

# HISTOIRE QUATERNAIRE DU DANUBE DELTA, ESSAI D'INTERPRÉTATION DES FACIÈS DES DÉPÔTS DELTAÏQUES. VERSION IN EXTENSO, REPubLIÉE D'APRÈS PANIN, 1972

NICOLAE PANIN, ARTEMIU PRICĂJAN ET GHEORGHE BALTAC

*National Institute of Marine Geology and Geo-Ecology (GeoEcoMar),  
23-25 Dimitrie Onciu St, 024053 Bucharest, Romania  
panin@geoecomar.ro*

---

**Abstract.** The present article is *in extenso* version of the paper « Histoire Quaternaire du Delta du Danube. Essai d'interprétation des faciès des dépôts deltaïques » signed by N. Panin that was published in 1972 in *Cercetari Marine* No. 4, p. 5-15. The first author of the present paper decided to present the initial *in extenso* version of the article as an historical document representing a step forward in the knowledge of the Danube Delta geological structure and evolution. A sedimentological analysis at the knowledge level of the seventies of data from more than 100 drillings is presented and consequently an interpretation of the delta geological structure and development is given. This new interpretation was based on a modern at that time knowledge about the deltaic sedimentary processes and the Black Sea evolution during the Quaternary. It was proposed as an alternative to the older hypothesis of Liteanu *et al.* (1961). The new hypothesis stated that the Danube Delta represents a Holocene formation, corresponding to a highstand of the Black Sea. The Neoeuxinian (Würmian) lowstand determined a quite total removal of older deposits. At least two transgressive sequences have been recognised (dated as Old Black Sea phase and New Black Sea phase, respectively) separated by a regressive sequence, probably of Phanagorian age. Two main sedimentary environments were recognised: (1) the upstream part of the delta formed under river influenced sedimentary environment, situated from the apex to a line constituting the western boundary of the Jibrieni – Letea – Caraorman littoral accumulative formations and (2) the external, eastern part of the delta, from the above mentioned line eastward, where the sedimentary environment is predominantly influenced by the sea.

**Key words:** Danube Delta, sedimentary facies, transgression, regression, evolution

---

## INTRODUCTION

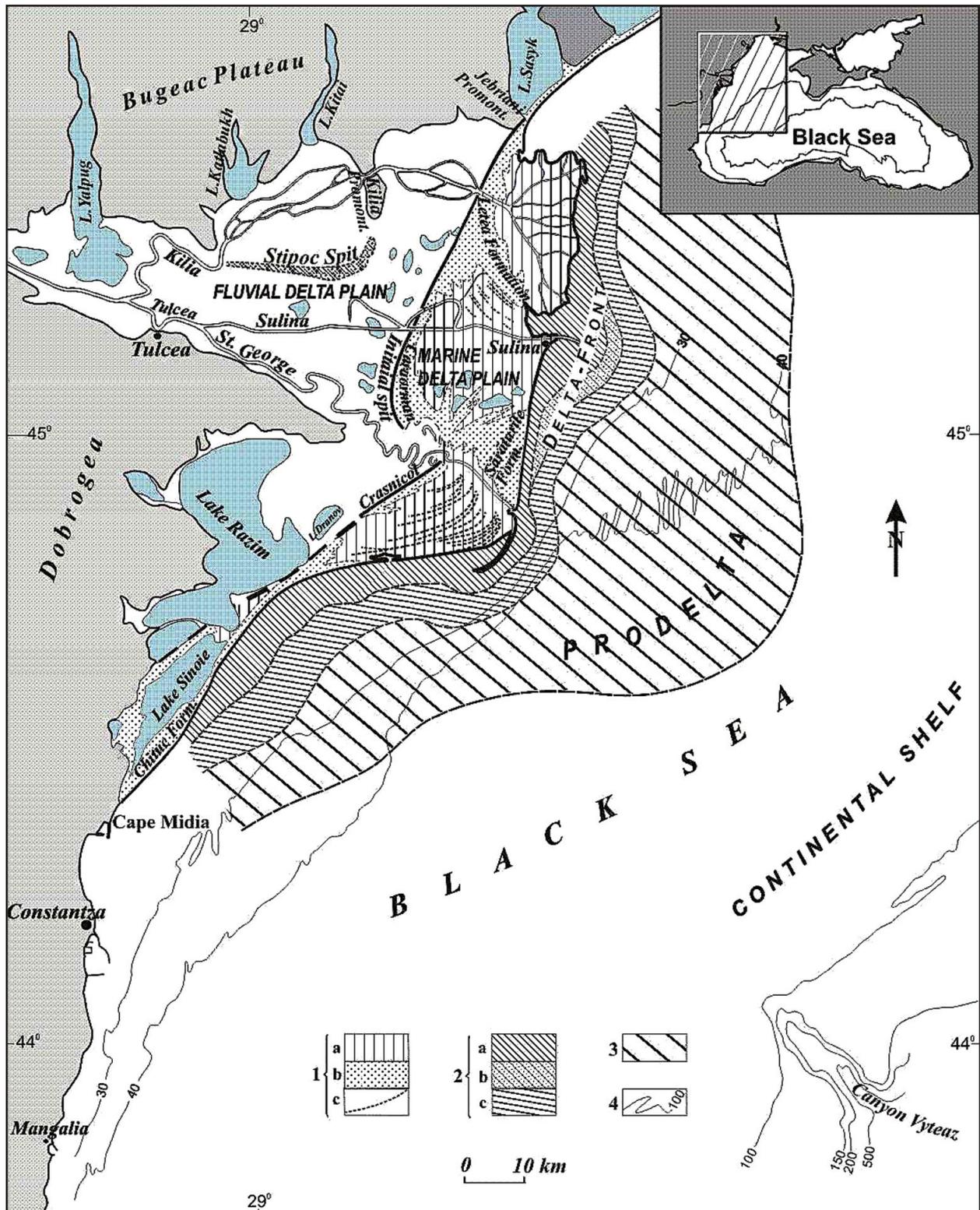
Le delta du Danube (Fig.1) s'étend sur 5 800 Km<sup>2</sup>, se situant sur la deuxième place dans la hiérarchie européenne après le delta de la Volga (18,000 Km<sup>2</sup>) et avant celui du Pô (1 500 Km<sup>2</sup>). Son importance comme unité géomorphologique ainsi qu'économique justifie d'emblée l'intérêt que nous lui portons.

