

ACADEMIA REPUBLICII SOCIALISTE ROMÂNIA

TRAVAUX DE L'INSTITUT DE
SPÉOLOGIE
„ÉMILE RACOVITZA”

TIRAGE À PART

TOME XVIII 1979

EDITURA ACADEMIEI REPUBLICII SOCIALISTE ROMÂNIA

Observations sur le conditionnement tectonique du développement et de la répartition des creux du réseau Ponorici—Cioclovina cu Apă (Monts de Sebeș)

par

Horia Mitrofan

Le rôle de la décompression d'origine tectonique dans le conditionnement du creusement des cavités karstiques est analysé pour le réseau Ponorici-Cioclovina cu Apă (dont le développement dépasse 7 km). L'orientation des galeries, leurs intersections et quelques-unes de leurs particularités morphologiques et hydrologiques sont corrélées avec leur emplacement sur des axes au long desquels l'interprétation de la structure géologique a établi la possibilité que les fissures fussent ouvertes par traction (tension) sous l'effet des efforts tectoniques.

Géologie de la région et sa corrélation avec les observations effectuées en souterrain

Bordant les Monts de Sebeș au sud-ouest, la plate-forme karstique de Luncani, d'une altitude moyenne allant de 800 à 1 100 m, reçoit du nord-est plusieurs cours épigés, coulant sur un lit imperméable de schistes cristallins. Les plus connues sont les vallées de Ponor et celle de Ponorici, qui ont réalisé de grandes percées hydrologiques de la barre calcaire, vers la dépression de Hațeg (400 m altitude), drainée par la rivière Strei. La percée de Ponorici se fait entièrement par une grotte pénétrable pour l'homme, Ponorici-Cioclovina cu Apă.

Celle-ci, ainsi que les grottes de son environnement ont fait l'objet des recherches du Club de spéléologie « Emile Racovitza » de Bucarest depuis 1970. Entre 1972 et 1977 plus de 7 km de galeries ont été relevés dans le réseau principal et encore 1 km environ dans les grottes afférentes. Les observations que nous avons effectuées en souterrain en avril et août 1975, corroborées aux informations fournies par les levés en surface réalisés par G h e r m a n (1934) et S t i l l a (1966) ont apporté des éclaircissements en ce qui concerne les conditions de l'apparition de ces cavités d'une ampleur remarquable.

S t i l l a (1966) a séparé dans le cadre des calcaires de la région un horizon inférieur, d'âge Oxfordien-Tithonique, constitué par des couches centimétriques, aux intercalations de silice, présentant un faciès de mer plus profonde et un horizon supérieur massif, d'âge Malm-Aptien présentant un faciès récifal. L'horizon inférieur a une puissance de 300 m environ et l'horizon supérieur a une puissance de 200 m. En souterrain les alignements de nodules noirs de silex de l'horizon inférieur mettent en évidence la stratification, tandis que le calcaire de l'horizon supérieur se présente dans les surfaces récemment polies brécieux, parsemé de diaclases remplies d'argile rouge.

Trav. Inst. Spéol. « Emil Racovitza », t. XVIII, p. 225—231, Bucarest, 1979

Dans le lit des calcaires se trouvent des grès du Dogger et Lias et dans leur couverture sont disposées localement des lentilles de bauxite et des grès discordants cénomaniens.

Dans la zone du réseau Ponorici-Cioclovina les calcaires sont disposés dans une structure de brachysynclinal, dont l'axe majeur est orienté SW—NE, fermé en périclinal vers le NE et vers le SW (G h e r m a n , 1934).

En souterrain nous avons observé directement la fermeture périclinale nord-est près du Grand Confluent, où le pendage des couches est orienté sud-ouest, tandis que la fermeture périclinale sud-ouest a été suggérée par l'évolution des orientations des couches dans la galerie aux Baldaquins (fig. 1). Les deux flancs du synclinal présentent des pendages différents, de 50° — 60° celui nord-ouest et de 30° — 40° celui sud-est. Le plan axial étant donc incliné vers le SE, le mur (axe de cote minimale d'une couche) et la charnière (axe au long duquel la courbure de la couche est maximale) du synclinal ne sont pas coïncidents (fig. 2). Le mur du contact entre l'horizon inférieur, des calcaires en plaques, et l'horizon supérieur, des calcaires massifs brécieux est nettement visible en deux points, sur les galeries Ponorici et Brinza, un peu en amont du Grand Confluent, les seuls, par ailleurs, où les calcaires brécieux apparaissent dans la grotte.

