

POINT DE VUE CONCERNANT LA PALÉO-ÉVOLUTION DU PROCESSUS D'ENDOKARSTIFICATION DANS LA ZONE MANGALIA (DOBROGEA DU SUD)

GABRIEL DIACONU

Ayant comme base de discussion les données sur la géologie et la tectonique des dépôts sédimentaires, l'auteur exprime un point de vue concernant la paléoevolution de l'endokarstification tant en vertu de certaines datations d'âge absolu que par l'interprétation des cartes des mouvements croûtaux verticaux récents. Il est exprimé aussi un point de vue concernant la colonisation avec la faune cavernicole terrestre de l'endokarst de la zone Mangalia.

1. INTRODUCTION

Le périmètre de la zone Mangalia, mis en discussion dans cet ouvrage, est situé à l'extrémité sud-est de la Dobrogea du Sud, son aire étant délimitée vers le nord par un court alignement ouest-est, passant par la localité Costinești, vers le sud par la frontière avec la Bulgarie entre les localités Vama Veche et Negru Vodă, vers l'ouest par un alignement nord-est unissant la localité Negru Vodă avec la terminaison ouest de l'alignement Costinești, et vers l'est par la limite du littoral entre les localités Costinești et Vama Veche.

La délimitation du périmètre a été déterminée par la continuité de l'affleurement des calcaires ouvert par la réseau hydrographique tributaire du lac Tatalgeac, d'ouest vers l'est, au-dessous de la couverture de loess. L'affleurement se prolonge le long de la falaise jusqu'aux alentours de la localité Vama Veche.

À partir de la ville de Mangalia les calcaires affleurent vers l'ouest le long des versants du lac Mangalia et, respectivement, sur les versants qui appartiennent au bassin hydrographique de la vallée Albești (Fig. 1).

Les auteurs qui se sont occupés de l'étude de la Dobrogea du Sud, en général, et de la zone Mangalia, en particulier, sont très nombreux, et les sujets abordés ont été extrêmement divers (géologie, stratigraphie, paléontologie, tectonique, géophysique, hydrogéologie, hydrochimie, minéralogie, pédologie, karstologie, biospéologie, géospéologie, etc.). Nous nous arrêterons seulement sur les travaux qui, par leur thématique, ont pu être utiles pour développer un point de vue concernant la paléoevolution du processus d'endokarstification locale avec des implications directes dans l'interprétation spéléogénétique pour les plus importantes grottes connues dans le périmètre: la grotte Peștera de la Movile et la grotte Peștera Limanu.

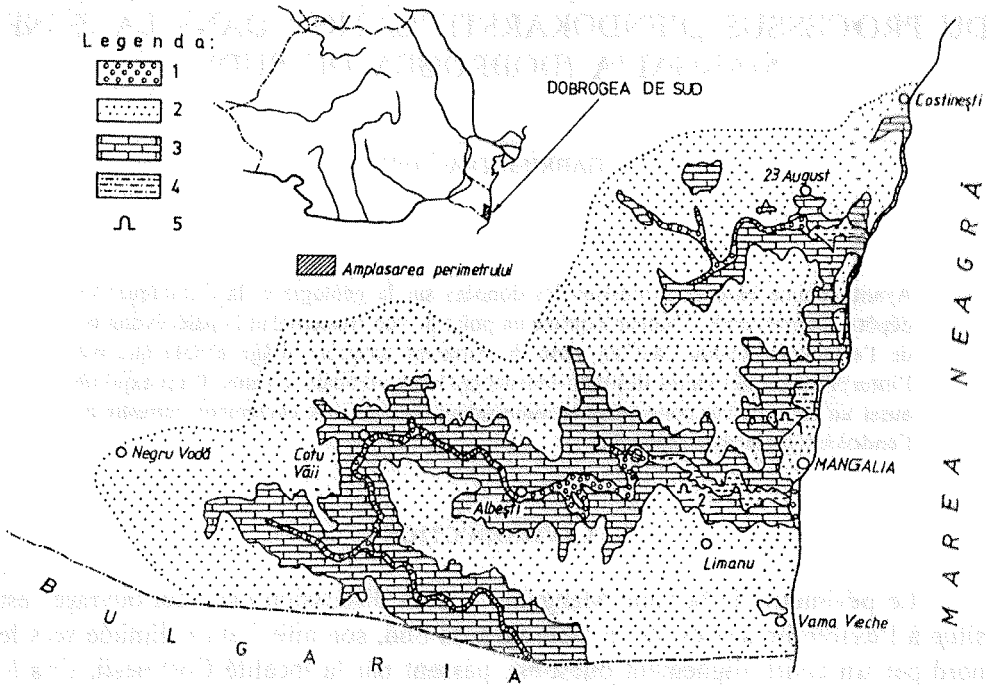


Fig. 1 – La carte géologique de la Zone Mangalia (d'après Chiriac, 1981, simplifié). 1 – alluvions (Holocène); 2 – loess (Pléistocène); 3 – calcaires (Sarmatien moyen et supérieur); 4 – le Marécage Mangalia; 5 – grotte (1 – la grotte Peștera de la Movile; 2 – la grotte Peștera Limanu).

2. DONNÉES CONCERNANT LA GÉOLOGIE ET LA TECTONIQUE DES DÉPÔTS SÉDIMENTAIRES DE LA ZONE MANGALIA

À l'occasion d'une étude sur la biostratigraphie des ammonites crétacées, CHIRIAC (1981) a publié l'une des plus détaillées cartes concernant la géologie de la Dobrogea du Sud.

Le territoire présente la particularité donnée de la couverture de loess quaternaire pour la plupart de sa surface. Les affleurements des dépôts mésozoïques ou bien cénozoïques sont ouverts seulement le long des versants du réseau hydrographique tributaire prépondérant du fleuve Danube et subordonné au bassin de la Mer Noire.

L'épaisseur des dépôts sédimentaires en Dobrogea du Sud dépasse souvent 1500 m.

Pour la zone Mangalia, les niveaux des roches karstifiables (estimées comme étant, en ensemble, entre 600 et 800 m d'épaisseur) commencent depuis le Dévonien supérieur, les calcaires étant seulement d'âge Frasnien, le Famennien étant absent.

Après une longue lacune de sédimentation d'environ 200 M.a., se sont déposés des calcaires et dolomies d'âge Jurassique moyen (Bathonien moyen-Callovien), respectivement Jurassique supérieur (Oxfordien-Kimméridgien), et sur certains secteurs ouest est supposée aussi l'existence du Malm en faciès purrbekien (lagunaire-continentale). (Pour les appréciations sur les durées d'exondation a été utilisée l'échelle géochronique publiée dans la revue *Géochronique*, n° 35, 1990, Bureau de recherches géologiques et minières, Soc. Géol. de France).

