LE KARST DE LA ZONE MANGALIA

TRAIAN CONSTANTINESCU

Le travail représente une synthèse sur le karst de la zone Mangalia. Les prémières parties sont consacrées à **l'exokarst** et **l'endokarst**. Ont été détaillées, spécialement, la genèse et l'évolution des *obane* et de la Grotte de Movile. Dans la toisième partie, *«Le karst de type Movile»*, on précise que l'interaction de 4 facteurs géosystémiques (la circulation des eaux souterraines thermominérales, la présence des calcaires lumachelliques et oolithiques, la morphologie du plateau bas situé au voisinage de la Mer Noire et le climat sec), a déterminé le développement d'un karst tout à fait original.

1. INTRODUCTION

La zone karstique *Mangalia* occupe l'extrémité du Sud-Est de la Roumanie. Elle est située à l'ouest de la Mer Noire (Fig. 1A), a une étendue d'environ 20 km^2 et les limites suivantes: vers le nord l'alignement *Kara-Oban*, au sud *Lacul Mangalia*, vers l'est la Mer Noire et à l'ouest un alignement situé à 3 km de la Mer Noire (Fig. 1B). La zone est encadrée par les coordonnées géographiques: 43°48' 30"–43°51'50" lat. nord et 28°32'20"–28°35'25" long. est.

Du point de vu *géologique*, la région appartient à la *Dobrogea du Sud*, mais du point de vue géographique elle est une sous-unité du *Litoralul Dobrogean*[1]. Nous précisons que la ***Dobrogea*** a 3 sous-unités géologiques principales (*Dobrogea du Nord, Dobrogea Centrale et Dobrogea du Sud*) et 4 sous-unités géographiques (*Dobrogea du Nord, Podişul*[2] *Dobrogei Centrale, Podişul Dobrogei de Sud* et *Litoralul Dobrogean*).

Le karst résulte de l'interaction de toutes les composantes géosystémiques (géologie, morphologie générale, climat, eaux, etc.) qui dans le processus de karstification ont un *rôle* et un *apport* différent et peuvent être évaluées seulement par la présentation des deux sous-géosystèmes principaux: **l'exokarst** et **l'endokarst**.

2. L'EXOKARST

1.1. CARACTÉRISATION MORPHOKARSTIQUE GÉNÉRALE

La zone karstique *Mangalia* présente une horizontalité évidente. Les altitudes absolues se maintiennent à 0–40 m (Fig. 1B). La déclivité générale a la

[1] *Litoral* = Littoral
[2] *Podiş* = Plateau

direction O-E, vers la Mer Noire, mais on constate aussi une pente secondaire N-S, vers *Lacul Mangalia*.

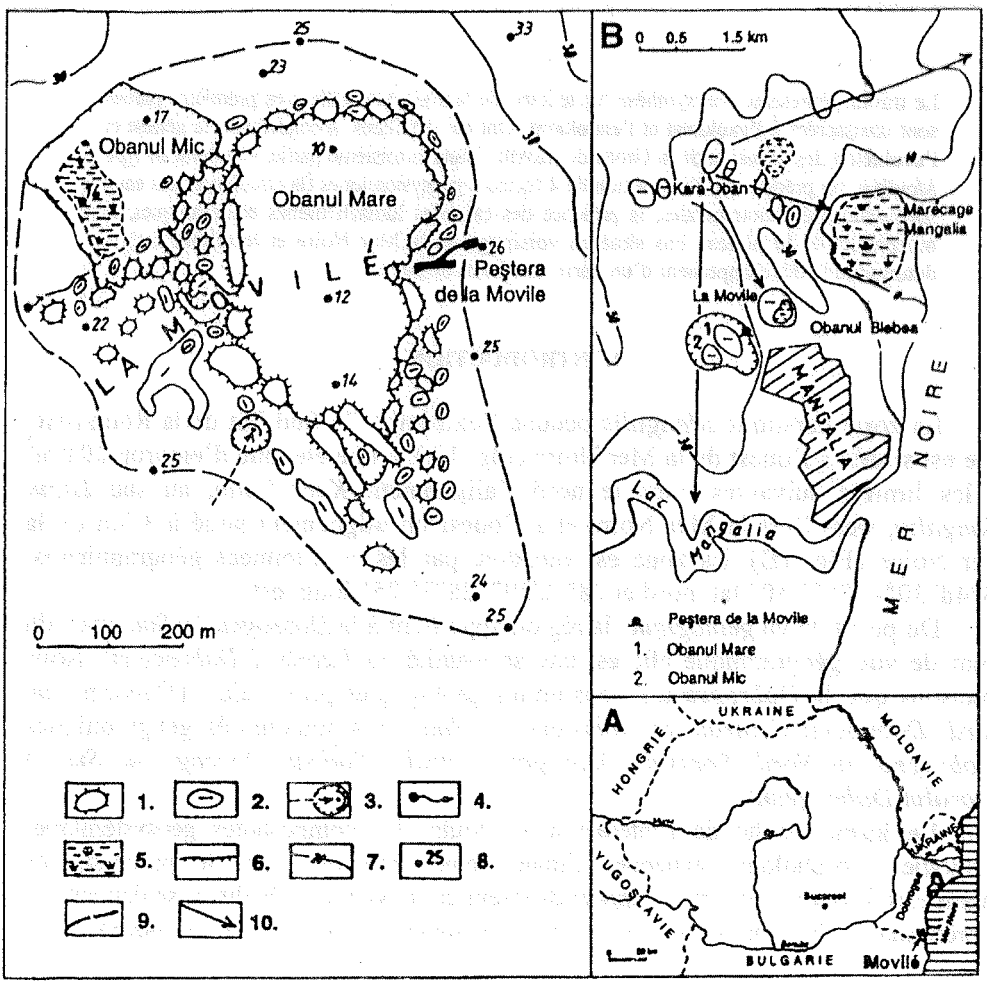

Fig. 1 – Carte géomorphologique du complexe exokarstique «*La Movile*». A – Position géographique de la zone karstique *Mangalia* en Roumanie; B – Situation des complexes exokarstiques *La Movile Mlaştina Mangaliei* et *Kara-Oban* dans le cadre de la zone Mangalia. 1. «movilă» (moticule calcaire conique); 2. doline; 3. doline-ponor; 4. source permanente; 5. marécage; 6. abrupt; 7. courbe de niveau; 8. cote; 9. limite de l'ouvala *La Movile*; 10. drainage souterrain démontré.

La morphologie générale consiste dans de larges vallées (*Valea Mangaliei* et *Valea Obanelor*), séparées par un interfluve. Les vallées ont des altitudes au-desous de 25 m et dans leur cadre affleurent des calcaires lumachelliques et oolithiques d'âge sarmatien. Sur l'interfluve prédominent les dépôts lœssoïdes, recouverts par des sols.

La géologie de la zone est bien connue. Nous mentionnons seulement qu'au dessous des calcaires sarmatiens, après un dépôt d'argiles épais d'environ 25 m, il y a aussi des dépôts carbonatés qui dépassent 400 m d'épaisseur, des calcaires d'âge éocène, jurassique et crétacé (FERU & CAPOTA, 1991). Le karst, qui fait sujet de ce travail, est développé exclusivement dans les calcaires sarmatiens, mais l'analyse géosystémique implique aussi le karst et le paléokarst des calcaires d'âge éocène et mésozoïque.

Dans le cadre des vallées où affleurent les calcaires sarmatiens on remarque la présence d'un ***exokarst spécifique.*** Représentatives sont les dépressions karstiques, plus exactement, les grandes dolines, dénommées en Dobrogea du Sud **obane**[3] On a délimité *3 complexes exokarstiques: La Movile, Mlaştina*[4] *Mangaliei* et *Kara-Oban* (CONSTANTINESCU,1995).