Pour connaître la structure géologique et hydrogéologique, ainsi que l'évolution en temps et espace de l'édifice deltaïque du Danube ont été exécutés sur le territoire du delta plus de 100 forages (Fig. 2). Une première interprétation des données de forage a été faite par Liteanu, Pricăjan et Baltac (1961). Il s'agit de la première et la seule hypothèse sur l'histoire géologique du delta depuis sa

formation et jusqu'aujourd'hui. Tous les travaux sur le delta, le nombre desquels est vraiment impressionnant sont consacrés à l'évolution récente, holocène, de cet édifice, évolution qui d'ailleurs a conditionnée son aspect géomorphologique actuel.

Pour commencer notre étude des faciès deltaïques nous allons présenter très brièvement l'histoire quaternaire du delta du Danube, telle qu'elle a été vue par Liteanu et ces collaborateurs.

Sur un soubassement villafranchien se trouvent des dépôts grossiers (sables, graviers et cailloutis) qui représentent un immense cône de déjection daté par les auteurs cités comme étant tschaoudien. Au dessus suit le complexe sableux inférieur qui correspond à la transgression paléoeuxini-



**Fig. 1** The Danube Delta major morphological and depositional units (after Panin, 1989). 1: delta plain; fluvial delta plain (1a); „marine” delta plain (1b); fossil and modern beach-ridges and littoral accumulative formations built up by juxtaposition of beach ridges (1c); 2: delta-front; delta front platform (2a); relics of the „Sulina Delta” and its delta-front (2b); delta front slope (2c); 3: Danube prodelta; 4: depth contour lines in meters