En continuation apparaît, épisodiquement, un calcaire massif d'âge Crétacé inférieur (Barrémien), étant surpris en forages seulement dans le secteur nordique (Costinești) marquant, par rapport au calcaire d'âge Kimméridgien sous-jacent une lacune de sédimentation d'approximativement 25 M.a. Dans le reste du territoire, directement sur les calcaires néojurassiques, donc après une lacune de sédimentation d'approximativement 45 M.a., apparaissent des dépôts prépondérants carbonatiques (devenant détritiques seulement à leur partie supérieure) d'âge Cénomaniens et Sénoniens (Crétacé supérieur).

Suit un nouvel intervalle d'interruption de la sédimentation attribuée au Paléocène (approximativement 12 M.a.). La transgression du Paléogène moyen est marquée dans la zone par une couche de calcaires d'âge Yprésien-Lutétien qui supporte, seulement à sa son extrémité sud, une séquence d'argiles et schistes bitumineux supposés comme étant Paléogène supérieur (Oligocène). Le reste du territoire est soumis, probablement, à une exondation d'approximativement 25 M.a.

Les derniers dépôts, aussi prépondérants carbonatiques, résultés à la suite d'une ample transgression durant du Sarmatien moyen et supérieur, finissent le cycle de sédimentation marine, le territoire de la Dobrogea du Sud (par conséquent aussi de la zone Mangalia) étant ensuite presque complètement exondé (il y a approximativement 11,5 M.a.).

Relativement à cette séquence sédimentaire cénozoïque, importante dans le contexte du travail pour le réseau spéléologique local, CHIRIAC publie, en 1960, une stratigraphie complète.

Pour le Sarmatien moyen (Bessarabien) l'auteur sépare quatre niveaux:

- *l'horizon des argiles verdâtres*, avec des épaisseurs variant entre 4 et 8 m. Ce niveau «...*uneori poate să lipsească și calcarele să se dispună direct peste Cretacic...*» (...parfois peut être absent et il est possible que les calcaires (de l'horizon suivant, n.a.) se disposent directement sur le Crétacé...);
- *l'horizon des calcaires inférieurs*, avec des épaisseurs variant entre 3 et 11 m. Les deux premiers horizons sont attribués au Bessarabien inférieur;
- *l'horizon diatomitique-bentonitique*, avec des épaisseurs variant entre 7 et 12 m, attribué au Bessarabien moyen, et

- l'horizon des calcaires supérieurs, avec des épaisseurs variant entre 7 et 25 m, attribué au Bessarabien supérieur.

Concernant le pénultième horizon (diatomitique-bentonitique) CHIRIAC mentionne que ...«*bentonitele apar mai ales la partea superioară a diatomitelor, constituind patul pânzei superioare de apă...*» (... les bentonites apparaissent notamment au-dessus des diatomites, constituant le lit de la nappe supérieure d'eau ...). À la suite des investigations hydrogéologiques cette opinion s'est avérée, au fond, partiellement valable.

Le Sarmatien supérieur (Kersonien), avec une épaisseur variant entre 8 et 20 m, est départagé en trois niveaux:

- calcaires et calcaires oolithiques avec de minces intercalations d'argiles et de sables (Kersonien inférieur);
- calcaires, calcaires oolithiques, lentilles d'argiles bentonitiques (Kersonien moyen) et
- calcaires, calcaires oolithiques avec des intercalations d'argiles et de sables, grès (Kersonien supérieur).

Il faut souligner que les galeries des grottes (Peștera Limanu et Peștera de la Movile) sont creusées en ces calcaires kersoniens.

La dernière séquence sédimentaire importante appartient aux dépôts quaternaires (des paléosols en alternance avec des loëss): ce sont des formations continentales qui, dans la zone Mangalia, commencent au Pléistocène inférieur (1,65 M.a).

Conformément à la section géologique donnée par FERU (1993), la pile de roches sédimentaires délimitée au Dévonien supérieur et Sarmatien supérieur, a une épaisseur moyenne d'approximativement 800 m seulement dans le secteur d'effondrement placé au-dessous du lac Mangalia. Sur les flancs de celui-ci, vers le Marécage Mangalia au nord, respectivement vers Vama Veche au sud, l'épaisseur diminue notablement, elle étant d'approximativement 600 m, aspect confirmé aussi sur la section de la Carte géologique, 1:50.000, la feuille Cotu Văii.

Importante pour le périmètre de la zone Mangalia est aussi son interprétation tectonique et, pour pouvoir faire des appréciations sur l'évolution du processus d'endokarstification une connaissance (même approximative) est nécessaire quant au moment géologique où ont été causés les principaux plans de disjonction pendant lequel se sont produits.

A cet effet, ayant comme références les données prises du matériel cartographique existant (la Carte géologique à l'échelle 1:50.000, les feuilles Cotu Văii 1978, Peștera et Medgidia 1984, Alimanu 1991 et la Carte des mouvements croûtaux, 1977, à l'échelle 1:1.000.000, éditées par l'Institut de Géologie et Géophysique, Bucarest) complétées d'informations supplémentaires de la littérature (CIOCARDEL et SOCOLESCU, 1969, FERU, 1993, LASCU *et al.*, 1994, ȚENU *et al.*,

1997), nous avons considéré nécessaire de réaliser une carte tectonique, pour tout le territoire de la Dobrogea du Sud qui cumule les principales fractures identifiées, indispensables dans l'interprétation de l'évolution du processus d'endokarstification (Fig. 2).