Au SE du brachysynclinal suit un anticlinal, dans l'axe duquel sont affleurements les dépôts du Lias, tandis qu'au NW se trouve un autre anticlinal, d'une ampleur plus réduite, dans les calcaires.

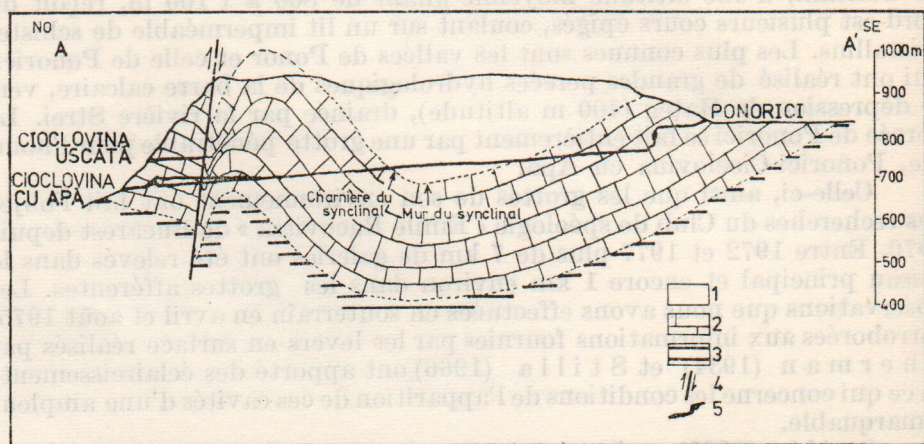


Fig. 2. — Coupe géologique dans la zone du réseau Ponorici-Cioclovina cu Apă.

1) Barrémien-Aptien inf. (calcaires récifaux); 2) Oxfordien-Tithonique (calcaires aux intercalations siliceuses); 3) Dogger (grès spatiques au ciment calcaire); 4) Faille (les flèches indiquent le sens de déplacement des compartiments); 5) Profil schématique des galeries projeté dans le plan de la coupe géologique.

Au NW de ce dernier anticlinal une faille majeure, faille de Cioclovina à direction SW—NE et avec un très fort pendage vers le NW, a provoqué le soulèvement du bloc nord-ouest (S t i l l a , 1966).

Nous avons constaté qu'elle se fait fortement remarquer en souterrain, tant par la favorisation de l'apparition de la salle Cioclovina, dont les pa-