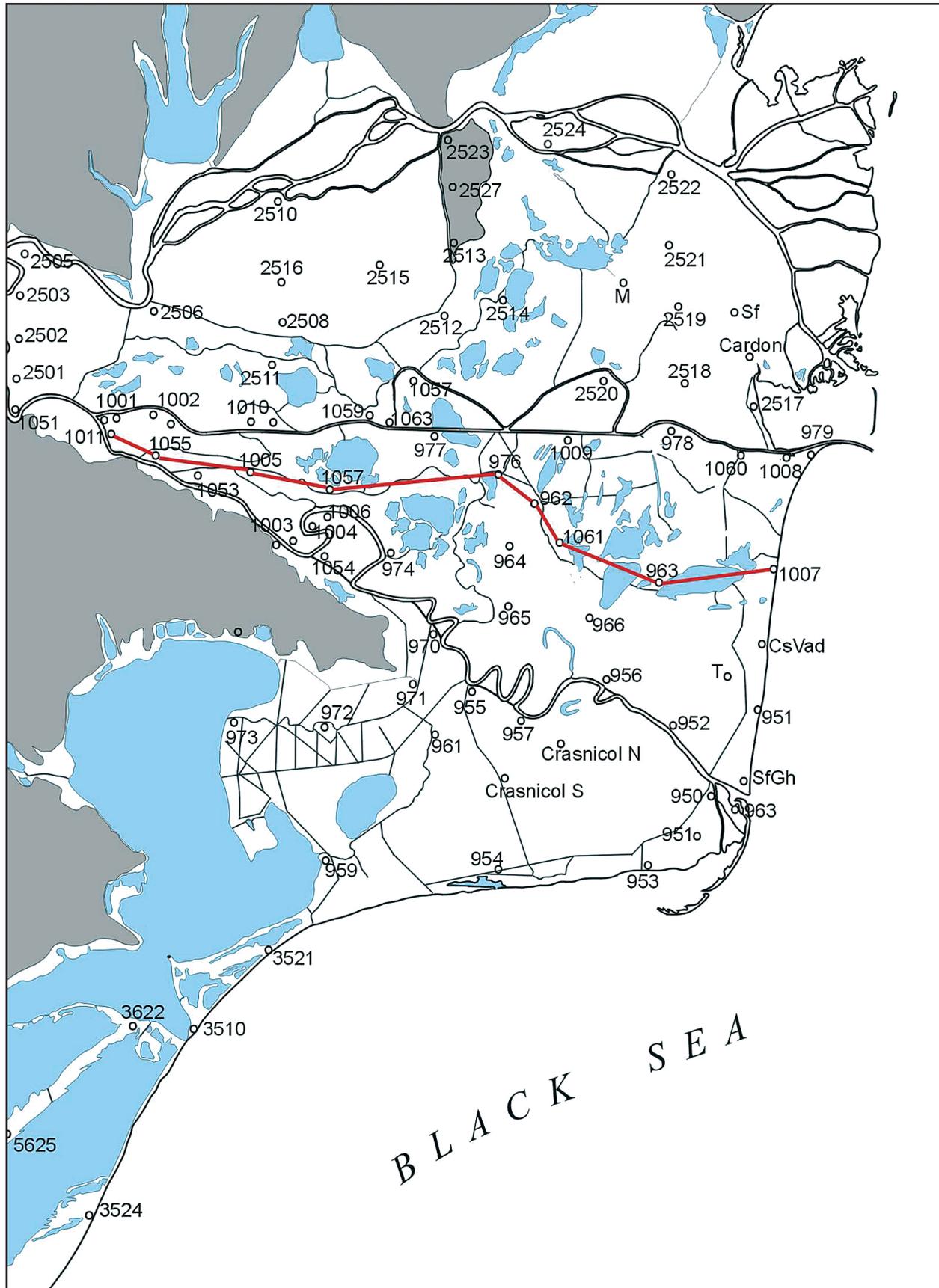


Fig. 2 Bore-holes in the Danube Delta

enne de la Mer Noire. Il est surmonté pas le complexe sableux moyen ouzounlarien et karangatien. Liteanu et collab. croient que pendant ces stades le territoire étudié fut exondé et eu lieu la formation d'un premier delta. C'est seulement l'extrémité Est du delta qui a été occupée par la mer karangatienne. Le complexe surjacent « argileux-sableux » correspond au stade néoeuxinien, pendant lequel la mer avançait loin à l'intérieur du continent (jusqu'à Braila). La dernière transgression de la mer sur le territoire du delta est celle stade ancien de la Mer Noire. Pendant ce stade se forme le « complexe sableux—siltitique » et s'installe le deuxième delta du Danube qui se développe jusqu'aux dimensions actuels. Les auteurs croient que les oscillations négatives ou positives du niveau de la mer n'existe pas, le développement du delta étant du exclusivement au phénomène de subsidence.

Dans cette image de l'évolution du delta existe quelques inadvertances d'ordre paléo-géographiques, paléontologiques et lithologiques tellement évidentes que deux des auteurs de l'hypothèse résumée ci dessus se sont reliés à une nouvelle interprétation des données de forage qui fait l'objet du présent article.