A. LE COMPLEXE *LA MOVILE*[5] (Fig. 2 A) présente un groupe de 3 *obane*: *Obanul Mare*[6], *Obanul Mic, Obanul Blebea.* Toutes ces formes représentent des dépressions générées par des effondrements karstiques. Aujourd'hui elles se trouvent dans différents stades de remplissage (CONSTANTINESCU, 1989)

- ***Obanul Mare*** (400/300 m; profondeur 10–14 m) est totalement sec. Les dépôts de remplissage peuvent dépasser l'épaisseur de 70 m, fait précisé par les forages effectués par L'Institut d'Etudes et Projets d'Aménagements Fonciers (l'ISPIF), en 1986. Le forage 103 (F103) à la profondeur de 57 m a intercepté une source sulfureuse-mésothermale-ascensionnelle.
- ***Obanul Mic*** (250/200 m; profondeur 7–10 m) se trouve en phase de marécage-lac, trait déterminé par la présence d'une petite source d'eau douce (Fig. 6).
- ***Obanul Blebea*** (600/450 m; profondeur 12–16 m) se trouve en phase de lac-marécage, étant alimenté par des sources sulfureuses mésothermales qui déchargent sur le fond de l'oban; il y a aussi un drainage karstique. L'un des points d'infiltration est situé à côté de sa bordure sud.

La bordure des *obane* présente une morphologie à part. Elle se caractérise par une alternance de *movile* calcaires (hauteur de 3–8 m, diamètre de 10–40 m) et de *dolines* à dimensions plus petites que les *obane* (diamètre 5–30 m, profondeur 3–10 m, Figs. 3 et 4). Cet *ensemble de movile-dolines* rappelle, à une échelle plus réduite, le karst tropical qui est en totale contradiction avec le climat sec d'aujourd'hui de la zone. Ce fait suggère l'existence des facteurs spécifiques impliqués dans la genèse et l'évolution de ces formes exokarstiques (CONSTANTINESCU, 1995)

---

[3] ***oban*** = grande doline; on propose de maintenir le mot roumain ainsi: ***oban*** (sing.); ***obane*** (pl).

[4] ***mlaştină*** = marécage

[5] ***movilă*** = monticul calcaire; on propose de maintenir le mot roumain ainsi: ***movilă*** (sing.) et ***movile*** (pl.)

[6] ***Mare***=grand; ***Mic***= petit

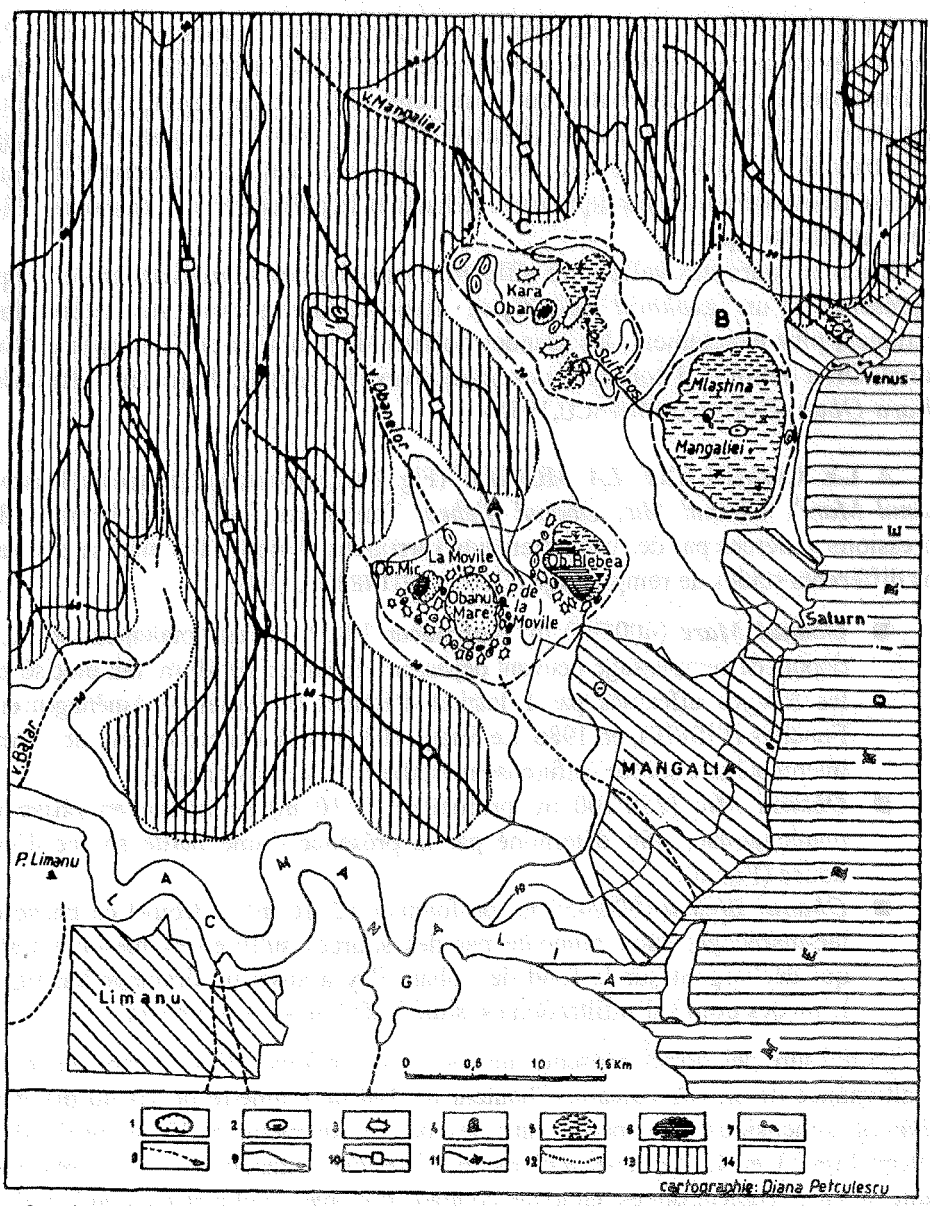

Fig. 2 – Carte géomorphologique générale de la zone karstique *Mangalia*. 1. oban"; 2. doline; 3. movilă; 4. Grotte de Movile; 5. Marécage; 6. lac; 7. source sulfureuse; 8. rivière temporaire; 9. rivière peramnente; 10. interfluve; 11. courbe de niveau; 12. limite lithologique; 13. dépôts lœssoïdes; 14. calcaires sarmatiens.

B. LE COMPLEXE *MLAŞTINA MANGALIEI* (Fig. 2 B) est la dépression karstique avec la plus grande extension de la zone (diamètre de 1.200/1.000 m). Elle se trouve aussi dans une phase de colmatage. Sur les calcaires sarmatiens reposent des dépôts lœsoïdes-argileux et une strate de tourbe.

La morphologie de la dépression a été moins étudiée, mais on connaît déjà qu'il y a des dolines et même des petits avens à de puissantes sources sulfureuses-mésothermales-ascensionnelles (LASCU, POPA, SÂRBU, 1995).

La dénomination du *marécage* est partiellement justifiée parce que le caractère lacustre est prédominant, trait déterminé aussi par la présence des sources mentionnées et de l'apport de la rivière *Pârâul Sulfuros* (Q= 50 l/sec) qui a ses sources dans le complexe *Kara-Oban* (Fig. 2). Ces caractéristiques représentent des arguments qui soutiennent l'hypothèse que l'âge du complexe peut être plus jeune que celui du complexe *La Movile*.

C. LE COMPLEXE *KARA-OBAN* (Fig. 2C) se remarque par ses traits morpho-hydrokarstiques. Du point de vue morphologique, le complexe représente une large vallée, faiblement mise en évidence, délimitée par la courbe de niveau de 15 m.