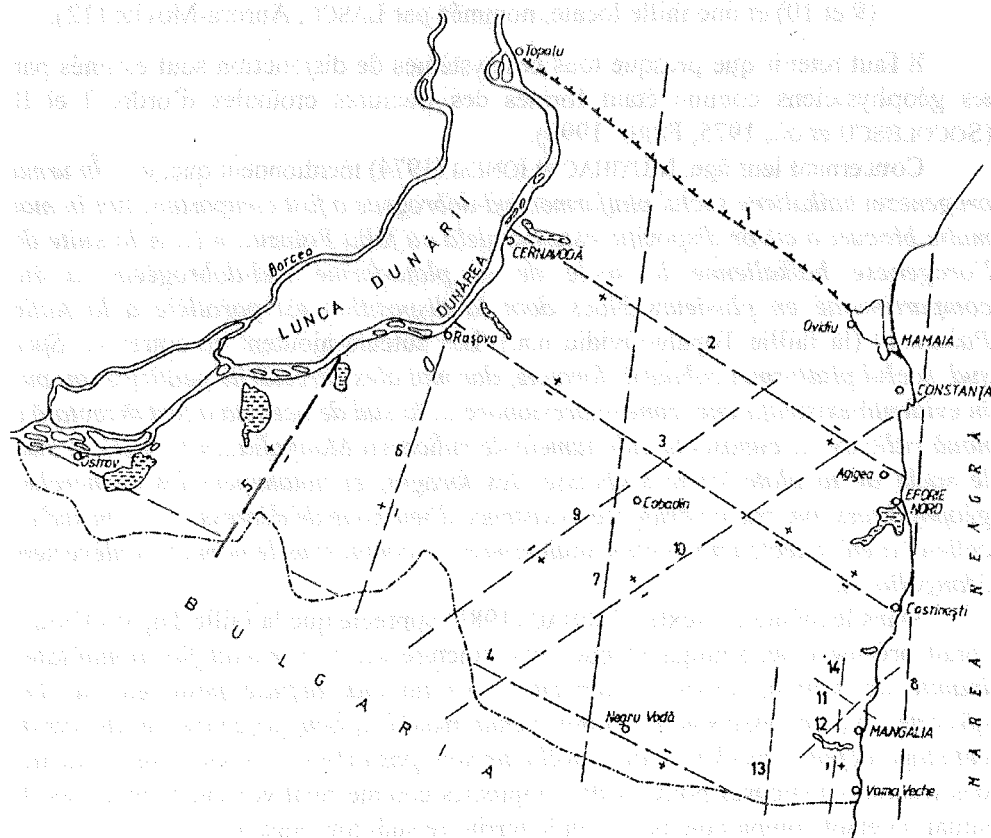


Fig. 2 – La carte tectonique de la Dobrogea de Sud: 1–10 – failles structureles profondes; 11–14 – failles locales.

On distingue ainsi trois systèmes de fractures majeures avec des orientations qui peuvent être considérées comme étant très significatives:

- un système orienté ONO-ESE: la faille de chevauchement de la Dobrogea Centrale sur la Dobrogea du Sud, Topalu-Ovidiu (1), la faille Cernavodă-Agigea (2), la faille Rașova-Costinești (3) et respectivement la faille intramœssique Ostrov-Negru Vodă (4). LASCU (1994) mentionne pour la zone Mangalia une fracture supplémentaire avec la même orientation, Kara Oban-Marécage Mangalia (11);
- un système orienté N-S: la faille Tvardique (5), une autre associée à celle-ci qui passe par Rașova (6), une faille située à l'ouest de Negru

Vodă qui, conformément à SOCOLESCU *et al.*, 1975, traverse pratiquement toute la Dobrogea (7), une faille similaire située le long du littoral (8) et une associée à celle-ci vers l'ouest (14) qui, de pair avec la faille Albești (13), délimite le soulèvement Mangalia, et

- un système orienté NE-SO: par failles qui délimitent le seuil Cobadin (9 et 10) et une faille locale, nommée par LASCU, Aurora-Movile (12).

Il faut retenir que presque tous ces systèmes de disjonction sont estimés par les géophysiciens comme étant formés des fractures croûtales d'ordre I et II (SOCOLESCU *et al.*, 1975, FERU, 1993).

Concernant leur âge, MUTIHAÇ et IONESI (1974) mentionnent que: « ...În urma orogenezei baikalienne soclul platformei sud-dobrogene a fost compartimentat în mai multe blocuri a căror dispoziție este paralelă cu falia Palazu... » (...À la suite de l'orogénèse baikalienne le socle de la plate-forme sud-dobrogéene a été compartimenté en plusieurs blocs dont la disposition est parallèle à la faille Palazu...) (la faille Topalu-Ovidiu n.a.). Les auteurs ajoutent en outre: « ...Spre sud, soclul platformei coboară; forajele, dar mai ales cercetările geofizice, au pus în evidență existența unei zone depresionare ... la sud de aceasta a fost detectată o nouă ridicare ... cunoscută sub numele de ridicarea Mangalia... » (...Vers le sud, le socle de la plate-forme s'abaisse; les forages, et notamment les recherches géophysiques, ont mis en évidence l'existence d'une zone de dépression ... au sud de celle-ci a été détecté un nouveau soulèvement ... connu sous le nom du soulèvement Mangalia...).

Dans le même contexte, CHIRIAC (1981) apprécie que la faille Topalu-Ovidiu serait préaustrienne, soulignant que cette fracture « ...și-a încetat funcționalitatea înainte de Aptian, deoarece depozitele acestui etaj depuse peste ea nu sunt afectate... » (...a cessé son fonctionnement avant l'Aptien, parce que les dépôts de cet étage déposés au-dessus de la faille ne sont pas affectés...) les autres systèmes des fractures majeures pouvant être appréciés comme relativement synchrones, la situation étant comparable pour tout le territoire sud-dobrogréen.

Il faut souligner que toutes les fractures mentionnées par FERU (1993) et ȚENU *et al.* (1997) s'arrêtent à la limite des dépôts crétacés (exception faisant le travail de FERU où la faille Mangalia traverse aussi les dépôts néogènes, mais sans affecter leur position spatiale. Cet aspect vient en contradiction avec le point de vue de CHIRIAC (1981) qui distingue deux failles avec une orientation relative N-S (à l'est de la localité Albești et respectivement à l'ouest de la localité 23 August) et LASCU (1994) qui mentionne pour la zone Mangalia les failles Kara Oban-Mangalia et Aurora-Movile, fractures qui affectent inclusivement les dépôts sarmatiens.

En fait, étant donnée l'évolution géotectonique extrêmement active du territoire de la Roumanie en général (et au Cénozoïque en spécial), il est peu probable, pour la Dobrogea du Sud, qu'elle n'ait été pas marquée, notamment disjonctive. En conséquence, nous considérons corrects les points de vue de

Chiriac et Lascu qui plaident inclusivement pour l'existence de certaines fractures qui affectent aussi les dépôts cénozoïques.

3. CONSIDÉRATIONS SUR LA PALÉO-ÉVOLUTION DU MODELAGE ENDOKARSTIQUE DANS LA ZONE MANGALIA

Concernant le modelage karstique en général, BLEAHU (1974) est d'avis que: «...ea poate fi caracterizată ca fiind un proces chimic continu, de dizolvare, condiționat de:

- factorul litologic (solubilitatea rocii),
 - factorul structural (existența unor căi de atac a apei) și
 - factorul hidrologic (posibilitatea apei de a acționa asupra rocii).
- (...qu'il peut être caractérisé comme étant un processus chimique continu, de dissolution, conditionné par:
- le facteur lithologique (la solubilité de la roche),
 - le facteur structural (l'existence de certaines voies d'attaque pour l'eau) et
 - le facteur hydrologique (la possibilité de l'eau d'agir sur la roche)).