Les phénomènes glacio-eustatiques sont généralement acceptés surtout pour les régions où les mouvements glacioeustatiques n'interviennent pas (Guilcher, 1969). Dans la Mer Noire tous les chercheurs sont d'accord pour admettre plusieurs terrasses marines correspondantes à divers stades de l'évolution de ce bassin. En résumé :

- les dépôts du stade tschaoudien se retrouvent à des altitudes qui varient entre 35 et 100 m;
- le stade paléoeuxinien est représenté par des terrasses hautes de 30 - 65 m;
- les terrasses correspondantes au stade ouzounlarien ont des altitudes comprises entre 30 et 50 m;
- le stade karangatien correspond à des dépôts de terrasse à +4 - +22 m d'altitude;
- pendant le Holocène (l'époque de la Mer Noire) les variations de niveau ont été moindres ne dépassant pas une dizaine de mètres.

Les stades cités ont été séparés par des régressions plus ou moins fortes de la mer, correspondantes à diverses glaciations. Entre le stade karangatien et celui de la Mer Noire on enregistre un stade régressif de la mer nommé néoeuxinien. Pendant le Néoeuxinien, qui correspond au Würmien, le niveau de la Mer Noire était, d'après divers auteurs, à -60 - -100 m. Pour l'Océan planétaire on rapporte également pour la glaciation Würmienne des niveaux près de -100 m.

Comme nous l'avons déjà mentionné, l'hypothèse de Liteanu *et al.*, admet que sur le territoire du delta du Danube on peut distinguer une transgression paléoeuxinienne qui va jusqu'à Galati et une autre qui correspond au stade néoeuxinien de la Mer Noire et qui s'étend jusqu'à proximité de Braila. La mer ouzounlarienne ne pénètre pas sur le territoire du delta, tandis que celle karangatienne ne recouvre que l'extrémité Est du delta.

Il y a ici une contradiction entre les données sur les niveaux de la mer pendant le Quaternaire et les extensions des complexes litho-stratigraphiques séparés par Liteanu et al. On voit bien que si l'extension de la transgression paléoeuxinienne est justifiée par le niveau de la mer pendant cette époque, celle néoeuxinienne nous apparaît incompatible avec le niveau de la mer généralement admis (près de - 100 m). Cela paraît encore moins justifié si l'on admet avec les auteurs cités que la mer ouzounlarienne ne pénètre pas sur le territoire du delta, malgré les cotes de + 30 à + 50 m du niveau des eaux. De même pour le Karangatien.

Evidemment, on peut admettre que les mouvements verticaux locaux ont une grande importance pour l'avancée ou la retraite de la mer sur un territoire donné. Tout de même, quand le niveau de la mer se trouvait à près de - 100 m, il est difficile d'admettre une telle subsidence (et encore tout à fait locale) pour que la mer avançât de plus de 150 Km sur le continent.

En ce qui concerne les inadvertances d'ordre paléontologiques les listes de formes citées par Liteanu et al. à l'appui de leur datation des divers complexes lithologiques ne sont pas édifiants. La majorité des associations faunistiques sont indicateurs de milieu et non d'âge. Même les formes qui peuvent être considérées plus anciennes sont toujours associées à des formes plus jeunes, ce qui fait penser que les premières sont ou remaniées ou relictées.

Pour finir, nous croyons nécessaire de souligner qu'il est difficile de concevoir la possibilité de séparer des horizons lithologiques dans un milieu tellement complexe et variable comme un delta dans la manière dont Liteanu et al. l'ont fait. Nous nous bornerons à deux exemples seulement.

Liteanu et al. attribuent l'âge ouzounlarien - karangatien au complexe « sableux moyen ». Cela vient en contradiction avec l'évolution de la mer pendant cette période. Entre les stades ouzounlarien et karangatien on enregistre une des plus importantes baisses du niveau des eaux qui conditionne une considérable diminution des dimensions du bassin (le bassin médioeuxinien d'après Arkhangelski et Strakhov, 1938). Une telle baisse de niveau ne pouvait pas n'influencer en aucune mesure les conditions de sédimentation littorale. Il est donc pratiquement impossible d'enregistrer une sédimentation continue pendant ceux deux stades. Même le fait que dans la partie inférieure du complexe on trouve une faune dulcicole tandis que dans sa partie supérieure, la faune est marine démontre qu'on est en présence d'une unité litho-faciale plus complexe.