Il y a un groupe de dolines plus grandes (diamètre plus de 40 m; profondeur de 8–10 m) et d'autres plus petites (profondeur 3–5 m). On remarque la doline circulaire *Kara-Oban*, dans laquelle se trouvent des sources sulfureuses qui maintiennent un lac permanent. Le lac a aussi un drainage karstique. L'eau du lac a une couleur spécifique (blanc laiteux) déterminée par la présence du soufre.

On remarque des marécages situés à l'est et au sud de la doline *Kara-Oban*, qui sont aussi des aires dépressionnaires de petite profondeur (3–5 m), mais d'une étendue plus grande (env. 1,0 km^2). Dans ces dépressions se déchargent de puissantes sources sulfureuses-mésothermales qui forment *Pârâul Sulfuros*. Parmi des dolines et des marécages il y a quelques *movile* qui n'ont ni les dimensions ni la densité de celles développées dans le *Complexe Movile*.

En conclusion, nous soulignons que le spécifique de l'exokarst de la zone *Mangalia* est conféré par des *obane*, qui se trouvent dans différents stades d'évolution Il s'agit de 3 *complexes exokarstiques: La Movile, Mlaştina Mangaliei* et *Kara-Oban*.

L'unicité du paysage exokarstique dans l'ensemble de la sous-unité Litoralul Dobrogean et même aussi de la Dobrogea du Sud *est la caractéristique morphologique essentielle* de la zone en discussion.

1.2. LA GENÈSE ET L' ÉVOLUTION D'*OBANUL MARE*

Puisque la ***Grotte de Movile*** est située dans la bordure d'*Obanul Mare*, nous considérons utile de préciser les plus importants traits morphogénétiques de cette dépression karstique.

1.2.1. La morphololgie générale

Dans l'espace du complexe exokarstique ***La Movile***, *Obanul Mare* s'impose d'abord par la morphologie des deux parties composantes: *la bordure* et *la dépression proprement dite*.

■ **La bordure** a une largeur de 40–70 m, et atteint une largeur maximale vers le sud. Nous soulignons que la morphologie de la bordure sud a subi des changements importants après 1989; quelques dolines ont été totalement colmatées avec des déchets apportés de la ville de Mangalia. La bordure estique, où se trouve la grotte, s'élargit graduellement vers le sud.

Le spécifique de la morphologie est donné par *l'ensemble movile-dolines* (Figs. 1 et 8). La plus haute altitude absolue, de 29,0 m, s'enregistre sur une *movilă* située entre *Obanul Mare* et *Obanul Mic*.

Les plus grandes dolines, par exemple, celles qui sont situées dans la partie sud, sont le résultat de l'effondrement de la voûte des vides souterrains. Les petites sont l'effet de la présence des vides souterrains de petites dimensions, qui n'ont pas encore subi d'effondrements karstiques.

■ **La dépression proprement dite** a une dénivellation générale de 10–14 m (Fig. 1).La plus petite altitude absolue, de 9,5 m (c'est-à-dire la plus grande profondeur de l'oban) se trouve dans la partie nord-est. La dénivellation maximale dans le cadre de l'oban est de 19,0 m. Le fond de la dépression présente un soulèvement léger dans la partie centrale (13–14 m au centre et 10,0–10,5 m à la périphérie).

Initialement, l'oban a eu une profondeur plus grande qu'aujourd'hui, mais il a été colmaté avec des matériaux lœssoïdes, apportés par le vent et par le ruissellement. La présence des ces dépôts a été démontrée par les forages effectués par l'ISPIF en 1986 (coordonnateur Emanoil Constantinescu), qui ont précisé que leur épaisseur depasse 40 m (GEORGESCU, CONSTANTINESCU, TRIFAN, SELETCHI, 1987). L'analyse sommaire des dépôts a mis en évidence *deux niveaux de sédiments,* différenciés du point de vue minéralogique et de la texture, fait très important pour expliquer la genèse et l'évolution de l'oban.

■ **Le niveau supérieur**, épais de 25–30 m est constitué, principalement, par des *sols fossils* développés sur des *dépôts lœssoïdes*. La présence des dépôts loessoïdes solifiés indique l'existence d'une dépression qui a été colmatée avec les dépôts ci-dessus mentionnés.

Les dépôts sont des couleurs différentes, de brun à jaunâtre. Ils sont en réalité des horizons de sols fossils, qui représenent diverses phases d'évolution de l'oban. Il faut mentionner que dans la partie inférieure de ce niveau il y a des fragments calcaires non alterés, représantant des témoignages d'effondrements karstiques.

■ **Le niveau inférieur** est constitué par des *dépôts argileux* qui ont une épaisseur de 25–30 m, mais au sud de l'oban ils peuvent dépaser une épaisseur de 50 m (Fig. 7). Ces dépôts sont le résultat de la dissolution des calcaires sarmatiens. Ils sont, donc, d'origine *autochtone et non allochtone* comme les dépôts du niveau supérieur et ont une texture plus fine, c'est-à-dire argileuse. Dans ce niveau tous les forages ont intercepté des calcaires faiblement altérés.

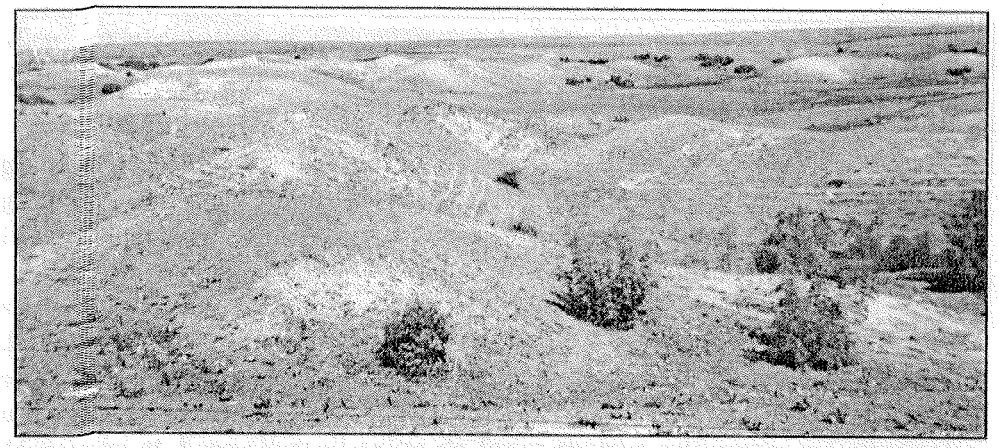

Fig. 3 – *Obanul Mare* : la dépression proprement dite (phase d'oban sec) et la bordure est (PhotoT. Constantinescu).

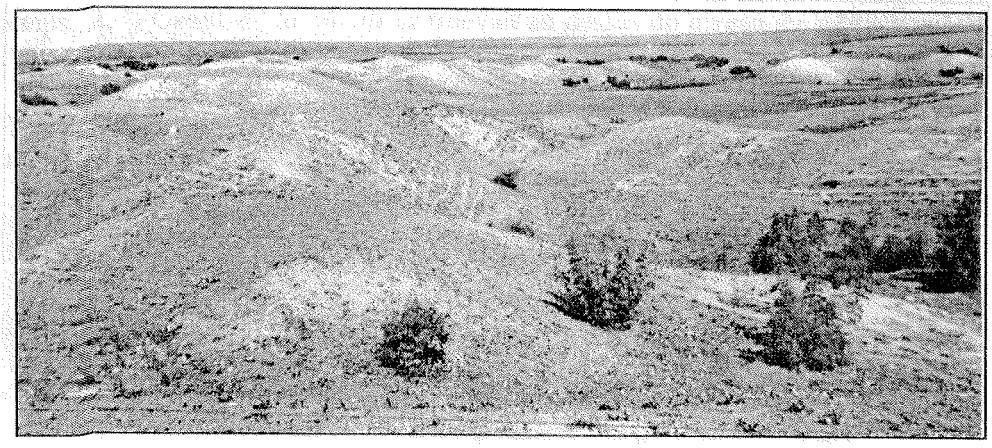

Fig. 4 – Obanul Mare, la partie nord (Photo T. Constantinescu).