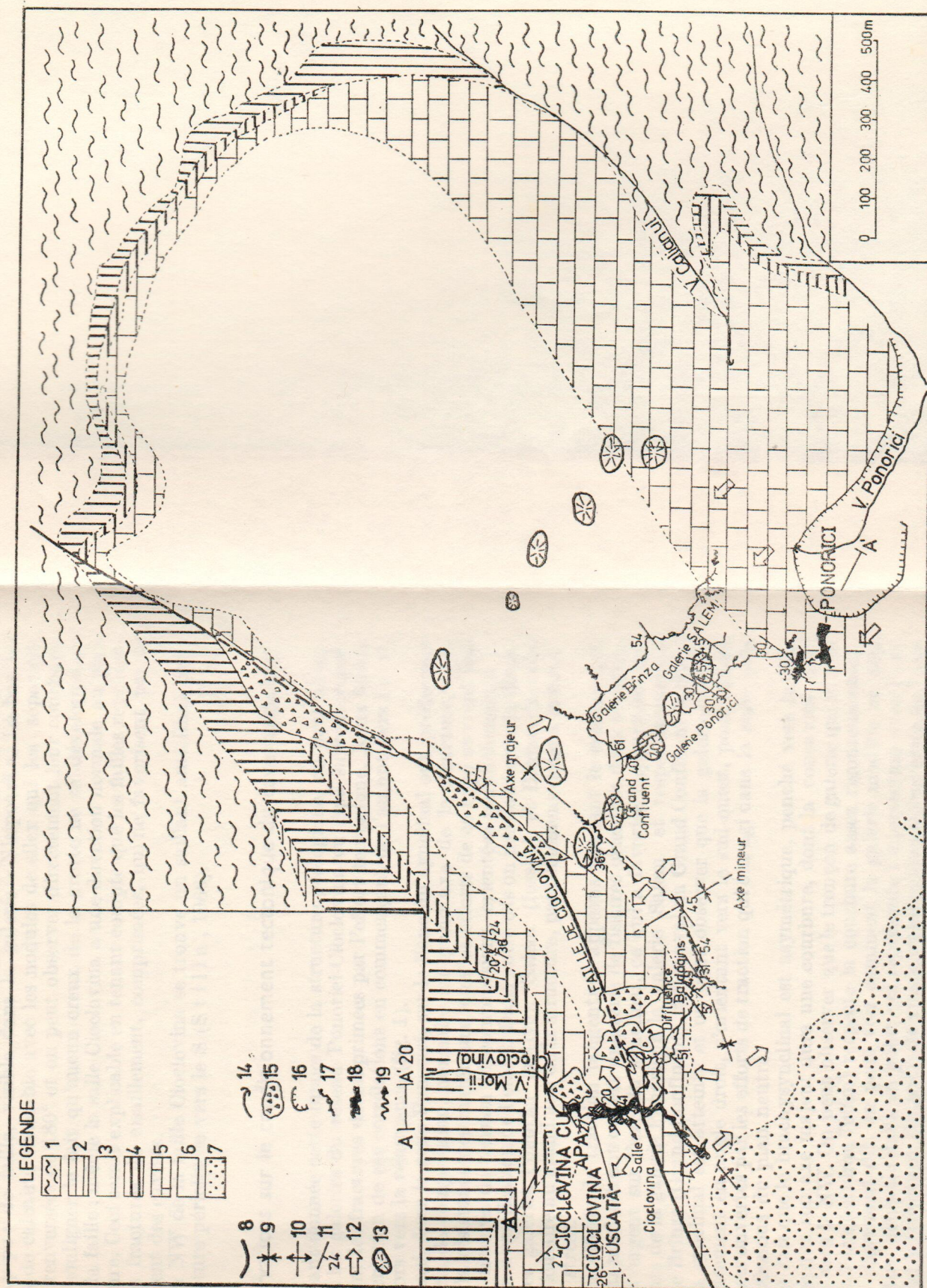


Fig. 1. — Carte géologique et du développement des principaux creux karstiques dans la zone du réseau Ponorici-Cioclovina cu Apa.

1) Précambrien (micaschistes et gneiss); 2) Permien inf. (conglomérats et grès rouges); 3) Lias (conglomérats et grès aux intercalations schisteuses); 4) Dogger (grès calcaires spatiques); 5) Oxydrien-Tithonien (calcaires aux rubans de silice); 6) Barrémien-Apien inf. (calcaires réclaux); 7) Cénozoïque (grès); 8) Faille; 9) Axe de synclinal; 10) Axe d'anticlinal; 11) Position des couches; 12) Sens des efforts tectoniques locaux; 13) Doline; 14) Ponor; 15) Eboulements; 16) Limite de la dépression karstique de contact Ponorici; 17) Galeries de la grotte Ponorici-Cioclovina cu Apa; 18) Galeries de la grotte Cioclovina USCATA; 19) Arrivée d'eau dans la grotte; 20) Position de la coupe géologique.

rois présentent une roche dérangée et déchiquetée, ainsi que par une évidente « pipe » de faille, visible dans la galerie « Nisipoasă ». Là-bas les couches de calcaire, ensemble avec les nodules de silex qui les séparent, ont été renversées de 180° et on peut observer directement leur courbure. Il faut souligner le fait qu'aucun creux de la grotte ne se développe au long de la faille ; même la salle Cioclovina a une direction normale au plan de rupture. Ceci serait explicable en tenant compte que les failles représentent des fractures de cisaillement, comprimées, qui ne favorisent pas le creusement des cavités.

Au NW de la faille Cioclovina se trouve un saillant anticlinal, avec la fermeture périclinale vers le S (Stilla, 1966).

Observations sur le conditionnement tectonique du cavernement

Etant donnée cette image de la structure géologique, on peut observer que les galeries du réseau Ponorici-Cioclovina cu Apă suivent rigoureusement les fractures décomprimées par l'effort tectonique. Nous ferons une description de ces corrélations en commençant de l'amont vers l'aval, des ponors vers la résurgence (fig. 1).

Ainsi, dans la zone Ponorici, sur le flanc du synclinal ont prédominé les efforts de compression, normales au grand axe de la structure. L'on sait, de la résistance des matériaux, que les efforts de ce type ouvrent une série de fissures de tension (décompression), orientées parallèlement à la direction d'application de l'effort. Dans notre cas on peut observer la disposition des galeries Ponorici (active), Salem (fossile) et Brînza (active) perpendiculaire au grand axe de la structure, parallèlement donc à la direction du stress.