Commentant le processus du modelage karstique GORAN (1988) affirme que, «...par rapport à d'autres systèmes morphodynamiques, le système karstique, par sa configuration globale (extérieure et intérieure), ne perd pas totalement son caractère karstique lorsque le type de modelage change. Le nouveau modelage et fonctionnement du système est toujours surimposés au moule du karst préexistant...».

L'évolution géologique du territoire de la Dobrogea du Sud suppose-t-on, a été en étroite interdépendance avec celle de la Plate-forme de la Valachie. Pourtant, sur les cartes lithofaciales du Paléozoïque supérieur (Carbonifère-Permien) et du Mésozoïque inférieur et moyen, des dépôts marins sont mis en évidence seulement sur la Plate-forme de la Valachie. Pour tout cet intervalle de temps on considère que la Dobrogea du Sud a évolué en régime continental (voir certains dépôts dépistés dans les forages de Tropaisar et Techirghiol, attribués au Trias, sans arguments paléontologiques, qui sont en faciès continental).

Dans ce cas, nous pouvons affirmer que les premiers dépôts calcaires du Dévonien supérieur auraient dû subir un processus de karstification d'approximativement 200 M.a., intervalle de temps dans lequel, théoriquement, ils auraient pu être corodés, en pratique, complètement. Mais leur présence actuelle dans la zone Mangalia, avec une épaisseur d'approximativement de 150 m, infirme une telle supposition. La seule justification probable de ce fait peut être soit l'existence initiale aussi des dépôts du Carbonifère inférieur, et de même carbonatiques (qui dans la Plate-forme de Valachie ont été rencontrés jusqu'à l'est de Călărași) qui, par leur dissolution initiale auraient pu conserver les dépôts dévoniens sous-

jacents, soit par suite d'un climat extrêmement aride, mais dont il est peu probable qu'il eût persisté comme tel pendant 200 M.a.

La transgression du Jurassique moyen affecte en Bathonien toute la Dobrogea du Sud, les dépôts qui consignent ce fait étant avec prédominance carbonatiques et ils se maintiennent ainsi jusqu'au Jurassique supérieur (Kimméridgien).

Le Crétacé inférieur (Barrémien) est seulement partiellement transgressif, temps dans lequel il s'est déposé une nouvelle pile de roches carbonatiques, la situation restant ainsi jusqu'à l'Aptien quand les faciès sont devenus continentaux.

En dépit de certaines lacunes de sédimentation (quelques-unes pendant de longs intervalles de temps), le processus d'endokarstification dans les zones exondées a été, de nouveau très réduit. L'alternance continue des périodes de régression et transgression à laquelle a été soumise la Dobrogea du Sud qui a évolué en régime de plate-forme, a diminué les éventuelles possibilités de développement de certains drains souterrains importants. Lorsqu'ils existent, dans des périodes de régressions, sans doute ils étaient rapidement annulés au cours durant d'une nouvelle transgression.

La seule période, plus favorable pour l'endokarstification, est en Aptien, étant marquée d'une circulation fluviale importante de la limite actuelle de la Dobrogea Centrale vers le sud du périmètre sud-dobrogéan (la limite du littoral de la mer Paratéthys).

Mais, en commençant avec l'Albien, une nouvelle transgression a comme conséquence une sédimentation de matériel détritique qui se continue au Cénomanién et finit pendant le Sénonien avec des faciès carbonatiques, fréquemment de craie.

Suit, une nouvelle période d'exondation sur toute la durée du Paléocène (12 M.a.) quand le processus d'endokarstification a été repris aussi sur les directions de drainage orientées du nord vers le sud.

La transgression d'Yprésien qui a persisté au moins jusqu'au Lutétien (nous disons, *au moins*, parce que, rappelons, dans certains forages de cette zone ont été identifiés des argiles et schistes bitumineux attribués à l'Oligocène) a comme conséquence le recouvrement de la plate-forme avec une nouvelle plaque de calcaires.

L'exondation ultérieure qui persiste jusqu'au Sarmatien moyen a eu comme résultat l'accentuation des drains préexistants, complétés par l'ouverture de nouveaux drains sur des directions ONO-ESE, probablement plus développés dans le secteur plus bas, entre les failles Cernavodă-Agigea et Raşova-Costineşti.

Entre le Sarmatien moyen et le Sarmatien supérieur inclusivement a eu lieu une dernière transgression durant laquelle sont déposés toujours des faciès carbonatiques. Ultérieurement, l'exondation produite il y a environ 11,5 M.a., met le territoire de la Dobrogea du Sud dans un régime d'évolution typiquement continental.

4. POINTS DE VUES DÉTACHÉS DES RECHERCHES RÉCENTES SUR LE PROCESSUS D'ENDOKARSTIFICATION POST-SARMATIEN

Quant au processus d'endokarstification produit dans l'intervalle de temps écoulé de la dernière exondation (Sarmatien supérieur), LASCU (1989), émettant une hypothèse sur l'origine de la faune cavernicole de la zone Mangalia, adopte le point de vue formulé par HSU *et al.* (1978), concernant «*la crise messinienne*» qui a survenu dans l'évolution de la mer Paratéthys.

Bref, ce phénomène réside dans le fait qu'à la fin du Miocène (au Messinien, donc avec plus de 5,3 M.a. en arrière) entre le niveau de l'eau du Lac Dacique situé à l'ouest du territoire dobrogéen et celui de la Mer Noire trouvée à l'est, il s'est produit un important gradient hydraulique par la descente du niveau de la Mer Noire de quelques centaines de mètres.

L'auteur est d'avis que ce phénomène a provoqué l'écoulement de l'eau du Lac Dacique par l'hydrostructure karstique dobrogéenne vers le bassin de la Mer Noire, comme résultat de ce drainage étant considéré inclusivement le modelage des galeries de la grotte Peștera de la Movile. Ce moment est considéré comme étant compatible pour la colonisation de la grotte avec une faune cavernicole.

Relativement au même sujet, FERU (1993) est d'avis que «*... les eaux minérales de la zone Mangalia constituent en fait un mélange d'eaux de gisement (eaux chlorosodiques, bromoiodurées) qui viennent des profondeurs, sur des lignes de fractures majeures, et d'eaux bicarbonatées magnésiennes, calciques, qui circulent habituellement dans le complexe aquifère karstique accumulé surtout dans des dépôts mésozoïques dont l'alimentation se fait sur le versant nordique du Balkan oriental et de la Plate-forme Prébalkanique où les calcaires jurassiques et crétacés affleurent sur de grandes surfaces...*». En dressant une carte topographique pour les points de décharge, l'auteur arrive à la conclusion qu'ils sont alignés le long d'une importante ligne de fracture orientée NO-SE, équivalant à la faille Rașova-Mangalia.