1.2.2. La genèse et l'évolution d'*Obanul Mare*

On a anticipé qu'*Obanul Mare* est le résultat d'un effondrement karstique (CONSTANTINESCU,1989). Nous mentionnons seulement deux témoignages qui argumentent cette hypothèse:

- la présence de fragments (gros blocs) calcaires non altérés dans le niveau supérieur des dépôts;
- la présence de la Grotte de Movile, segment d'un réseau de vides souterrains plus grand qui existait antérieurement à d'effondrement, ainsi que la présence d'autres vides karstiques intersectés par les forages.

En conséquence, nous considérons que l'évolution d'*Obanul Mare* a connu trois phases principales.

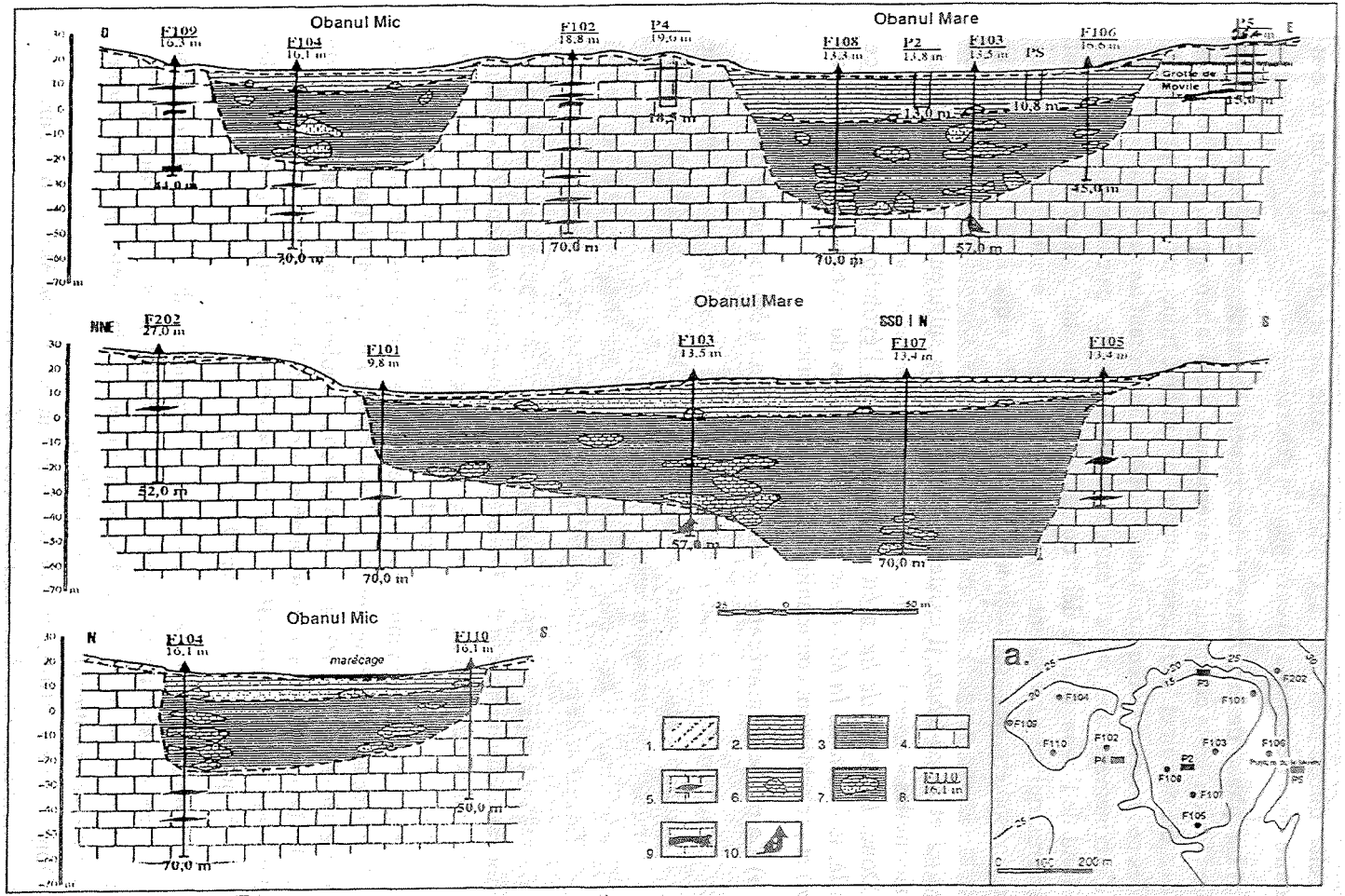

Fig. 7 – Sections géologiques (d'après les données des forages de l'ISPIF, interprétées par T. Constantinescu et S. Constantin, 2001). En vignete «a» plan de situation des forages et des puits; F = forages; P = puits. Les chiffres placés en bas des forages indiquent la profondeur de ceux-ci. 1. sols actuels. 2. sols fossiles; 3. dépôts argileux; calcaires sarmatiens; 5. intercalations argileuses; 6. fragments calcaires nonaltérés; 7. fragments calcaires faiblement altérés; 8. altitude absolue des forages ou puits; 9. vides karstiques; 10. sources mesothermales.

Il n'existe pas de preuves certaines pour démontrer l'existence de ces phases, mais la présence d'autres *obane* dans la région, qui se trouvent en différentes phases de colmatage, peut être considérée comme un argument pertinent. La phase d'***oban-lac*** est représentée aujourd'hui par *Kara-Oban*; la phase de ***marécage*** par *Mlaştina Mangaliei* et *Obanul Mic* et la phase d'***oban sec***, par *Obanul Mare*. En synthétisant, on peut émettre deux hypothèses sur l'évolution d'*Obanul Mare*.

a) Les vides souterrains initiaux ont été creusés par les eaux ascensionnelles-mésothermales. Ces vides ont été détruits par effondrement karstique engendrant une dépression, c'est-à-dire *Obanul Mare*. La formation du niveau inférieur des sédiments argileux peut être partiellement attribuée à la dissolution des calcaires. A cet égard, on peut rappeler que tous les forages ont intercepté une alternance de sédiments argileux avec des blocs calcaires, qui ont été déposés dans le lac formé dans l'espace de *l'oban*. En dessous de ces dépôts, la karstification des calcaires sarmatiens a continué jusqu'à présent.

Compte tenu de l'épaisseur des dépôts identifiés par les forages, on peut affirmer qu'initialement la profondeur maximale d'*Obanul Mare* a été de plus de 70 m, dans la partie sud. Par colmatage graduel, le *lac* s'est transformé en marécage et, ultérieurement, il est resté complètement séché. La partie supérieure d'*Obanul Mare* a été remplie de dépôts lœssoïdes qui ont «coupé» ainsi la communication avec l'extérieur (Fig. 9A).

b) Les sources ascensionnelles qui existaient dans l'espace de l'*oban* ont été empêchées d'arriver jusqu'à la surface. L'eau de ces sources a circulé dans les calcaires recouverts par des sédiments, engendrant de nouveaux vides souterrains, qui ont été détruits par l'effondrement karstique. La dissolution d'une partie de ces calcaires a généré le niveau inférieur des sédiments argileux. Aujourd'hui ces sédiments alternent avec des blocs calcaires non altérés ou très légerement altérés (Fig. 9B). Donc:

- la karstification des calcaires situés au dessous du niveau inférieur des sédiments continue même à présent;
- après l'effondrement karstique dans le cadre de *l'oban* il se manifeste deux actions principales et contraires: a) *l'approfondissement de* l'*oban* par la dissolution d'une partie des calcaires situés au dessous du niveau inférieur des sédimets; b) *le colmatage de l'oban* avec des dépôts lœssoïdes. Cette dernière action a été prédominante et en concéquence la profondeur de *l'oban* a diminué (Fig. 9B);
- l'épaisseur des dépôts du niveau supérieur nous permet d'affirmer que la profondeur initiale de *l'oban* a été d'environ 25–30 m.

