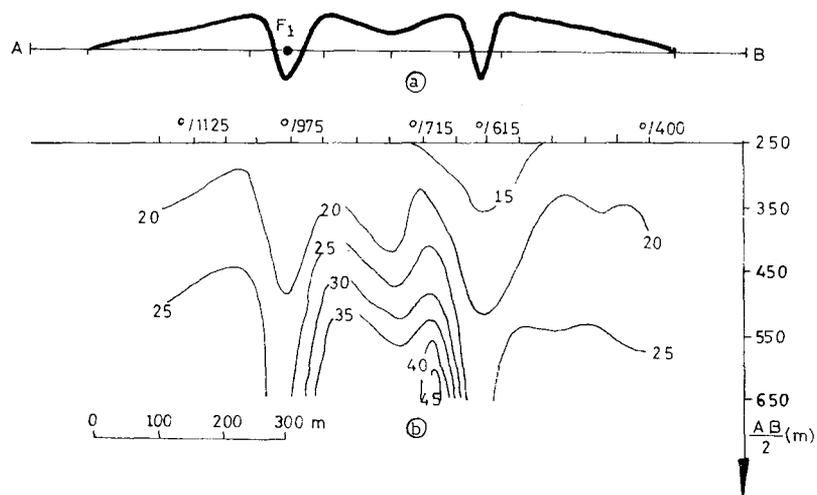
1. géoisotherme.—2. isohm.—3. axe du signal D.R.—4. faille.—5. sondage exécuté.—6. F₁ - sondage en exécution

Dans la figure 3 on présente un détail avec la corrélation entre l'axe de l'anomalie géothermique et l'axe des signaux D.R., et dans la figure 4, en section, l'incidence de cette corrélation avec l'anomalie de minimum géoélectrique (résistivité). Tous les trois types d'anomalies incidentes sont attribués à des fractures à circulation d'eau thermominérale masquées par des sédiments plus récents qui les couvrent d'une grosseur d'environ 100 m. On suppose que le sondage emplanté dans la zone anormale axiale va intercepter la zone de circulation primaire des eaux thermominérales à une température élevée, débit et pression correspondants.

Le second présenté se rapporte aux mensurations magnétiques, géoélectriques, géothermométriques, et dowsing-reaction (D.R.), sur le gisement d'eaux thermominérales



Détail concernant la corrélation des anomalies géothermométriques avec l'axe du signal D.R. dans le gisement d'eaux thermominérales FELIX
 1. géoïsotherme.—2. axe du signal D.R.—3. sondage en exécution.—
 4. source



Section géoélectrique et signaux D.R. pour le profil A-B dans les gisements d'eaux thermominérales FELIX
 a) signaux D.R.—b) section géoélectrique

Herculane, qui se trouve en relations spatiales avec des granites et calcaires carstirés dans le périmètre de la station renommée qui porte le même nom, connue dès l'antiquité.

Les problèmes poursuivis par les mensurations géophysiques effectuées ont été les suivants :

1) L'établissement en ensemble des voies de circulation ascensionnelle, par lesquelles les eaux thermominérales sont cédées par les accumulations souterraines au moyen des écrans péltiques.

2) L'application particulière des méthodes pour l'établissement des causes des infiltrations d'eaux froides à la source Hercules I, avec le débit le plus important, où, à certaines époques, on remarque un abaissement de température de 52 °C à 17 °C ce qui la rend inutilisable pour le traitement balnéaire environ 5 mois par an.

La figure 5 indique les résultats obtenus pour la première situation en observant la bonne corrélation des axes des anomalies minimum magnétique et des axes des signaux D.R. avec les lignes des fractures mises en évidence par prospection géologique et qui représentent des voies actives ou potentielles de circulation des eaux thermominérales. De plus, apparaissent des zones qui n'ont pas été dépistées par la recherche géologique de surface, comme la fracture de podul Rosu. Un sondage réalisé dans cette zone a fourni un débit important d'eau thermominérale.