En assumant le point de vue émis par PREDA (1964) conformément auquel le thermalisme des eaux est donné «*...aux masses éruptives tertiaires de profondeur...*», FERU est d'avis qu'il peut être argumenté par «*... importantes effusions rhyolitiques intercalées dans l'Oligocène de l'ouest de Balcic...*».

En confirmant le point de vue de FERU, la même année (1993), MARIN et NICOLESCU, en étudiant le mouvement ascensionnel des eaux sur le compte de leurs modifications chimiques, sont en final d'avis que «*...the cave water from the Peștera de la Movile cave that arises here is a mixture formed of 17.8% water belonging to the Paleozoic level and 82.2% water of the Sarmatian level...*».

Pendant l'année 1994, POVARA établit aussi au niveau des calcaires sarmatiens un apport ascendant dans les zones «Marécage Mangalia» et Obantul Blebea, avec des distributions divergentes par rapport à leur points de manifestation.

En 1994, LASCU *et al.*, reprenant l'idée de l'existence de certains drains karstiques orientés ouest-est (du côté du Danube-la zone Ostrov, vers la Mer Noire-la zone Mangalia) apportent des arguments plausibles (la continuité des calcaires sur tout le tracé de la structure, l'existence d'un gradient d'approximativement 10 m entre les deux extrémités, l'orientation des principaux systèmes de fractures sur la direction ONO-ESE, etc.). Mais cette idée se trouve en opposition avec le point de vue soutenu par ȚENU *et al.* (1997). Ces derniers auteurs sont d'avis que l'aquifère majeur de la Dobrogea du Sud se divise dans un aquifère inférieur formé de calcaires d'âge jurassique-barrémien par lequel les drainages avec un apport de la Plate-forme Prébalkanique ont une orientation du côté SO vers NE et un aquifère supérieur formé de calcaires d'âge sarmatien, par lequel, aussi avec un apport de la Plate-forme Prébalkanique, mais de sa zone centrale, les drainages sont faits initialement vers le nord jusqu'à l'endroit du seuil tectonique de la zone Plateau Cobadin, d'où ils sont après dirigés vers l'est.

Toujours LASCU *et al.* (1995), développant le point formulé en 1989, discutent l'âge de la karstification dans la zone Mangalia et distinguent trois niveaux principaux:

- le niveau I, formé en principal de la dépression Kara Oban et les dolines afférentes, les dolines limitrophes au Marécage Mangalia et le niveau actif de la grotte Peștera de la Movile; l'âge de ce niveau est considéré comme Holocène (l'intervalle Atlantique-Sub-boréal);
- le niveau II, formé des dépressions Movile, Blebea et Marécage Mangalia, leur âge étant considéré comme Würm II, et
- le niveau III, attribué au karst profond, placé (du nord vers le sud) entre les isobathes de 110–120 m, 100–160 m et, respectivement, 165–180 m, apprécié comme étant l'unique lié à la *crise messinienne*.

En discutant l'âge du niveau supérieur (non-inondé) de la grotte Peștera de la Movile, les auteurs reviennent sur celui mentionné antérieurement (LASCU, 1989) étant d'avis qu'il a été creusé dans l'interglaciaire Riss-Würm.

Enfin, CONSTANTINESCU (1995), considérant:

- la particularité de la circulation des eaux sulfureuses mésothermales «...le caractère ascensionnel, favorisé aussi par la présence de certaines failles»... et «...le drainage radiaire des eaux à côté de certains points, au niveau des calcaires sarmatiens...»;
- la propriété des calcaires sarmatiens (lumachelliques et oolithiques) qui «...sont plus karstifiables que les autres types de calcaire...», motif pour lequel il se réalise «...le modelage d'un cavernement pendant une période de temps plus courte, mais aussi son effondrement plus rapide...»,

affirme que l'âge du karst serait Quaternaire supérieur et ajoute que, vu «...le climat sec, caractéristique de la zone même au Pléistocène supérieur (Würm)...»

et «...la morphologie du plateau bas situé très près de la Mer Noire...», il est d'avis que «...la dénomination karst de type Movilé est la plus convenable».

5. CONCLUSIONS GÉNÉRALES CONCERNANT LA PALÉO-ÉVOLUTION DU PROCESSUS D'ENDOKARSTIFICATION DANS LA ZONE MANGALIA

À la suite de l'analyse des données présentées dans les chapitres antérieurs et en vertu des données personnelles, nous pouvons formuler certaines conclusions générales concernant la paléoévolution du processus d'endokarstification de la zone Mangalia et émettre un point de vue par lequel nous essayerons d'expliquer les causes physiques qui ont mené à la réalisation locale de certaines conditions particulières de milieu en fonction desquelles la faune cavernicole a été contrainte à s'adapter.

a – L'épaisseur des dépôts sédimentaires de l'aquifère dépassant 1200 m au forage F 5082, réalisé entre la localité Mangalia et le Lac Mangalia, à 1203 m (la plus grande profondeur atteinte dans la zone) ne dépasse pas les formations du Dévonien inférieur.

b – La part de la structure renfermée entre le Dévonien supérieur et le Sarmatien supérieur est constituée en proportion de plus de 80% de roches carbonatiques. Mais il faut retenir le fait que le Sarmatien moyen commence avec une couche d'argile d'une épaisseur moyenne d'approximativement 8 m, élément lithologique qui sépare l'hydrostructure karstique en deux corps superposés mais qui (il a été démontré), dans quelques secteurs (notamment là où les eaux ont aujourd'hui une circulation ascensionnelle) communiquent.

c – Jusqu'à la fin de l'ère mésozoïque, les eaux, comme principal agent modelleur de la karstification (évidemment dans les périodes d'exondation), circulaient le long des fractures qui affectaient la pile des calcaires comprise entre le Dévonien supérieur et le Crétacé supérieur. Pour cet intervalle de temps, le modelage karstique, en ensemble, s'est produit d'une manière classique, *per descensum*, avec les drainages orientés avec prédominance sur des directions du nord vers le sud, le niveau de base de la karstification donné par la limite septentrionale (locale) de la mer Paratéthis étant placé sur un alignement méridional (orienté de l'ouest vers l'est) du territoire de la Dobrogea du Sud.

d – Au Cénozoïque, le thermalisme des eaux causé par le volcanisme néogène (confirmé par la mise en place des rhyolites post-oligocènes de Balcic) a eu comme conséquence, par la modification de leur chimisme, l'accentuation du modelage karstique.