Les efforts de traction tangentiels apparus pendant le courbement périclinal nord-est ont ouvert une série de fissures orientées dans un fascicule convergent sur l'axe du synclinal, ce qui a favorisé l'apparition des confluent de la galerie Ponorici à la galerie Salem et respectivement à la galerie Brînza (Grand Confluent). 200 m aval du Grand Confluent la charnière du synclinal est atteinte et on peut observer que la galerie tourne immédiatement en angle droit, s'orientant vers le sud-ouest, pour suivre les fissures ouvertes par les efforts de traction qui ont agi dans la zone axiale, en dessous du plan neutre.

Du fait que le brachysynclinal est asymétrique, penché vers le SE, il résulte que son axe majeur aura une courbure, dont la concavité sera orientée vers le NW. On peut observer que le tronçon de galerie qui suit le trajet de l'axe (environ 700 m) respecte la courbure assez rigoureusement, ou plus clairement dit, on peut voir comment la galerie modifie un peu sa direction générale dans un point qui représente l'intersection avec l'axe mineur de la structure. Du point de vue morphologique la traversée de l'axe mineur se fait remarquer par un tronçon de galerie large et relativement basse, au plafond plan-horizontale et aux boucles fossiles, qui interrompent la continuité de la galerie relativement étroite et haute, « en cañon », rencontrée tant en amont qu'en aval de ce point.

Entre le point où la galerie a tourné en angle droit vers le SW, pour s'orienter au long de l'axe majeur du brachysynclinal, et l'intersection de

l'axe mineur sont environ 400 m. En aval de l'intersection, après autres 300 m on observe un nouveau changement de direction, de 90° , vers le NW et l'apparition d'une diffluence. Considérant la relative symétrie des deux coudes majeurs par rapport au « centre » de la structure, il faut admettre que cette fois-ci les galeries sont passées sur un fascicule de fractures divergentes, ouvertes par les efforts tangentiels qui sont apparus pendant le courbement de la terminaison sud-ouest du brachysynclinal. Il paraît que dans cette zone le passage de l'eau d'un type de fractures béantes à un autre type de fractures béantes s'est produit assez difficilement, parce qu'on rencontre des siphons, doublés par des galeries fossiles (baldaquins 3 et 4), des coulées stalagmitiques massives, qui barrent le cours de la rivière (baldaquins 1 et 2) des tronçons au plafond abaissé à 80 cm.

Les deux galeries d'après la diffluence (l'une active, au sud, et l'autre fossile, au nord) gardent leur orientation nord-ouest jusqu'à la rencontre de l'axe de l'anticlinal situé entre le brachysynclinal et la faille Cioclovina. En ce point les deux galeries décrivent un nouveau coude de 90° et se dirigent vers le SW, au long des fissures ouvertes par les efforts de traction de l'axe. Après ce coude le cours actif disparaît dans un siphon. A proximité on rencontre aussi des galeries latérales fossiles, orientées toujours NE — SW. Les tronçons des galeries développés au long de l'axe de l'anticlinal sont assez courts, ce que nous fait penser qu'ils sont situés assez peu en dessus du plan neutre et que les fissures ont été ouvertes selon la direction de l'axe sur une faible longueur. Cette opinion semble être confirmée par le fait que 70 m plus haut l'ouverture des fissures selon cette direction a été suffisante pour permettre le creusement des vastes conduits de la grotte Cioclovina Uscată.

Cette grotte fossile, qui a eu un fonctionnement d'émergence, s'est développée principalement au long de l'axe de l'anticlinal. Vers le SW la cavité est fermée par un colmatage alluvionnaire et on ne peut pas savoir s'il y a plus profondément d'autres creux, développés sur un autre type de fractures béantes.

Revenant aux galeries de Cioclovina-cu-Apă on observe qu'elles abandonnent la direction de l'axe anticlinal et prennent une nouvelle orientation, vers le NW. Dans cette zone il s'agit de deux galeries fossiles et du cours actif siphonné, qui se développent parallèlement (puisque le siphon n'a pas été exploré, on ne peut pas préciser si la rivière souterraine coule par une galerie inondée, pénétrable en scaphandre, ou bien par des fissures peu ouvertes). On ne pourrait expliquer quelle sorte de fractures béantes ont conditionné le développement des galeries alors qu'elles quittent l'axe de l'anticlinal, qu'en tenant compte qu'immédiatement après le percement de la faille Cioclovina les deux galeries fossiles et l'actif, passé de nouveau à un écoulement à niveau libre, confluent (dans la salle Cioclovina). Ce double confluent est dû le plus probablement au passage des creux sur le fascicule convergent des fissures ouvertes par les efforts tangentiels qui ont courbé la terminaison périclinale du saillant anticlinal rencontré à l'extérieur, dans la proximité nord—nord-ouest de la grotte.