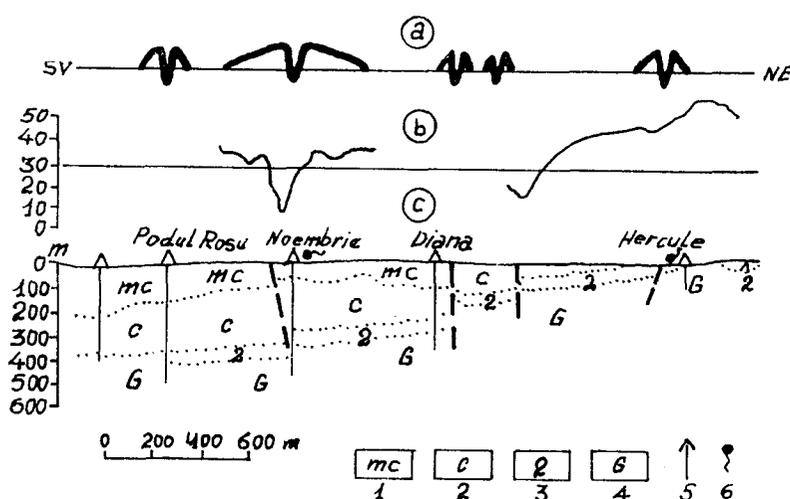


FIG. 5

Le gisement d'eaux thermominérales Herculane; profil D.R. (a), profil magnétique (b) et profil géologique (c) sur la rive droite de la rivière Cerna

1. marnocalcaires.—2. calcaires.—3. grès.—4. granites.—5. sondages.—6. sources thermominérales.— - - failles

On a prévu de continuer la recherche par sondages des zones anormales marquées géophysiquement, pour obtenir de nouvelles sources d'eau thermominérale, conformes aux nécessités des activités de traitement balnéaire de la station.

On peut mentionner que dans l'interprétation donnée les anomalies magnétiques ont été attribuées à l'altération produite par la circulation des eaux thermales minéralisées sur les minéraux magnétiques des roches de la couche et du toit des fractures et les signaux D.R. causés par des phénomènes physiques dus à la circulation des eaux en milieux poreux.

La figure 6 indique les résultats obtenus pour la seconde situation. L'incidence de l'anomalie majeure géoélectrique signalée à environ 100 m. en aval de la source Hercules I et la position supposée jusqu'alors pour la ligne de circulation ascensionnelle de l'eau thermominérale, avec l'axe de l'anomalie géothermométrique et du signal D.R., prouve que l'ascension primaire des eaux brûlantes est latérale relativement à la zone d'affleurement.

A partir de la fracture de circulation jusqu'à l'apparition à la surface connue, se produit une circulation quasihorizontale dans les carsts où se produit, dans certaines époques, le mélange avec des eaux froides d'infiltration, le drainage desquelles se fait en sens inverse.

En considérant ce résultat, il s'ensuit que par des sondages ou par des travaux miniers on puisse intercepter la fracture de circulation primaire à une côte d'environ 200 m. inférieure au relief pour réussir à capter le gisement primaire en éliminant ainsi les perturbations provoquées par les infiltrations d'eaux plus froides simultanément avec la circulation latérale dans les carsts.

Le troisième cas que l'on présente se rapporte à l'expérience effectuée pour établir, sur des critères géophysiques, la relation entre la disposition spatiale de certains cas concentrés de cancer gastrique et d'éventuels phénomènes de l'écorce terrestre.