e – La circulation ascensionnelle des eaux thermo-minérales sur certaines fractures préexistantes avec un effet de modelage karstique *per ascensum* sur la

plaque de calcaires cénozoïques (Yprésien-Lutétien et Sarmatien moyen et supérieur), n'a été pratiquement possible qu'ultérieurement à la *crise messimienne* (immédiatement après le retour du niveau de la mer, qui contrôle le niveau piézométrique, à des limites comparables avec celles actuelles). Ensuite elle a été alternativement interrompue, surtout dans les périodes glaciaires qui ont suivi et quand ont été enregistrées d'autres descentes notables du niveau de la Mer Noire (SCHRADER, 1978, WONG *et al.*, 1994). Ce processus *per ascensum* a influencé le modelage du relief exokarstique (négatif) dans la zone, que nous considérons être plutôt le résultat d'une sape souterraine qu'un modelage provoqué par les facteurs exogènes, sape mise en évidence notamment le long de certains alignements de disjonction présents aussi dans la plaque des calcaires néogènes.

f – Pour les secteurs non-affectés par un mouvement d'eau en régime ascensionnel (voir le cas de la grotte Limanu, DUMITRESCO *et al.*, 1965) la karstification s'est produite d'une manière classique, *per descensum*. Le processus de modelage sur les calcaires sarmatiens a été particularisé morphologiquement (la rectangularité des galeries) en principal par les conditions de plate-forme dans laquelle les roches sont situées (étant extrêmement peu plissées) et subsidiairement par la structure très cavernueuse des calcaires lumachelliques, aspect qui contrôle par l'hydrodynamique de l'eau cantonnée dans leur corps celle-ci étant à la limite entre une circulation à travers de roches avec une haute perméabilité par fissures et de roches avec une perméabilité par interstices.

g – Quelle que soit la réalité concernant l'origine des eaux de la zone Mangalia (voir les points de vue soutenus par LASCU *et al.*, 1994 et TENU *et al.*, 1997), une chose est sûre. Le développement des drains (soit sur des alignements ouest-est, soit sud-nord), tels qu'ils sont connus aujourd'hui en Dobrogea du Sud, n'a pu être réalisé que post Sarmatien, après le relèvement de la Plate-forme Prebalkanique, l'effondrement tectonique des secteurs compris entre les failles Ostrov-Negru Vodă, Rașova-Costinești et Cernavodă-Agigea et surtout ultérieurement à l'individualisation du bassin de la Mer Noire qui a changé à l'est la limite du niveau de base de la karstification.

h – A l'occasion de certaines analyses minéralogiques sur les spéléothèmes de la grotte Peștera de la Movile (DIACONU et MORAR, 1993) nous avons fait la distinction entre deux catégories de concrétions:

- concrétions engendrées par les eaux d'infiltration, déposées antérieurement au processus de spéléogénèse, et
- concrétions engendrées par les eaux thermo-minérales, ultérieurement au processus spéléogénétique.

Quant au premier type de concrétions, nous avons fait l'affirmation que:
 «...Les agrégats présentent à la cassure une structure d'associations microcristallines disposées en couches minces successives, courbées de façon

hémisphérique, qui leur impriment une morphologie bothryoïdale typique. La couleur des croûtes est blanche. Ces dernières peuvent se détacher facilement, leur insertion à la base étant d'habitude superficielle. Disséminées pratiquement dans toute la masse du calcaire lumachellique (Kersonien), les croûtes appartiennent à un cycle classique de dissolution et recristallisation du CaCO_3 , spécifique à la karstification, mais qui se particularise par la structure bioclastique stratifiée de ce faciès calcaire. Avec ce processus de creusement de la cavité, là où a été également affecté le niveau du calcaire lumachellique, ces croûtes sont mises en relief sur les parois par une corrosion sélective... ».

Un échantillon de croûte prélevé de la grotte Peștera Limanu (cavité creusée aussi dans les calcaires lumachelliques kersoniens de la zone Mangalia à approximativement 4–5 km de la grotte Peștera de la Movile, mais laquelle, étant dépourvue de spéléothèmes de gypse, nous considérons avoir été modelée en dehors du secteur affecté par les eaux thermo-minérales) a été daté par la méthode U/Th dans le Laboratoire de l'Université de Bergen, Norvège. (Nous tenons à exprimer notre gratitude au Professeur Dr. Joyce Lundberg et au Dr. Bogdan Onac qui ont réalisé la datation).

L'âge calculé de rapports isotopiques $^{234}\text{U} / ^{230}\text{Th}$ et $^{234}\text{U} / ^{238}\text{U}$ ont donné la valeur de 0,399 M.a., valeur qui plaide pour placer le moment de la formation des ces croûtes au commencement du Paléo-euxinique inférieur (Pléistocène moyen), période interglaciaire caractérisée comme tempérée et relativement humide.

Donc, le Paléo-euxinique inférieur représente un point de repère chronologique, **ultérieurement auquel**, la grotte a été creusée.

Un autre élément chronologique très utile pour l'interprétation de l'évolution du processus d'endokarstification au Quaternaire est l'association paléontologique provenue des pelotes de régurgitation, déterminée par ȘTIUCA et ILINCA (1995) (dans la grotte Peștera de la Movile) et datée entre 24 et 12 ka (Würm / Vistula IV, donc le Néo-euxinique), période dans laquelle les auteurs considèrent que: «...*During the time period of accumulation of vertebrate fossils the Movile Cave was in communication with the outside world, the entrance being dug in the eastern wall of the sinkhole of Obantul Mare...*». Conformément à cette affirmation, on peut considérer que, à l'époque, la galerie a été ouverte, sèche et dépourvue d'un cours actif. Sinon, la conservation des pelotes de régurgitation *in situ* n'aurait pas pu être possible, les eaux étant déjà descendues à un niveau inférieur. En ce cas, les âges, Holocène pour les galeries actives (le niveau inférieur) et Riss-Würm pour les galeries sèches (le niveau supérieur) (LASCU *et al.*, 1995), doivent être partiellement reconsidérés.

Pour le niveau inférieur l'âge est certainement anté-Würm IV (Néo-euxinique) et étant donné l'aridité et la sévérité relative des températures du glaciaire Würm, il est possible plutôt de considérer qu'il est lié à un intervalle antérieur marqué par la régression du niveau de la Mer Noire (WONG *et al.*, 1994) produite au Postkarangtien (approximativement 0,1 M.a).