En aval de la salle Cioclovina on rencontre une galerie unique, orientée directement N et qui s'ouvre à l'extérieur après environ 150 m. Ce dernier tronçon est développé exactement en dessous du tronçon d'entrée

de la grotte Cioclovina Uscată. Tous les deux sont emplantés sur les fissures ouvertes par les efforts de traction de l'axe (déjà nettement individualisé) du saillant anticlinal.

Observations préliminaires sur l'organisation hydrologique du réseau

Dans la grotte on rencontre 6 arrivées d'eau, dont 3 se trouvent vers l'amont des galeries Brînza et Ponorici et les autres dans la zone axiale du synclinal (fig. 1). Elles sont les seuls apports concentrés d'eau et leur disposition semble indiquer un reflet de la tectonique dans l'organisation du drainage.

La galerie Ponorici draine deux ponors temporaires à petit débit, ainsi qu'une zone d'infiltration. Dans la galerie Brînza arrivent les eaux d'un ponor permanent, à grand débit (la vallée Ponorici) et un autre cours d'eau à débit plus réduit (provenant peut-être d'un ponor plus éloigné, Calianul).

Dans la zone axiale du synclinal sont rencontrés trois affluents dont l'origine n'a pas été établie. Justement dans l'axe (la charnière) de la structure, dans le point où la galerie principale passe d'une orientation SE — NW à une orientation NE — SW, un ruisseau apparaît d'une fissure impénétrable. Dans la zone du mur du synclinal apparaissent deux affluents dont celui nord-ouest présente un débit plus élevé. Tous les deux arrivent par des galeries pénétrables sur environ 50 m, ayant une orientation NE — SW et se développant probablement au profit des fissures radiales, ouvertes par les efforts tangentiels qui sont apparus pendant le courbement de la terminaison périclinale nord-est du brachysynclinal.

On constate que les apports d'eau à source inconnue (provenant probablement des infiltrations diffuses) n'ont pas réussi à creuser des cavités pénétrables, même dans des conditions apparemment favorables du point de vue de l'ouverture des fissures par décompression. Cela nous fait conclure, au moins dans le cas du réseau Ponorici-Cioclovina cu Apă, que les grandes galeries ont pris naissance seulement par l'action des eaux qui présentaient un certain degré de concentration (par exemple au niveau des ponors de l'extérieur).

CONCLUSIONS

1. Les observations effectuées dans le cadre du réseau Ponorici-Cioclovina cu Apă ont prouvé le fait que ses galeries sont développées constamment au long des zones dans lesquelles les fissures ont été ouvertes par les efforts de tension (décompression) d'origine tectonique. Plusieurs fois les fissures plus ouvertes (emplacées là où ont agi les efforts de décompression plus forts) « enlèvent » les galeries aux fissures moins ouvertes et leur imposent une nouvelle orientation (quand sont atteintes, successivement, la charnière du synclinal, la terminaison périclinale sud-ouest du synclinal, la charnière de l'anticlinal et la terminaison périclinale du saillant anticlinal).

2. Les confluent et les diffluences se présentent rigoureusement déterminés par la présence des fascicules d'axes de décompression convergents sur la charnière, créés par les efforts tangentiels qui sont apparus au courbement des terminaisons péricleinales des structures (le confluent des galeries Ponorici et Salem et Grand Confluent sur la terminaison nord-est du synclinal, la diffluence en aval des Baldaquins sur la terminaison sud-ouest du synclinal, le confluent de la salle Cioclovina, sur la terminaison sud du saillant anticlinal).