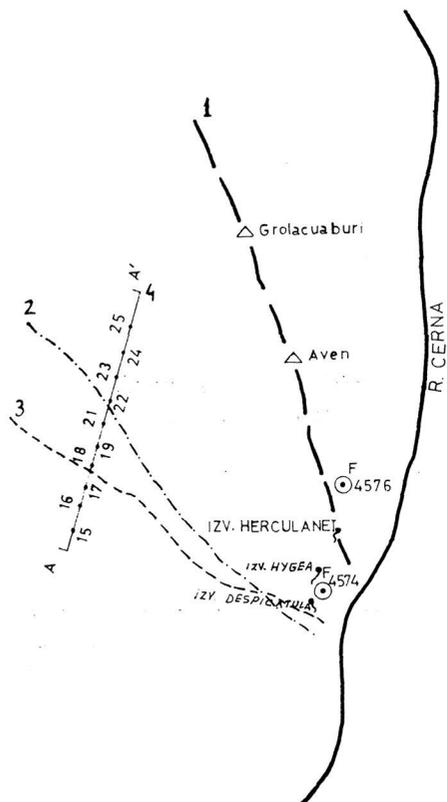


FIG. 6

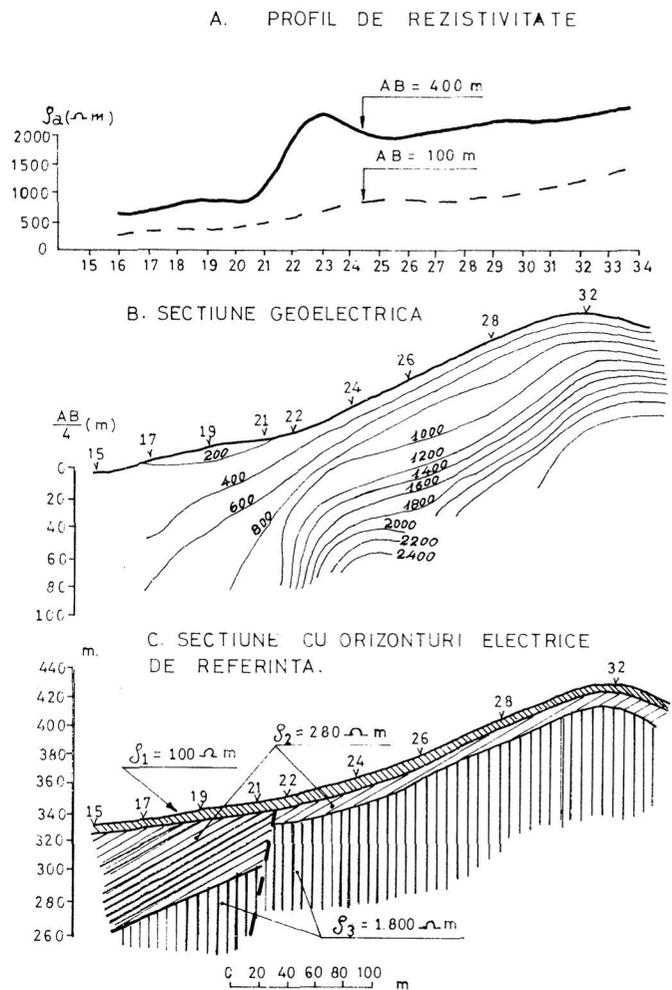


FIG. 7

Mesurages géothermométriques, géoélectriques et D.R. pour la source Hercule I.
Gisement d'eaux thermominérales Herculane

1. ligne proposée antérieurement comme accès à la surface de la source Hercule I.—
2. axe du signal D.R.—3. axe de l'anomalie géothermométrique.—4. ligne de profil
géoélectrique.—5. sondages exécutés.—6. sources thermominérales.—A. profil de
résistivité.—B. section géoélectrique.—C. section avec des horizons électriques de
référence