Liteanu *et al.* séparent sur tout le territoire du delta le « complexe sableux argileux » néoeuxinien. Ce complexe contient vers la partie externe, Est, du delta une faune marine-saumâtre, tandis que vers la partie interne, Ouest, la faune est dulcicole, fluviale-lacustre ; en plus la succession lithologique du complexe dans la partie Ouest comprend plusieurs intercalations de tourbe. Il est évident que dans ce cas aussi il ne s'agit pas du même complexe lithofacial et que pour une séparation lithologique réelle une analyse litho-faciale approfondie du matériel de forage est nécessaire.

## ESSAI D'ANALYSE LITHOFACIALE

Disposant de données nouvelles sur les associations faunistiques et la distribution des faciès dans un édifice deltaïque nous avons repris l'étude du matériel de forage.

Dans notre essai d'analyse lithofaciale et de reconstitution de l'histoire du delta nous nous sommes guidé d'après les principes de sédimentation deltaïque énoncés par Bates (1953), ainsi que par Visher (1965) et Oomkens (1967).

En partant de l'affirmation que chaque milieu de sédimentation correspond à un lithofaciès bien défini, nous nous sommes arrêté, avec Oomkens (1967, pag. 267-268), pour simplifier et en même temps clarifier les problèmes, sur quatre groupes lithofaciaux majeurs:

1. complexe sableux formé par les distributaires deltaïques pendant leur migrations ou par les bras abandonné.
2. complexe sableux formé par les vagues, les courants et les vents dans un milieu littoral.
3. complexe argileux - silteux, formé dans un cône deltaïque sous-marin par les apports fluviaux ou marins de matériel sédimentaire.
4. complexe argileux - silteux formé dans les volumes d'eau des plaines cotières (étangs, marécages, lagunes) par l'accumulation du matériel d'origine fluviale ou organique.

Une succession dans un certain ordre de telles unités montre l'évolution des conditions de sédimentation dans la région étudiée.

Oomkens (1967), dans son travail sur le delta du Rhône, en analysant les relations entre divers lithofaciès trouve quelques séquences verticales caractéristiques dont celles régressives marines et non-marines, de remplissage de chenaux et transgressives sont les principales.

Sans reprendre ses conclusions nous voulons rappeler le principe de l'analyse des lithofaciès qui permet une interprétation sédimentologique des dépôts étudiés. Ce principe est illustré dans la Fig. 3. On voit clairement les relations verticales et horizontales entre divers milieux de sédimentation pendant une transgression marine. La considération des migrations de divers milieux juxtaposés explique la succession verticale des différentes unités lithofaciales. On trouve ainsi qu'une séquence régressive est une séquence à granulométrie croissante, le faciès de large, de mer peu profonde étant remplacé par un faciès littoral sableux.

Une séquence transgressive est aussi, jusqu'à un certain point, croissante du point de vue granulométrique.

En même temps on y distingue deux surfaces de discordance - saumâtre et une autre marine sensu stricto. Autrement dit le faciès fluvial - continental ou lacustre - marécageux est remplacé par un faciès de plaine côtière (lacunes, étangs etc.)

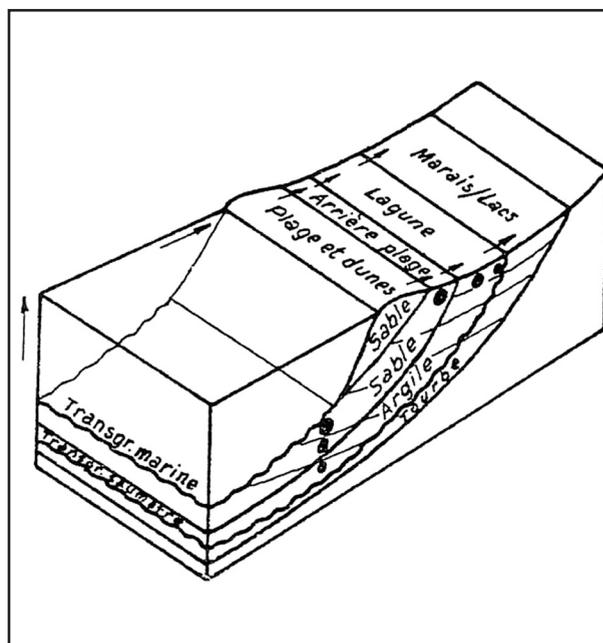


Fig. 3 Succession des unités lithofaciales pendant une transgression de la mer (d'après Oomkens, 1967)