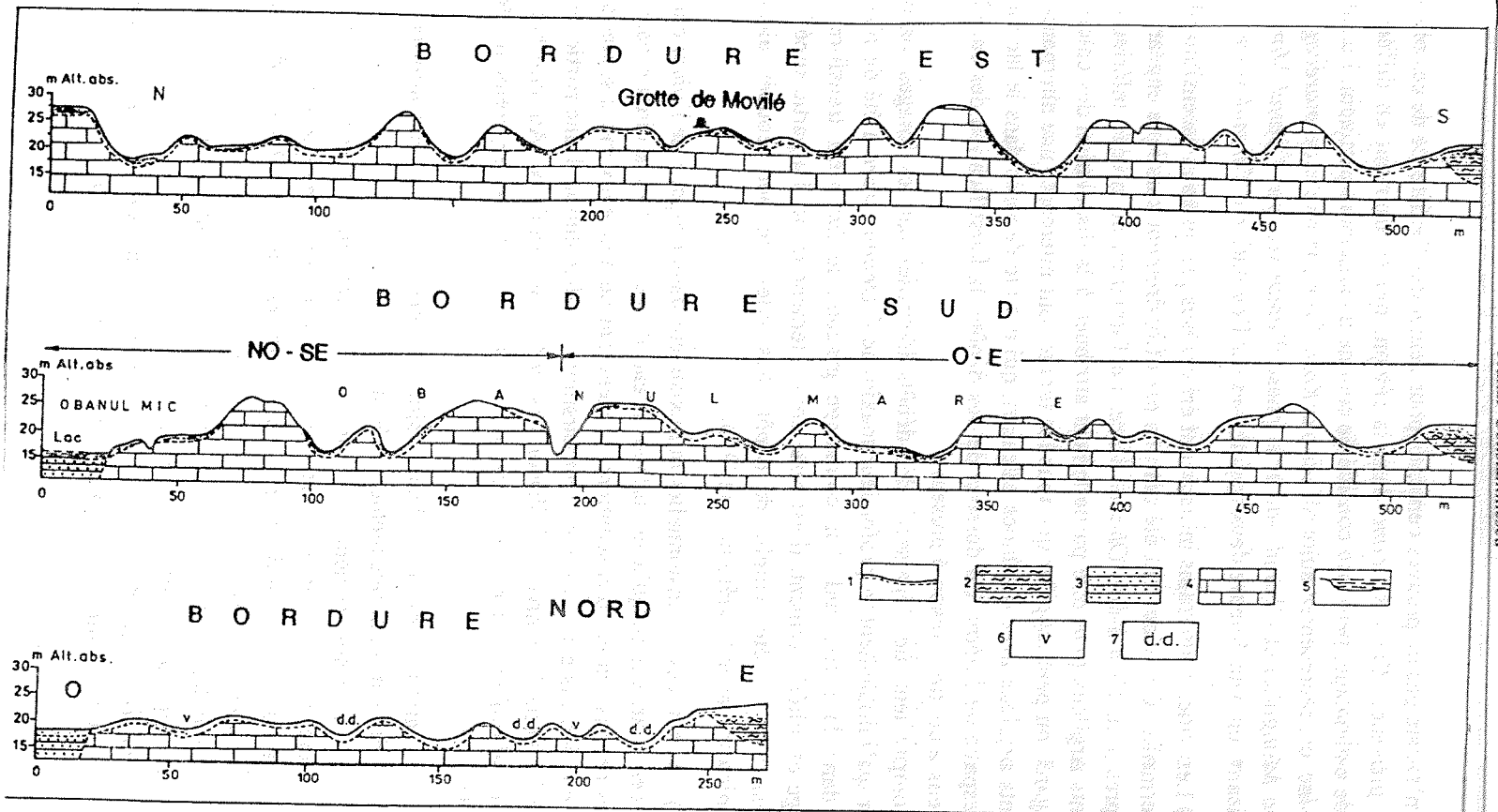

Fig. 8 – Profils morpholithologiques: sols actuels; 2. dépôts lœssoïdes; 3. dépôts argileux-lœssoïdes; 4. calcaires sarmatiens; 5. lac; 6.vallées; 7. dolines-vallées.

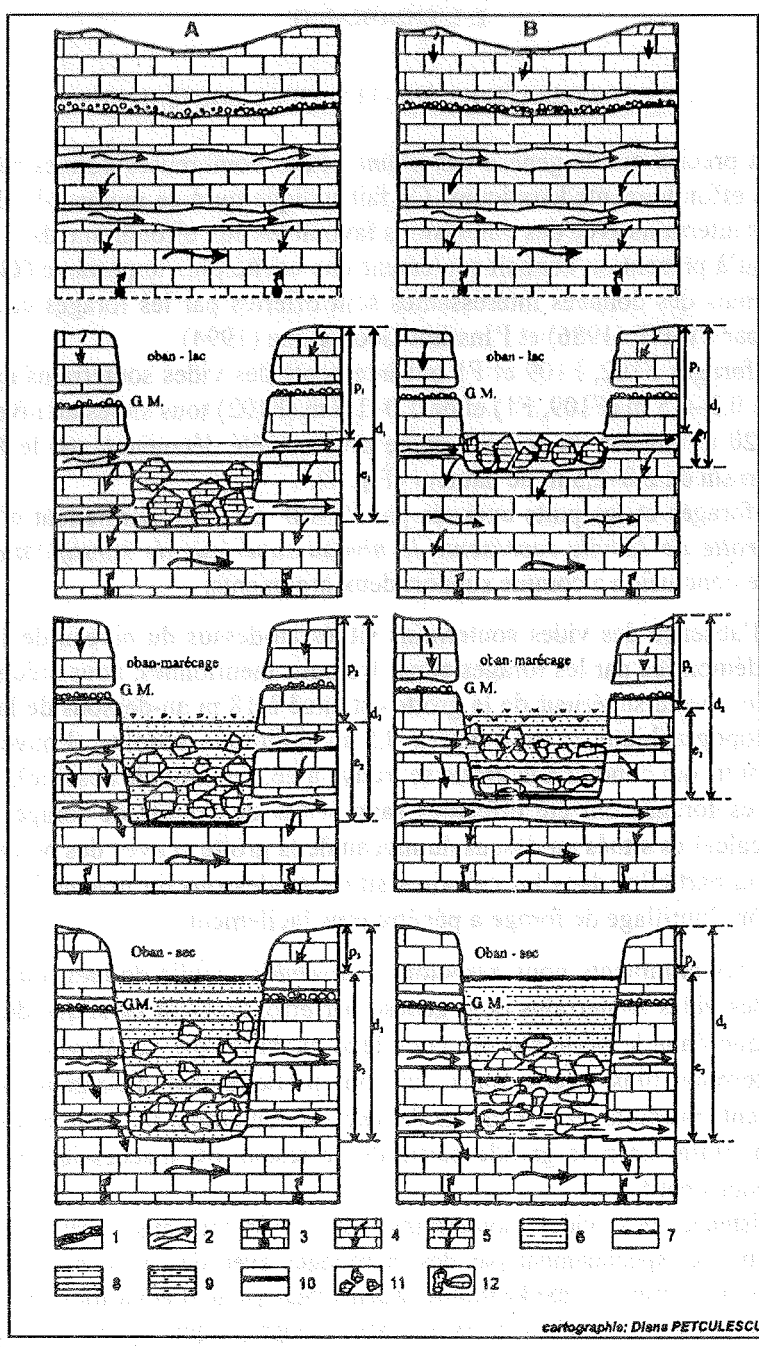

Fig. 9 – Évolution des *obane* – deux hypothèses d'interprétation: 1.galerie fossile; 2. galerie active; 3. source asscensionnelle; 4. infiltration permanente; 5. infiltration temporaire; 6. lac; 7. marécages; 8. dépôts lœssoïdes; 9. dépôts argileux provenues par dissolution des calcaires; 10. sol actuel; 11. bloc calcaire anguleu; 12. bloc calcaire arrondis. G. M. = Grotte de Movie; p = profondeur de l'oban; e = épaisseur des dépôts; d = amplitude de l'effondrement. **A:** p1>p2>p3; e1<e2<e3; d1=d2=d3; **B:** p1>p2>p3; e1<e2<e3; d1<d2<d3.