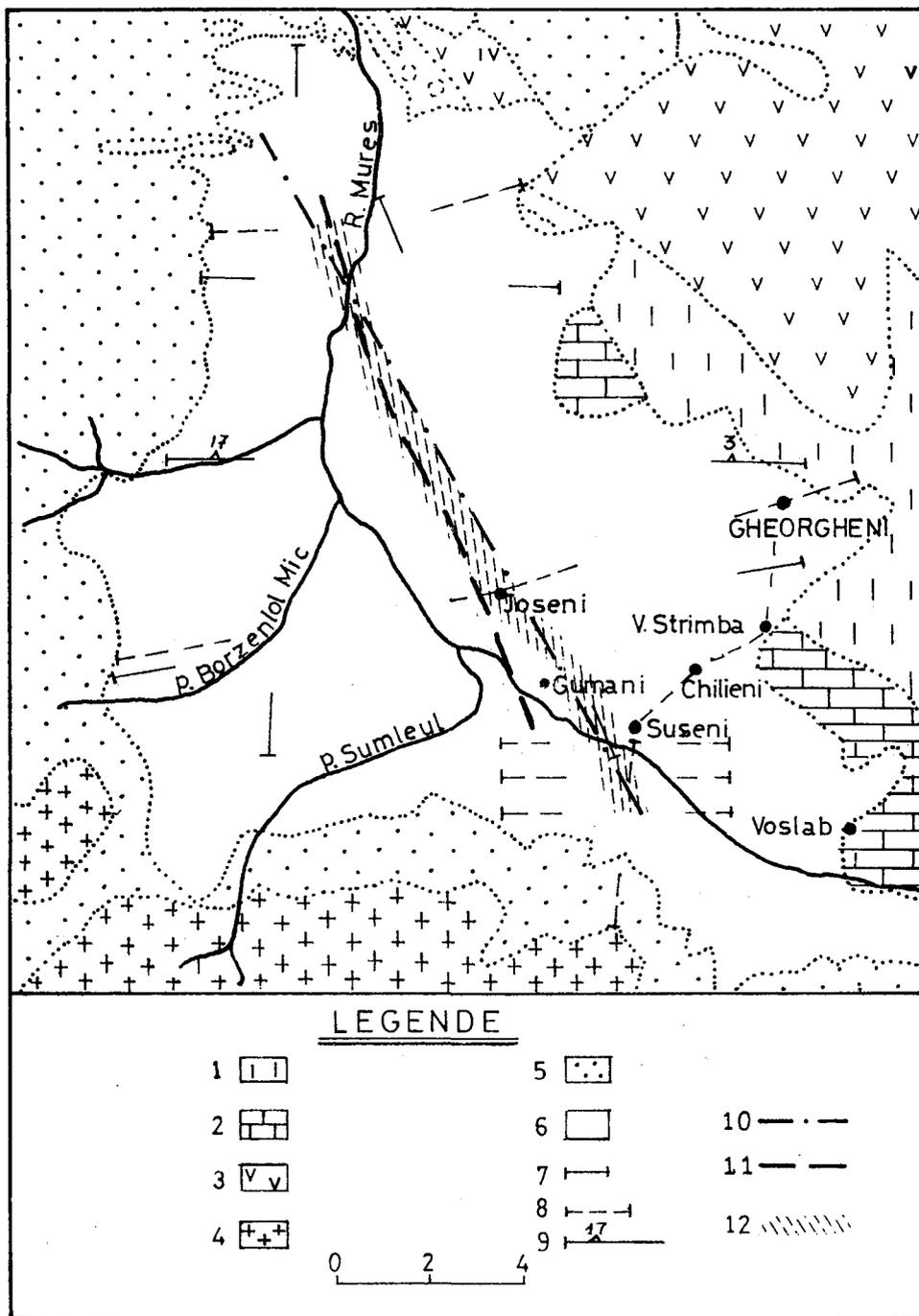


FIG. 8

La zone Remetea, Joseni, Ciumari, Suseni

1. schistes cristallins.—2. calcaires.—3. siénites.—4, 5. roches volcaniques néogènes.—6. sédiments pliocènes et quaternaires.—7. profils séismiques.
8. profils D.R.—9. lignes de profils de sondage électrique vertical.—
10. zone des concentrations des cas de cancer gastrique.—11. axe des signaux D.R.—12. faille conforme aux données séismiques

Dans la zone de large expansion des manifestations du volcanisme néogène de l'est de la Roumanie, Caliman-Gurghiu-Harghita, dans le tronçon moyen, basé sur la statistique des cas de cancer gastrique pendant les 20 années dernières, on a délimité un

alignement sur lequel on concentre ces cas avec une fréquence remarquable et qui unit le quartier W de la commune Remetea, com. Joseni, le quartier E de la com. Ciumani et le quartier W de Suseni.

De l'analyse des dates géologiques de surface on a constaté que l'alignement mentionné se place dans une zone dépressive dans laquelle des sédiments quaternaires couvrent des dépôts plus anciens appartenant aux formations cristallines, sédimentaires et éruptives (figs. 6 y 7).

Pour obtenir des informations structurelles-stratigraphiques sur les roches couvertes on a eu recours à des méthodes géophysiques: sismique, sondages électriques verticaux et dowsing-reaction (D.R.).

Dans la fig. 8 on présente les résultats de ces mensurations qui indiquent la presque incidetelle entre l'alignement Remetea W, Joseni, Ciumani E et Suseni W. avec des concentrations cancéreuses et une ligne puissante de fracture dans le fondement de la région disposée parallèlement à 20 Km. E d'un alignement NW-SE sur lesquels ont été disposés des centres d'éruption linéaire néogènes.