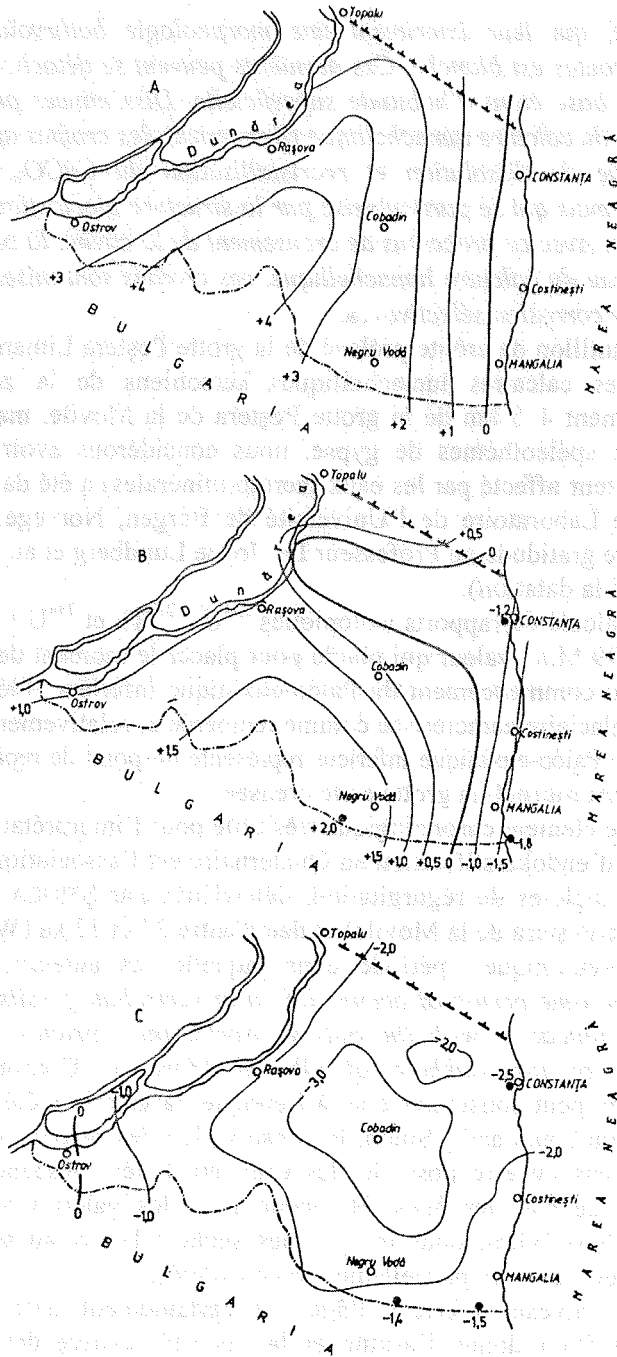


Fig. 3 – Les cartes des mouvements croûtales verticales récentes. A – d'après Ciocârdel et Esca, 1966 (dans Socolescu *et al.*, 1975); B – d'après Visarion *et al.*, 1977; C – d'après Popescu et Drăgoescu, 1986.

Relativement aux galeries du niveau supérieur de la grotte Peștera de la Movile, eu égard au fait qu'ultérieurement au Paléo-euxinique inférieur (quand ont été déposées les crôutes) il a suivi une période très aride et froide (Paléo-euxinique supérieur et probablement aussi Uzunlarien inférieur), nous pouvons apprécier que le déclenchement du processus de creusement n'a pu être possible qu'à partir de l'Uzunlarien supérieur (0,2 M.a.) et avec leur développement au Karangatien (0,15 M.a.) (interglaciaire envisagé comme chaud et humide).

i – En ce qui concerne le déroulement actuel du processus de karstification, nous sommes d'avis qu'il peut être interprété comme étant très actif. Si nous prenons en considération les cartes des mouvements verticaux récents de la croûte terrestre présentées successivement à des intervalles relatifs de 10 ans (CIOCARDEL et ESCA, 1966, par SOCOLESCU *et al.*, 1975, VISARION *et al.*, 1977 et POPESCU et DRAGOIESCU, 1986), nous constaterons une intéressante modification dans le temps des isolignes.

Pour l'année 1966 la zone Mangalia a été considérée comme ayant un mouvement entre 0 et -1 mm/an. Vers l'ouest les valeurs augmentent graduellement jusqu'à la zone centrale de la Dobrogea du Sud où elles touchent $+5$ mm/an, descendant ensuite vers le Danube où elle se situent entre $+2$ et $+3$ mm/an.

Après approximativement 10 ans (1977) les isolignes de la même zone Mangalia sont situées entre -1 et $-1,8$ mm/an, augmentant vers la zone centrale seulement à $+2$ mm/an et, respectivement, se situant entre $+1$ et $+1,5$ mm/an vers le Danube. Après 10 autres années (1986), la forme des isolignes change de nouveau pratiquement en totalité, la zone Mangalia étant située entre les isolignes de $-1,5$ et -2 mm/an, isolignes qui délimitent dans la zone centrale de la Dobrogea du Sud un secteur de descente au delà de -3 mm / an (Fig. 3 a, b et c).

Ces valeurs qui mettent en évidence une indubitable et continue descente de la surface topographique sont interprétées par les géophysiciens comme étant le résultat local des mouvements verticaux de la croûte terrestre.

Mais, sans contester totalement leur point de vue, nous considérons que l'accentuation de la descente (approximativement 8–9 mm pour la zone centrale de la Dobrogea du Sud et 1,5–2 mm pour la zone Mangalia dans un intervalle de temps seulement de 20 ans) peut être attribuée plutôt à une sape déterminée par l'intensification du processus d'endokarstification provoquée notamment *per ascensum* par les eaux thermo-minérales, probablement intensifié par leur contamination avec des amendements chimiques utilisés en agriculture.

j – La colonisation avec de la faune cavernicole terrestre de l'endokarst de la zone Mangalia, théoriquement, a été possible ultérieurement au Sarmatien supérieur, quand presque tout le territoire de la Dobrogea du Sud a été exondé. Mais, pratiquement, eu égard à la permanente oscillation du niveau de la Mer Noire (qui contrôle le niveau piézométrique local), nous pouvons supposer qu'une

colonisation rémanente a été possible seulement après le Paléo-euxinique supérieur (très probablement à la fin de l'Uzunlarien (0,2 M.a.), moment auquel le niveau de la Mer Noire est descendu, restant jusqu'à présent, au-dessous de la limite d'altitude de la surface topographique encadrée par le périmètre ayant des valeurs entre 15 et 100 m (WONG *et al.*, 1994).

La conservation de la faune souterraine inclusivement le long des périodes glaciaires (il faut retenir que la Dobrogea du Sud pendant les périodes glaciaires a été située dans une zone géographique périglaciaire) a été possible avec prédilection dans les espaces cavernicoles des calcaires sarmatiens trouvés au-dessous de la zone des dépressions actuelles alignées le long des secteurs avec des anomalies géothermiques positives.