2. L'ENDOKARST

2.1. CONSIDÉRATIONS SUR LES VIDES SOUTERRAINS

On a précisé que la genèse des *obane* et des nombreuses dolines représente l'effet des effondrements karstiques. Ce fait indique qu'à ce moment-là il existait des vides souterrains avec des dimensions favorables aux effondrements.

Juaqu'à présent on connaît seulement une cavité plus importante (**Grotte de Movile**), mais des données intéressantes sont offertes par les forages et les puits effectués par l'ISPIF (1986) et l'Institut Géologique (1994).

Les forages F102, F109 et F1 ont intercepté des vides souterrains ayant une hauteur de 0,3–0,5 m (F109, F1) et de 1,0–1,5 m (F102) tous situés au niveau de la grotte. À 20 m environ au-dessous de ce niveau a été découvert, par le F109, un vide souterrain de 2,0–2,5 m de hauteur (Fig. 7).

Les forages et les puits excavés par l'ISPIF en 1986 permettent d'affirmer que *La Grotte de Movile représente le niveau supérieur de karstification de la zone.* Cette conclusion a comme support deux arguments:

- l'absence des vides souterrains situés au-dessus du niveau de la grotte, démontrée par les forages et par les puits méntionnés; nous précisons que le niveau supérieur de la grotte est situé à 18 m au-dessous de la surface topographique, c'est-à-dire a 8,5 m d'altitude absolue (l'ouverture du puits qui conduit à la grotte se trouve à 26,5 m altitude absolue);
- les forages ont été effectués sans pertes de liquide de forage dans les calcaires situés au-dessus du niveau de la grotte et avec des pertes totales ou partielles dans les calcaires situés au-dessous du niveau de la grotte, où l'outillage de forage a pénétré plus facilement.

Si à ces arguments nous associons *l'ensemble movile-dolines*, qui trahit la présence des vides souterrains et la genèse par effondrement karstique des *obane*, il résulte que dans le périmètre du complexe exokarstique *La Movile*, il y a des vides souterrains plus larges, mais qui sont partiellement désorganisés par les effondrements produits. *La Grotte de Movile* est seulement un petit secteur de ce réseau souterrain. La plus grande partie de ce réseau est inaccessible présentant des dimensions petites.

L'existence des vides souterrains est confirmée aussi par des études hydrologiques, et spécialement par des marquages avec des traceurs. Les traceurs lancés dans le complexe exokarstique *Kara-Oban* (lieu d'apparition des sources mésothermales-ascensionnelles à la surface topographique ayant la plus haute altitude absolue) ont été dépistés en 4 points situés en directions et à distances différentes. Il en résulte que dans la zone il se manifeste une circulation souterraine intense qui engendre un résau de vides souterrains denses. Les traceurs ont été

dépistés dans les points suivants : *Lacul Jupiter* (5,5 km, en direction OSO-ENE), *Mlaştina Mangaliei* (2,0 km, ONO-ESE), *Obanul Blebea* (3,0 km NO-SE), et *Lacul Mangalia*, 6,0 km, en direction N-S (GASPAR & ORĂŞEANU,1987), Fig. 1B.

On peut affirmer que dans la zone karstique de ***Mangalia*** *il existe un réseau de vides souterrains largement développé. Les vides avec des dimensions petites, inaccesibles aux spéléologues, sont plus nombreux que ceux qui ont des dimensions sembables à celles de la* ***Grotte de Movile.***

2.2. LA GROTTE DE MOVILE

L'Entrée de la grotte se trouve à la base d'un puits artificiel qui a une profondeur de –18 m. Le puits s'ouvre dans la bordure estique d'*Obanul Mare* (26,5 m d'altitude absolue). Les coordonnées géographiques de la grotte sont: 43°49'40" lat. nord et 26°33'50" long. est.

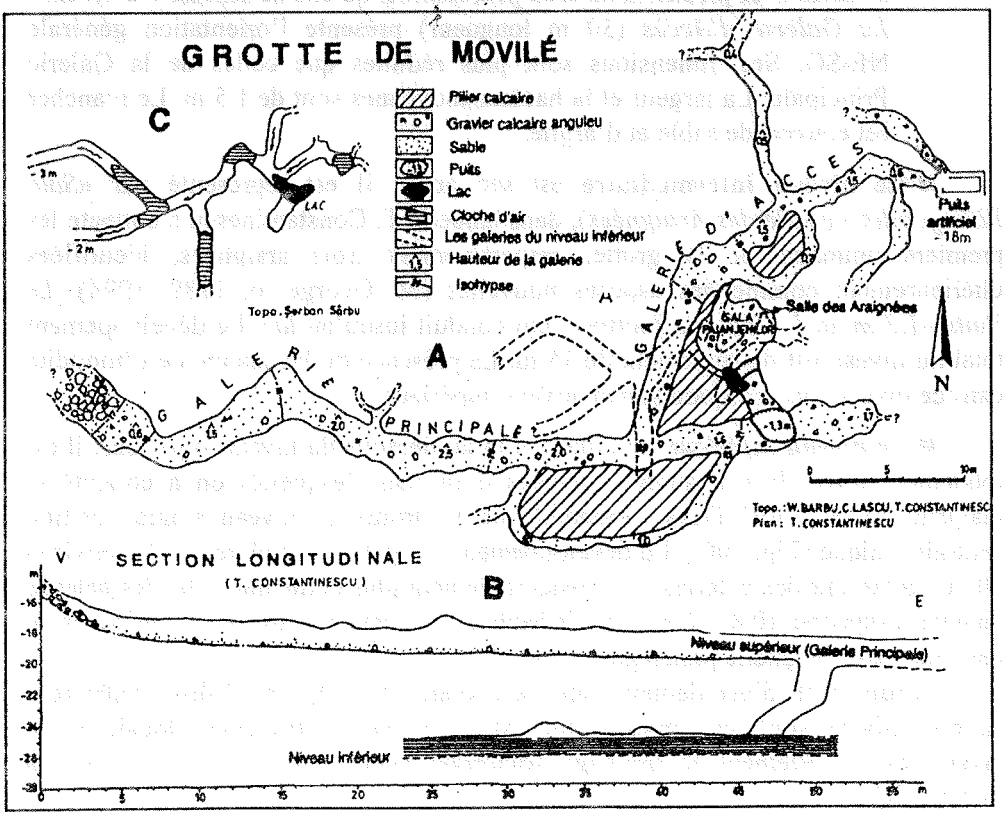

Fig. 10 – Grotte de Movile (Peştera de la Movile). A= Plan de la Grotte; B= Profil longitudinal; C = Plan du niveau inferieur (actif). 1. pilier calcaire; 2. gravier calcaire anguleux; 3. sable; 4. puits; 5. lac; 6. cloche d'air; 7. les galeries du niveau inférieur; 8. hauteur de la galerie; 9. isohypses.