Dans la figure 9 on présente une section E-W au sud de la localité Lazarea dans laquelle sont présentés le signal D.R. (1-1') attribué à une fracture à circulation de fluides minéralisés, le minimum de résistivité dans la section géoélectrique attribué de même à une circulation de fluides minéralisés sur une ligne de fracture (2-2') et la fracture résultant du fait de la détection de 2 compartiments à de différentes vitesses de propagation des ondes sismiques (3-3').

Des études géologiques et hydrogéologiques détaillées dans la zone fracturée Remetea-Joseni-Ciumani-Suseni, détectée par des procédés géophysiques ainsi qu'il a été démontré plus haut, ont mis en évidence sur cette alignement la présence d'apparitions d'eaux minérales carbogazeuses et de mofettes.

On a ainsi démontré la justesse de l'interprétation de cette importance fracture, comme moyen d'accès pour des fluides minéralisés postvolcaniques.

D'ailleurs, on n'a pas encore pu donner une explication satisfaisante des les phénomènes chimiques déterminés par les fluides minéralisés dans la zone de manifestation à la surface pour rendre plus favorable l'accélération des processus cancérigènes sur les hommes et d'autres organismes vivants, ainsi que sur l'apparition de maladies sur certaines plantes de culture et arbres fruitiers.

En comparant les résultats présentés pour ce cas avec les expérimentations effectuées en d'autres pays sur cobayes dans les zones certifiées comme lignes de fracture où l'on a remarqué:

- l'abaissement de 50 % de la natalité en un an d'expérimentation,
- la tendance de ceux-ci à se déplacer de la zone de fracture si, par certains tunnels, on leur a donné la possibilité de se déplacer,
- l'accroissement de 30 % de la mortalité due à un cancer contracté par les exemplaires qui se trouvent dans la zone de fracture et qui ont été inoculés avec des produits cancérigènes, par rapport aux exemplaires inoculés mais qui se trouvent en dehors de la zone de fracture, paraît attirer l'attention sur la nécessité d'éviter les lignes de fracture pour les établissements humains et les centres d'élevage des animaux, en général, pour la construction des habitations, pour les cultures céréalières et arbres fruitiers.