Entre ceux deux faciès se trouve la discordance saumâtre. Suivent les dépôts de la zone littorale - arrière-plage, dunes, avant-plage. Jusqu'ici la succession verticale montre une croissance granulométrique, ainsi qu'un remplacement de la faune dulcicole-saumâtre par une marine. Ces dépôts primaires d'une transgression sont repris en majorité par les facteurs dynamiques (vagues, courants littoraux) après l'installation du régime marin, ce qui conditionne l'apparition de la surface de discordance marine sensu stricto. Lorsque la transgression progresse toujours, on trouve de dépôts de large, de mer peu profonde, à granulométrie plus fine, caractérisés par la présence du matériel antigène comme la glauconie etc.

En fin une séquence de remplissage de chenaux est décroissante du point de vue granulométrique.

L'analyse dans cette optique, des données des forages exécutés dans le delta du Danube, nous conduit à une reconsidération de l'évolution quaternaire du delta. Malheureusement, une grande partie du matériel de forage a été perdu. Ainsi, nous avons eu la possibilité d'étudier en détail seulement les forages placés dans la partie centrale du delta, en particulier sur l'alignement marqué sur la Fig. 2.

Ci-dessous nous présenterons la description des forages No. 1008, 1060, 1009, 1059, 1001 qui peuvent être considérés comme les points de référence de la coupe médiane du delta du Danube. En plus nous présentons graphiquement deux forages caractéristiques pour le milieu sédimentaire influencé par le fleuve (forage No. 1055, placé près de la bifurcation Ceatal Sf. Gheorghe - Fig. 4) ainsi que pour le milieu sédimentaire marin (forage No. 1007, situé dans la zone du front du delta, près du Gârla Împuțită - Fig. 5).