2.2.1. Caractérisation spéléomorphologique

Les principales données spéléomorphologiques et spéléométriques sont rendues au plan de la grotte (Fig. 10A). Le développement connu jusqu'à présent est de 240 m et la dénivellation de –10 m. La grotte présente deux niveaux principaux: *supérieur* (sec) et *inférieur* (noyé), liés par un niveau *intermediaire*.

■ **Le niveau supérieur** (sec) est représenté par la *Galerie Principale*, la *Galerie d'Accès* et par quelques autres galeries ayant des dimensions plus réduites.

- *La Galerie Principale* a une longueur de 58 m, une dénivellation de 4,5 m et une orietation générale O-E. La largeur moyenne est de 2,0 m, la hauteur de 1,5–2,5 m et le volume d'environ 230 m^3. Son extrémité ouest, dirigée vers *Obanul Mare*, est fermée par des effondrements (Fig. 10B). Le plancher est couvert par des dépôts de sable et moins par des dépôts d'argile. Une partie de ces dépôts est allochtone. Leur épaisseur n'a pas été mesurée avec précision, mais on peut affirmer qu'elle ne dépasse pas 1,0 m.
- *La Galerie d'Accès* (30 m longueur) présente l'orientation générale NE-SO. Ses dimensions sont plus réduites que celles de la Galerie Principale. La largeur et la hauteur moyennes sont de 1,5 m. Le plancher est couvert de sable et d'argile.

■ **Le niveau intermédiaire** est sec aussi; il est représenté par «*Sala Păianjenilor*» (*Salle des Araignées*), dans laquelle T. Constantinescu a collecté les premiers animaux de la grotte, respectivement trois araignées, identifiées ultérieurement comme des espèces nouvelles (M. Georgesco, 1989, 1994), *Le Puits –1,3 m*, et *La Galerie Inclinée*, qui conduit jusqu'au *lac*. Le développement total du niveau est de seulement de 15 m. La présence du lac augmente l'humidité dans ce niveau, par comparaison au niveau supérieur.

■ ***Le niveau inférieur*** est situé à 4 m au-dessous du niveau supérieur; il est totalement noyé. Il y a aussi 4 cloches d'air dans lesquelles on a collecté la majorité de la faune. Dans l'ensemble de la grotte, ce niveau a une position centrale-estique (Fig. 10C). Le développement des galeries explorées est d'environ 40 m. La largeur des galeries est considérablement plus petite que celle des galeries du niveau supérieur (0,8–1,0 m) mais la hauteur se maintient entre 2,0–3,0 m. Ici on ne remarque pas une galerie principale.

La direction d'écoulement dans ce niveau est E-O, c'est-à-dire contraire à celle du niveau supérieur, mais ce fait est une situation strictement locale. Il est certain qu'actuellement le drainage souterrain général de la zone n'a pas la direction E-O.

En conclusion, nous soulignons que la grotte est située très près de la surface topographique. La Galerie d'Accès se déploie à la profondeur de 18–20,5 m et la Galerie Principale entre 17–21 m.

Les calcaires sarmatiens sont très tectonisés et probablement il y a des fissures qui font la liaison entre la grotte et la surface topographique.

Les précisions sur la position de la grotte, la fracturation intense des calcaires et d'autres arguments *contredisent l'hypothèse selon laquelle la grotte fonctionnerait comme un écosystème fermé.*

2.2.2. L'évolution de la grotte

La grotte a été modelée en régime noyé (CONSTANTINESCU, 1989). Les témoins des cloches d'air qui existent dans le *niveau supérieur* permettent d'affirmer que ce niveau a été modelé aussi en régime noyé.

Les deux niveaux de galeries mettent en évidence au moins *deux phases principales* dans l'évolution de la grotte.

■ **La phase du niveau supérieur.** Les galeries de ce niveau indiquent qu'alors il existait une rivière souterraine principale avec la direction O-E (Galerie Principale) et une série d'affluents ayant des directions différentes. L'aspect de l'ensemble suggère un réseau de vides souterraines labyrinthique connu partiellement jusqu'à présent.

Nous considérons qu'antérieurement au collapsus karstique, dans l'espace d'*Obanul Mare* il existait des vides souterrains ayant des dimensions plus grandes que la Grotte de Movile. Le drainage principal et implicitement le cavernement avec des dimensions plus grandes avaient leur trajet dans l'espace de l'*«oban»* actuel. L'hypothèse a comme support trois arguments:

- le collapsus karstique qui a engeandré *Obanul Mare* suppose l'existence des vides souterrains avec des dimensions plus grandes que la Galerie Principale;
- la forme d'*Obanul Mare* est ovale, ayant l'axe grand sur la direction N-S;
- les marquages avec des traceurs ont démotré la direction de drainage N-S, respectivement *Kara-Oban – Lacul Mangalia* qui a son tracé sur l'alignement d' *Obanul Mare* (GASPAR et ORASEANU, 1987); cette direction d'écoulement a existé également antérieurement au collapsus karstique, parce qu'elle est déterminée par la présence d'une faille.

Selon nous, dans la zone il existe les failles *Movile* et *Kara-Oban* (LASCU, POPA, SÂRBU, 1995) mais aussi la faille *Kara Oban – Lacul Mangalia.* Leurs points d'intersection ont favorisé l'ascension des eaux mésothermales qui ont engeandré un cavernement plus développé.

En conséquénce, la direction O-E de la Galerie Principale n'est a pas la direction princpale de drainage dans la zone. La Galerie Principale représentait probablement un tracé secondaire déterminé par la présence de la faille *Movile.*

■ **La phase du niveau inférieur**. Sans doute que les galeries de ce niveau se modèlent encore à présent, mai elles peuvent être *plus jeunes* que celles du niveau

supérieur, mais aussi *plus vieilles*. L'affirmation a comme support le spécifique du fonctionnement du géosystème karstique, c'est-à-dire, *ce réseau de vides souterrains modelé, en essence, par des eaux ascensionnelles de profondeur, arrivées sur des failles et non pas par des eaux des précipitations atmosphériques infiltrées de la surface.* Les niveaux du réseau de vides ont été déterminés par les oscillations du niveau piézométrique.

- La première hypothèse est la plus probable. Au niveau supérieur il a existé une circulation souterraine. L'abaissement du niveau piézométrique a déterminé la circulation des eaux au niveau actuel. Donc, le niveau inférieur est très jeune, étant en plein processus de modelage.
- La deuxième hypothèse (le niveau inférieur est plus vieux) ne peut pas être ignorée. La première fois, le niveau piézométrique était approximativement au niveau actuel, quand les galeries actuelles ont été modelées. Ultérieurement le niveau piézométrique a été soulevé, déterminant le modelage du réseau du niveau supérieur. Normalement, dans cette periode les galeries du niveau inférieur étaient noyées. Une nouvelle phase d'abaissement a suivi et le niveau supérieur est resté fossile, c'est-à-dire la phase actuelle.

En ce cas le réseau de vides souterraines du niveau inférieur aurait eu une évolution continue. Logiquement, ses galeries aurait eu des dimensions plus grandes que celles du niveau supérieur. En réalité la situation est contraire. Donc, la première hypothèse est plus probable.

3. LE KARST DE TYPE MOVILE

La présentation de l'exokarst et de l'endokarst a confirmé l'existence d'un géosystème karstique avec une série de particularités qui définissent son ***l'unicité*** dans l'ensemble du karst de la *Dobrogea du Sud.* Ce trait est mis en évidence par la notion de **Karst de type Movile** (CONSTANTINESCU, 1995).

Le karst de type Movile est la résultante de l'interaction de toutes les composantes géosystémiques, mais il existe quelques facteurs qui ont un apport plus important. D'après notre opinion, la particularité du **karst de type Movile** est conférée par l'association des facteurs suivants: *la présence des calcaires lumachelliques et oolithiques, la circulation des eaux ascensionnelles-sulfureuses-mésothermales, la morphologie du plateau bas très près de la Mer Noire, le climat sec* (CONSTANTINWESCU,1995).