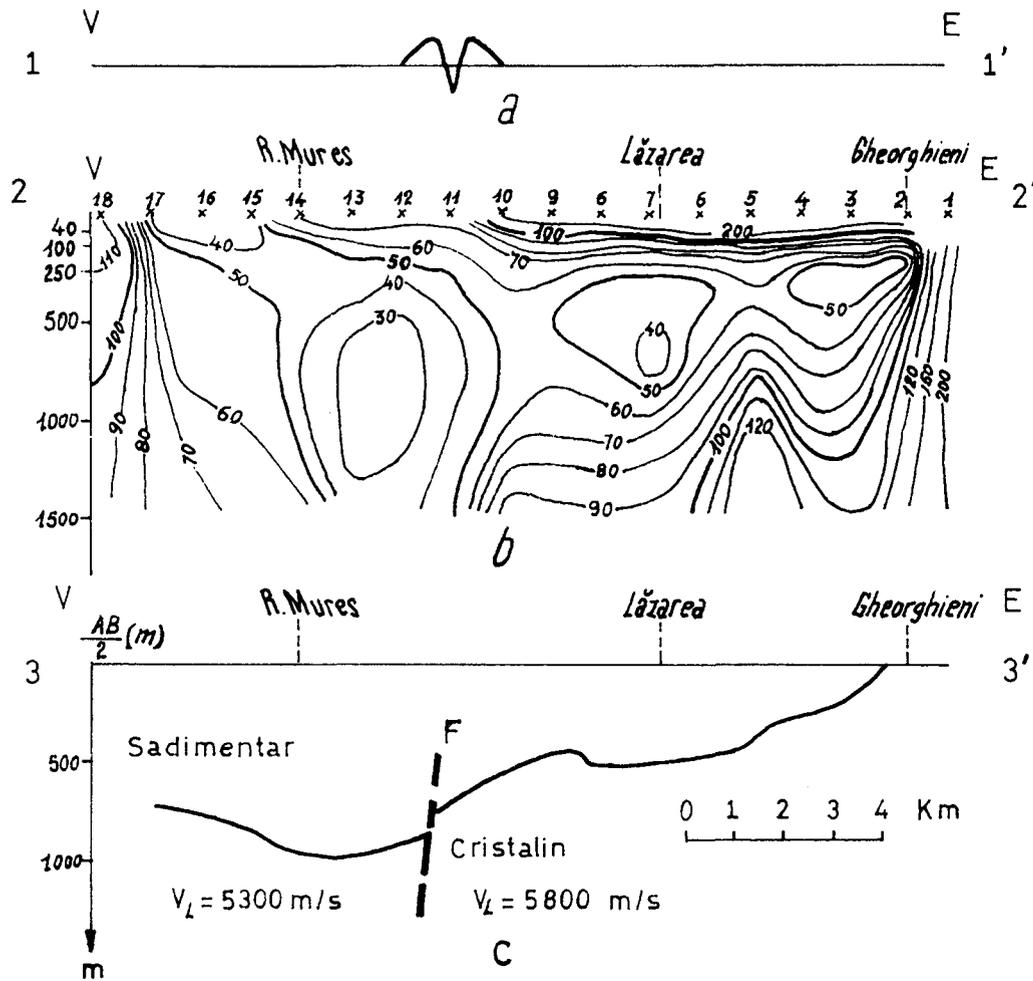


FIG. 9

Corrélation entre les signaux D.R., les données géoélectriques et les données sismiques sur un profil E-O dans la zone Remetea, Joseni, Ciumani, Suseni

a. signal D.R.—b. section géoélectrique.—c. section sismique.—x16. station de sondage électrique verticale.—2. isoohme.—F. faille au niveau fondamental conformément aux données sismiques.—VL. vitesse des ondes sismiques longitudinales

A présent, basé sur l'expérimentation exposée, on pose dans notre pays le problème de tester par des procédés complexes géologico-hydrogéologiques et géophysiques des zones prévues pour les constructions, surtout pour celles des stations balnéaires où l'on réalise des complexes sanatoriaux modernes.

L'espace limité de ce travail n'a permis que l'expression introductive des préoccupations de la Roumanie sur l'application des méthodes géophysiques complexes pour l'éclaircissement des nombreux problèmes liés aux gisements hydrothermaux.

Nous présentons nos vifs remerciements au collectif de géologues, géophysiciens, médecins parmi lesquels nous citons le dr. ing. D. Romanescu et M. Visarion, ing. C. Mihail, ing. S. Spinoche, ing. S. Veliciu, géol. A. Pricăjan, dr. G. Malnassi et d'autres qui ont mis à notre disposition une partie des résultats obtenus dans ce domaine.

BIBLIOGRAPHIE

- APOSTOL, A. et al. (1972a): *Asupra unor informatii de natură biologică obținute în practica geologică*. Revista minelor, nr. 7 iulie.
- (1972b): *Corelarea repartitiei teritoriale a cazurilor decancer gastric în zona de aparitie a unor informatii biofizice în comuna Suseni si Remetea*. U.S.S.M. Soc. de Gastroenterologie Simpoz. Tusnad.
- IOSZA, A.; MALNASSI, G. (1972): *Unele aspecte ecologice privind aglomerarea cazurilor de cancer gastric în comunele Suseni si Remetea Jud. Harghita*. U.S.S.M. Soc. Gastroenterologie, Simpoz. Tusnad.
- KOPP, J. A. (1965): *Gesundheitsschädliche und bautenschädliche Einflüsse von Bodenreizen*. Schweitzer Verlaghaus A. G. Zürich.
- PRICAJAN, A. (1972): *Apele minerale si termale din România*. Ed. Tehnică.
- TROMP, S. V. (1952): *Gronbeginseben der psychische Physica*. Verlag Diligentia. Amsterdam.
- VISARION, M. et al. (1973): *Cercetări geofizice experimentale pentru conturarea zonei de ridicare spre suprafață a apelor termominerale dela Băile Herculane*. Archiva I.G.A.

(Recibido el 20 - Octubre - 1973)