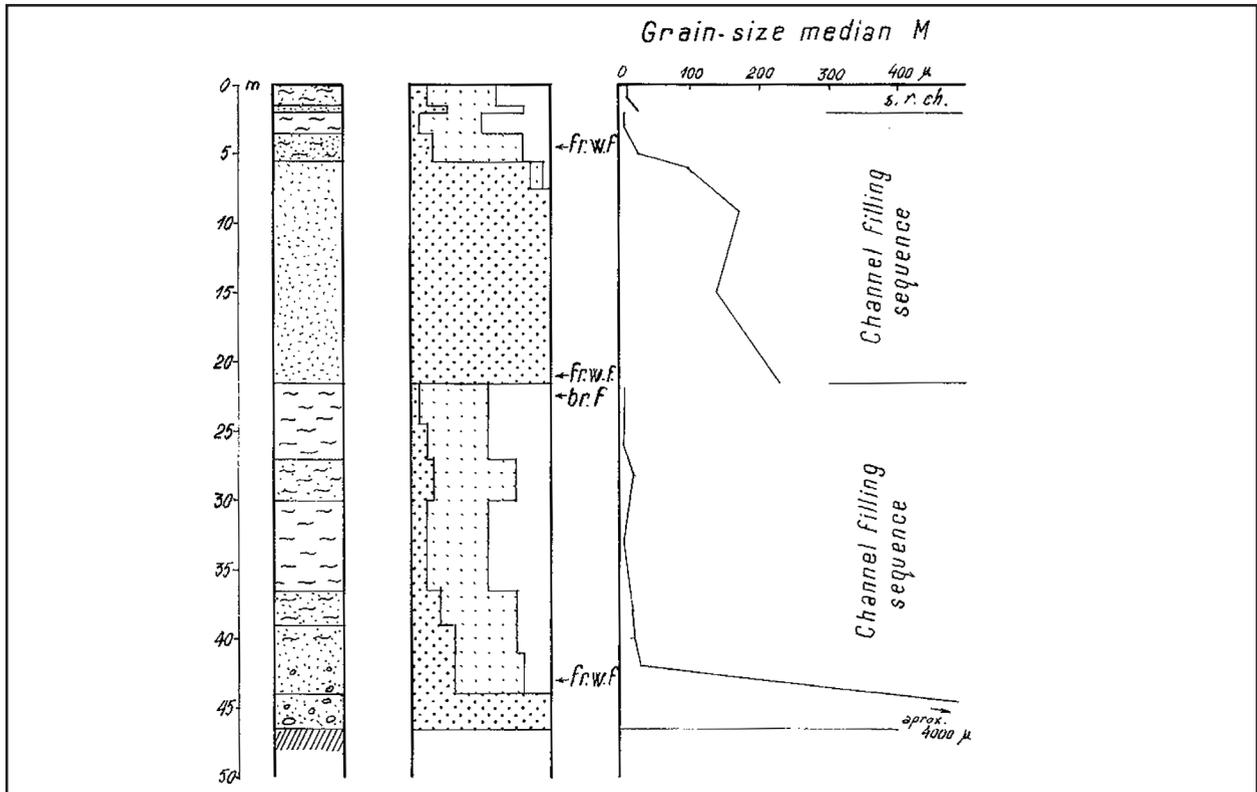


Fig. 4 Forage DD-1055

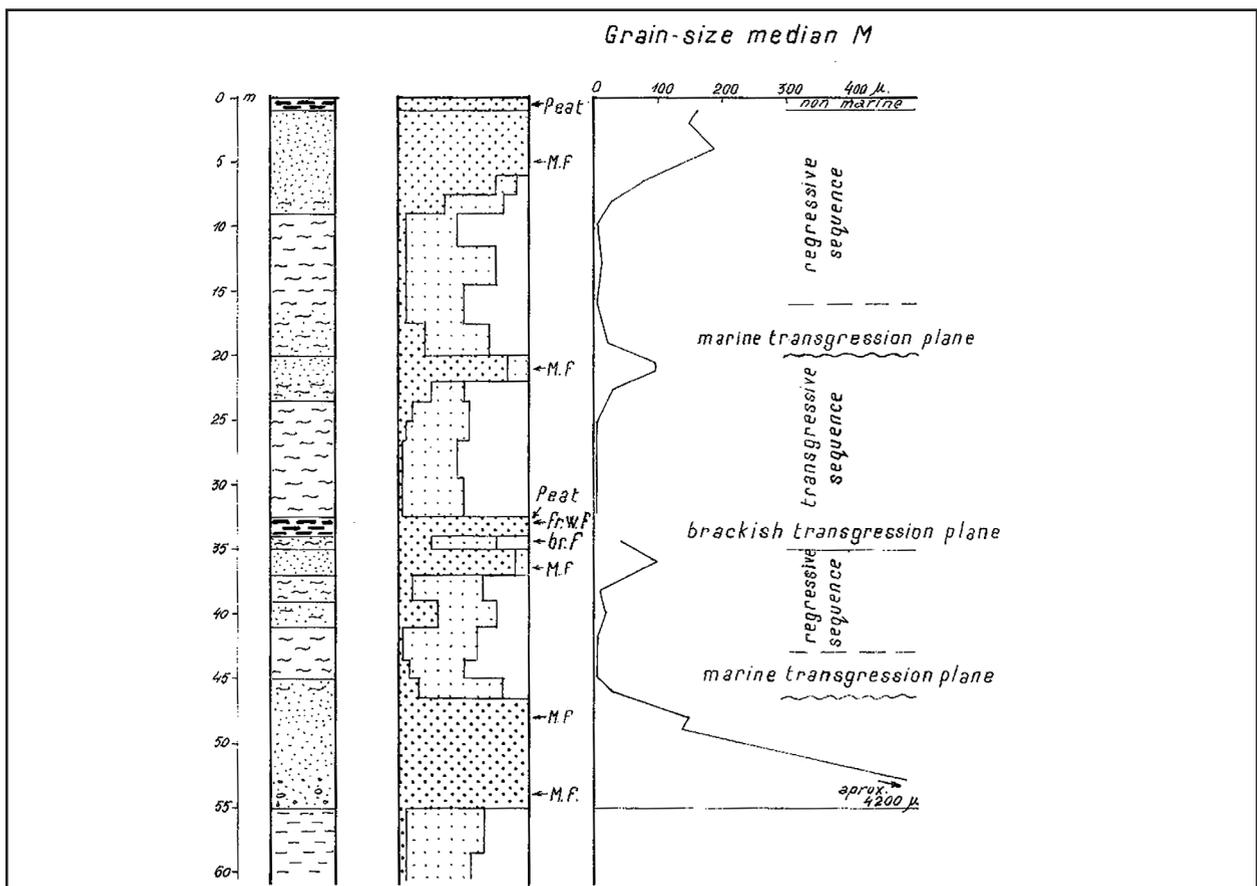


Fig. 5 Forage DD-1007

## FORAGE NO. 1008

Localisation: Sulina, Château d'eau.