Dans le travail mentionné ci-dessus, nous avons présenté le *karst de type Movile*, chaque facteur étant détail. C'est pourquoi nous présenterons ici seulement les traits essentiels de ces facteurs.

■ ***La présence des calcaires lumacheliques et oolithiques d'âge sarmatien.*** La géologie de la zone a été détailée dans les articles déjà présentés. Nous précisons que *le katst de type Movile* se développe seulement dans les calcaires sarmatiens qui ont l'épaisseur d'environ de 100 m (FERU et CAPOTA, 1991). On connaît que les calcaires lumachelliques et oolithiques sont plus karstifiables que les autres types de calcaires. En conséquence, ils ont représenté un milieu plus favorable pour le processus de karstification, spécialement pour la circulation des eaux souterraines. Cette propriété est reflétée par une particularité karstique essentielle: *le modelage d'un cavernement pendant un période de temps plus courte.* La particularité présente un argument pour soutenir la jeunesse du *karst de type Movile,* qui, selon nous, est quaternaire. Nous considérons qu'au Pléistocène la karstification de la région a eu une ampleur plus grande qu'aujourd'hui et le cavernement modelé pendant cette période a été totalement détruit. Le réseau de vides souterrains actuel appartient, probablement, au Quaternaire supérieur.

■ ***La circulation des eaux souterraines ascensionnelles.*** L'action de ces eaux représente le facteur déterminant de la genèse et de l'évolution de ce type de karst, qui occupe seulement l'espace affecté par les eaux en discussion. Nous rappellons aussi q'elles sont sulfureuses-mésothermales. Leur origine n'est pas encore élucidée, mais l'origine des eaux ne représente pas une question essentielle. Selon nous, trois traits de ces eaux sont très importants:

- le caractère ascensionnel favorisé par la présence de certaines failles;
- le drainage radiaire des eaux à côté de certains points, au niveau des calcaires sarmatiens; un exemple significatif est le complexe *Kara Oban,* où le phénomène a été démontré par des traçages (GASPAR & ORASEANU,1987);
- l'aquifère de la zone Mangalia est considéré comme une sous-unité hydrogéologique à part de la Dobrogea du Sud (PASCU, 1983).

L'association des trois traits mentionnés, met en évidence l'une des particularités de ce karst: *les rivières souterraines sont engendrés essentiellement par les eaux sulfureuses-asscensionnelles de profondeur arrivées sur des failles et non pas par des eaux des précipitations atmosphériques infiltrées de la surface.* Le schéma d'ensemble du fonctionnement d'un hydrosystème karstique (MANGIN, 1975) est respecté seulement en partie.

La minéralisation (spécialement la présence du soufre) et le thermalisme sont des éléments favorables, mais ils n'ont pas un rôle déterminant dans le processus de karstification.

Le fait qu'à présent les eaux sulfureuses se mélangent aux eaux d'irrigation ne modifie pas le fond du problème. La période d'irrigation a été plus courte (20–25 ans) et, normalement, l'action de ces eaux n'a pas influencé le modelage du réseau de vides souterraines actuel.

■ ***La morphologie du plateau bas situé très près de la Mer Noire.*** On connaît que pendant le Quaternaire, outre l'eustatisme positif ou négatif de la Mer Noire, la zone de Mangalia a été soumise aussi aux mouvements épirogéniques positifs et négatifs (BRATESCU, 1967). Spécialement ces mouvements épirogéniques ont influencé les oscillations du niveau général de la circulation des eaux sulfureuses, fait qui a déterminé le modelage d'un cavernement étagé, qui a favorisé les collapsus karstiques. La genèse et l'évolution d'*Obanul Mare* est un exemple significatif.

■ ***Le climat sec.*** Parmi les facteurs spécifiques dans l'évolution du *karst de type Movile*, est aussi le *climat sec*, caractéristique de la zone, même au Pléistocène supérieur (Würm).

Aujourd'hui la moyenne annuelle des précipitations est de 350 mm, tandis que l'évapotranspiration potentielle est de 700 mm. Pendant le Pléistocène supérieur le climat n'a pas été plus humide que celui actuel (CONEA, 1970). Dans ces conditions la quantité des eaux de surface infiltrées dans des calcaires a été très réduite, de sorte que leur rôle dans le modelage des vides souterrains peut être ignoré. Le phénomène a été accentué aussi par la présence des dépôts lœssoïdes qui recouvrent les calcaires sarmatiens. *L'existence des calcaires non karstifiés jusqu'à 15–20 m de profondeur* (*le niveau de la grotte*) représente un argument en ce sens. L'affirmation a comme preuve les puits géologiques, les forages et les fontaines des indigènes. Nous précisons que dans l'espece du complexe exokarstique *La Movile* ont été dépistés par des forages, encore 4 vides souterrains situés approximativement au niveau de la *Grotte de Movile*. Ce fait suggère que *la grotte représente le niveau supérieur de karstification de la zone*. Si dans la zone *Mangalia* il avait existé un climat humide pendant le Pléistocène supérieur, le degré de karstification de la région aurait été considérablement plus avancé et *certainement les calcaires situés au dessus du niveau de la Grotte de Movile seraient aussi karstifiés*.

En conclusion, on peut affirmer que l'interaction de ces quatre facteurs ont généré le *karst de type Movile, qui représente un cas particulier en Dobrogea du Sud et même en Roumanie. La particularité du karst se reflète aussi, dans l'unicité de l'écosystème de la Grotte de Movile* (CONSTANTINESCU, 1995).

BIBLIOGRAPHIE

BRĂTESCU, C., *Oscilaţiile de nivel ale apelor şi bazinului Mării Negre în Cuaternar*. Opere Alese, 193–279, 1967.

CONEA, A., *Formaţiuni Cuaternare în Dobrogea*. Editura Academiei R.S.R., 11–21, 1970.

CONSTANTINESCU, T., *Considérations sur la zone karstique «La Movile» (Mangalia, Dobrogea du Sud)*, Misc. Speol. Romanica, **1**, 7–17, 1989.

CONSTANTINESCU, T., *Le karst de type Movieé (Mangalia, Dobrogea du Sud, Roumanie).* Theoret. Appl. Karstology, **8**, 91–96, 1995.

CONSTANTINESCU, T., *The Movile cave: An All-Time First in Speleology.* Milenium III, 253–260, 1999.

CONSTANTINESCU, T.& CONSTANTIN, S., *La Gènese et l'évoluton des grandes dolines (obans) de la zone karstique de Mangalia (Dobroudja du Sud, Roumanie).* Theoret. Appl. Karstology, **13–14**, 87–92, 2001.

FERU, M.U., CAPOTĂ, A., *Les eaux thermominérales karstiques de la zone Mangalia (Roumanie).* Theoret. Appl. Karstology, **4**, 143–159, 1991.

GAŞPAR, E., ORĂŞEANU, I., *Natural and artificial traces in the study of hydrodinamics of karst.* Theoret. Appl. Karstology, **3**, 31–107, 1987.

GEORGESCU, I., TRIFAN, L., CONSTANTINESCU, E.,SELETCHI, E., *Cercetarea complexă a unui amplasament în condiţii geologice speciale, în zona CET-Mangalia.* Lucrările I.S.P.I.F., 101–109, 1987.

LASCU C.,*Paleogeograpical and hydrogeological hypothesis regarding the origin of a peculiar cave fauna.* Misc. Speol. Romanica, **1**, 13–18, 1989.

LASCU, C., POPA, R., SÂRBU Ş., *Le karst de Movile (Dobrogea du Sud).* Revue Roum. Géogr., **38**, 86–93, 1995.

MANGIN, A., *Contribution à l'étude hydrodynamique des aquifères karstiques.* Lab. Souterr. Centr. Nat. de Rech. Scient. Moulis, 92–102, 1975.