3. En général on observe que les efforts tectoniques de décompression ne créent pas de nouvelles fissures mais ils peuvent ouvrir les fissures

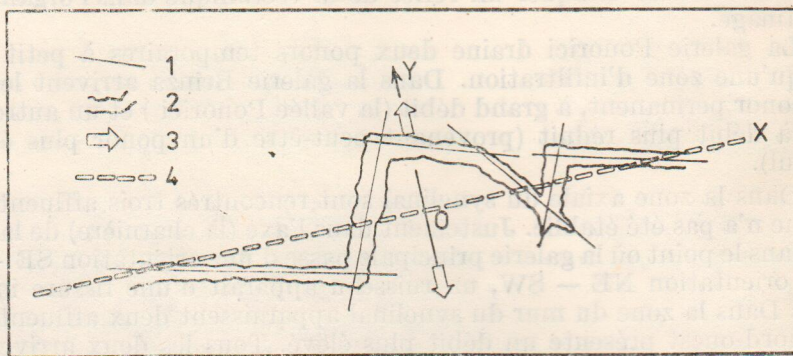


Fig. 3. — Schéma de l'emplacement de la galerie sur l'axe de décompression maximale, à partir des fissures aux directions aléatoires.

1) Fissure ; 2) Galerie ; 3) Sens des efforts locaux de décompression (axe Oy) ; 4) Axe de décompression maximale (axe Ox).

préexistantes qu'ils « rencontrent », quel que soit le système de fissuration auquel elles appartiennent. Ainsi, l'eau « exploite » seulement la composante x de la direction de la fissure, qui est perpendiculaire à la direction de l'effort et le creux suit ladite fissure (fig. 3). Mais en même temps le creux avance aussi dans la direction correspondante à l'autre composante y , parallèle à la direction de l'effort de décompression. Ainsi se produit un éloignement de l'axe de décompression maximale et le creux aura la tendance de s'en rapprocher, en usant, en sens inverse, la composante y , perpendiculaire à cet axe, de la prochaine fissure qu'il rencontrera. Finalement, les composantes x parallèles à l'axe de décompression maximale s'additionnent tandis que les composantes y , qui y sont perpendiculaires, vont s'annuler réciproquement. Ainsi résultera la direction générale de la galerie, qui sera toujours identique à celle de l'axe de décompression maximale.

4. Les eaux qui ne proviennent pas des ponors ne réussissent pas à creuser de longues galeries, même en circulant par des zones fortement décompressées.

5. Les observations effectuées confirment la validité des conclusions exprimées par Renault (1967) et qui sont en train d'être de plus en plus acceptées, selon lesquelles seules les fissures initialement ouvertes par décompression peuvent donner naissance aux cavités pénétrables.

L'image est complétée avec le rôle majeur joué par la décompression d'origine tectonique, là où celle gravitationnelle n'agit plus. Ainsi est relevée l'importance d'une vision dynamique sur la tectonique du massif calcaire, dans l'explication de l'apparition des grandes grottes et dans l'estimation des chances d'en découvrir des nouvelles. Il paraît aussi qu'on entrevoit la possibilité que la « banale » topographie spéléologique, activité qu'on considère généralement auxiliaire à la recherche scientifique, soit transformée dans un instrument de déchiffrement de la dynamique géologique.

Mais, le problème qui reste à être résolu dans une grande mesure est l'explication du mécanisme intime par lequel l'eau « préfère » les fissures décomprimées à n'importe quelles autres fissures d'un massif, dans son action de creusement des cavités karstiques.

Remerciements Je tiens à remercier à tous mes amis spéologues qui m'ont accompagné et qui m'ont prêté un coup de main sur les trajets assez « sportifs » des profils géologiques souterrains : Mircea Purice, Aurel Iofa, Constantin Marin et Nicolae Stoica.

Je suis très obligé aussi à Alexandru Stilla qui m'a aimablement mis à disposition les résultats de ses levés et qui a révisé le manuscrit.

Je tiens à exprimer toute ma gratitude à Ion Povară et spécialement à Gabriel Diaconu, pour leurs précieuses observations constructives.

Bibliographie

- 1934 GHERMAN I., *Contribuții la cunoașterea regiunii carstice de la NE de Pui*, Rev. Muz. Geologic—Mineralogic al Universității din Cluj, V, 1, 1—15.
1967 RENAULT PH., *Contribution à l'étude des actions mécaniques et sédimentologiques dans la spéléogenèse, I^{re} partie*, Ann. de Spéol., XXII, 2, 5—21.
1966 STILLA AL., *Raport asupra prospecțiunilor geologice pentru bauxite în partea de SW a M. Sebeș (Zona Pui — Sectorul Fizești—Cioclovina)*, Arch. I.G.P.S.M.S., București.

Entreprise Géologique de Prospections Bucarest

Reçu le 15 février 1979