La particularité trophique de cette faune a été, probablement, conditionnée en grande mesure par la présence dans la structure lithologique des calcaires sarmatiens de certaines intercalations d'argile bentonitique. Localement, par gonflement, cette argile a imperméabilisé les espaces cavernicoles des calcaires lumachelliques, formant ainsi de vrais écrans piège pour les émanations gazeuses venant des profondeurs (H_2S , CO_2 , CH_4), phénomène qui a eu comme résultat la constitution d'un milieu naturel avec une atmosphère faiblement oxygénée, où l'élément primaire du substrat trophique a été (et est resté jusqu'à aujourd'hui), constitué par la présence en excès des colonies de bactéries chémo-autotrophes, développées sur la surface de l'eau thermo-minérale.

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

- BLEAHU, D.M., *Morfologia carstică*. Ed. Științifică, București, 590 p., 1974.
- CHIRIAC, M., *Notă asupra depozitelor sarmatiene din Dobrogea*. Com., Acad., RPR, 10, 7, pp. 613-623, 1960.
- CHIRIAC, M., *Amoniți cretacici din Dobrogea de Sud. Studiu biostratigrafic*. Ed. Acad. RSR, București, 143 p., 1981
- CIOCÂRDEL, R. et SOCOLESCU M., *L'évolution de l'écorce terrestre en Roumanie*. Rev. Roum. Géol., Géophys. et Géogr. Série de Géophysique, 13, 1, pp. 3-38, 1969.
- CIOCÂRDEL, R. et POPESCU, M.N., *Tendances actuelles de mouvement de l'écorce terrestre en Roumanie*. Rev. Roum. Géol., Géophys. et Géogr. Série de Géophysique, 9, 2, pp. 141-147, 1965.
- CONEA, A., *Formațiuni cuaternare în Dobrogea*. Ed. Acad. RSR., București, 234 p., 1970.
- CONSTANTINESCU, T., *Le karst de type Movilé (Mangalia, Dobrogea du Sud, Roumanie)*. Theor. Appl. Karst., 8, pp. 91-96, 1995.
- DIACONU, G. et MORAR, M., *La grotte de la Movile (Dobroudja, Roumanie). Analyses minéralogiques*. Karstologia, 22, 2, pp. 15-20, 1993.
- DUMITRESCO, M., ORGHIDAN, T., TANASACHI, J. et GEORGESCU, M., *Contribuții la studiul monografic al Peșterii Lișanu*. Lucr. Inst. Speol. «Emil Racoviță», 4, pp. 21-58, 1965.

- FERU, MU., *Considérations sur la genèse et la circulation des eaux thermominérales karstiques de la zone de Mangalia (Roumanie)*. Theor. Appl. Karst., 6, pp. 189–197, 1993.
- GHENEA, C., AVRAM, E., SZASZ, L., DRĂGĂNESCU, A., GHENEA, A. et ANDREESCU, I., *Harta Geologică. Foaia Aliman*, Sc. 1: 50.000, **180 b**, 1984.
- GHENEA, C., AVRAM, E., SZASZ, L., GHENEA, A., DRĂGĂNESCU, A. et ANDREESCU, I., *Harta Geologică. Foaia Medgidia*. Sc. 1: 50.000, **181 b**, 1984.
- GHENEA, C., GHENEA, A. et ANDREESCU, I., *Harta geologică. Foaia Cotul Văii*. Sc. 1: 50.000, **191 d**, 1978.
- GORAN, C., *Considérations théoriques sur le modelage karstique*. Trav. Inst. Spéol. «Emile Racovitza», 27, pp. 95–97, 1988.
- LASCU, C., *Paleogeographical and hydrogeological hypothesis regarding the origin of peculiar cave fauna*. Miscelanea Speologica Romanica, 1, pp. 13–18, 1989.
- LASCU, C., POPA, R., SARBU, Ș., *Le karst de Movile (Dobrogea du Sud) (I)*. Rev. Roum. de Géographie, 38, pp. 85–94, 1994.
- LASCU, C., POPA, R., SARBU, Ș., *Le karst de Movile (Dobrogea du Sud) (II)*. Rev. Roum. de Géographie, 39, pp. 31–40, 1995.
- MARIN, C. et NICOLESCU, T., *The geochemistry of groundwater from southeastern Dobrogea, Romania*. Trav. Inst. Spéol. «Emile Racovitza», 32, pp. 229–247, 1993.
- MUTHAC, V. et IONESI, L., *Geologia României*. Ed. Tehnică, București, 646 p., 1974.
- POP, GR., ANDREESCU, I., AVRAM, E., DRĂGĂNESCU, A., GHENEA, A., GHENEA, C. et MIHAILESCU, N., *Harta geologică. Foaia Peștera*. Sc. 1: 50.000, **181 a**, 1991.
- POPESCU, M.N. et DRĂGOESCU, I., *The new map of recent vertical crustal movements in Romania* – Sc. 1: 1.000.000. Rev. Roum. Géol. Géophys. et Géogr., Série de Géophysique, 30, pp. 3–10, 1986.
- POVARĂ, I., *Characteristics of the water table topography in the southern part of the Romanian Black Sea coast*. Theor. Appl. Karst., 7, pp. 127–132, 1994.
- SCHRADER, H.J., *Quaternary through neogene history of the Black Sea, deduced from the palaeoecology of diatoms, silicoflagellates, ebridians and chrysomonads*. In ROSS D.A., NEPROCHNOV Yu.P. et al., Initial Reports of the Deep sea Drilling Project, 42 (2), pp. 789–858, U.S. Govt. Printing Office, Washington, D.C., 1978.
- SOCOLESCU, M., CIOCÂRDEL, R., AIRINEI, ȘT. & POPESCU, M., *Fizica și structura scoarței terestre din România*. Ed. Tehnică, București, 227 p. 1975.
- ȘTIUCĂ, E. et ILINCA, H., *Pleistocen mammals (Rodentia) from Movile Cave (Romania)*. Theor. Appl. Karst., 8, pp. 157–161, 1995.
- ȚENU, A., DAVIDESCU, F., EICHINGER, L. et VOERKELIUS, S., *Quality evaluation of groundwaters in Southern Dobrogea (Romania)*. Theor. Appl. Karst., 10, pp. 63–77, 1997.
- VISARION, M., SÂNDULESCU, M., DRĂGOIESCU, I., DRĂGHICI, M., CORNEA, I. et POPESCU, M., *Harta mișcărilor crustale verticale recente*. Sc. 1: 1.000.000., Inst. Geol. Geof., București, 1977.
- WONG H.K., PANIN N., DINU C., GEORGESCU P., RAHN C., *Morphology and post-Chaudian (Late Pleistocene) evolution of the submarine Danube fan complex*. Terra Nova, 6, pp. 502–511, 1994.
- ZAGWIJN, W.H., *An outline of the quaternary stratigraphy of the Netherlands*. Geol. en Mijnbouw, 64, pp. 17–24, 1985.