Profondeur: 100,1 m

### Description:

De 0 à 1,1 m - sables fins, jaunes, à faune dulcicole; de 1,1 m à 6,1 m - argiles silteuses, plastiques, sombres, à fragments végétaux.

De 6,1 m à 15,2 m - sable gris, très fin, silteux en base, plus grossier vers le haut du complexe; de 13,2 m à 25,4 m - argile plastique sombre, à débris de faune marine.

Entre 25,4 m et 32,9 m - sable fin, gris, à intercalations argileuses, ayant deux niveaux fossilifères à faune marine caractéristique pour le stade nouveau de la Mer Noire :

- niveau de 25,8 – 26,8 m: *Chione gallina corrugatula* (Siem.), *Mytilus galloprovincialis* Lmk., *Cardium edule lamarki* Reeve, *Nassarius reticulatus* (L.).
- niveau de 30,7 – 31,4 m: *Chione gallina corrugatula* (Siem.), *Mytilus galloprovincialis* Lmk., *Nassarius reticulatus* (L.), *Dreissena polymorpha* (Pall.), *Ostrea* sp., *Pecten* sp., *Monodacna* sp., *Theodoxus* sp.

De 32,9 m à 45,2 m - une alternance des sables fins, silts et argiles, à faune dulcicole ou saumâtre indiquant un régime lagunaire-lacustre:

- niveau de 40,7 m : *Melanopsis acicularis* Fer., *Monodacna* sp., *Dreissena* sp.
- niveau de 43,8 – 45,0 m : *Corbicula fluminalis* Müll., *Monodacna* sp., *Dreissena* sp., *Cardiidae*.

De 45,2 m à 51,2 m - sable grossier à lamination oblique, caractérisé par une faune dulcicole-saumâtre : *Melanopsis esperi* Fer., *Tropidiscus planorbis* L., *Lithoglyphus naticoides* Pfeiff., *Viviparus* sp., *Dreissena* sp., *Cardiidae*. De 51,2 m à 54,6 m - sable jaunâtre à lamination parallèle, probablement marin. De 54,6 m à 62,6 m - argile sableuse jaunâtre ou sombre, à minces intercalations sableuses et débris de faune marine. On y trouve également des grès de plage entre 61,3 et 62,6 m.

De 52,6 m à 68,0 m - sable fin, gris-jaunâtre, à grès de plage et faune marine (à 66,5 m) : *Mytilus galloprovincialis* Lmk., *Chione gallina corrugatula* (Siem.).

De 68,0 à 87,6 m - sable grossier et cailloutis à lamination oblique et deux niveaux fossilifères à faune dulcicole :

- niveau de 77,3 m : *Lithoglyphus naticoides* Pfeiff., *Valvata piscinalis* Müll., *Cardiidae*.
- niveau de 81,0 - 84,0 m: *Melanopsis acicularis* Fer., *Lithoglyphus naticoides* Pfeiff., *Corbicula fluminalis* Müll., *Unio* sp., *Bulimus* sp., *Dreissena* sp.

De 87,6 m à 100,1 m - argiles sableuses compactes, jaunâtres, à intercalations fines sableuses et concrétions calcaires.

### Interprétation:

La partie inférieure du forage (87,6 – 100,1 m) se trouve dans le soubassement anté-quaternaire du delta.

La séquence grossière inférieure (68,0 – 87,6 m) à sables et cailloutis et lamination oblique représente le remplissage post-glacial, équivalent au stade néoeuxinien de la Mer Noire.

Cette séquence est surmontée par des dépôts sableux marins - littoraux (62,6 - 68,0 m); suivent des dépôts marins de faible profondeur, ayant une granulométrie plus fine (54,6 – 62,6 m) et de nouveau un faciès sableux littoral (31,2 – 54,6 m) qui, à sa partie supérieure semble être érodé par une séquence de remplissage de chenal (45,2 – 51,2 m). Tout ce complexe représente probablement l'équivalent de la transgression du stade ancien de la Mer Noire.

La séquence surjacente (32,9 – 45,2 m) montre un faciès lagunaire - lacustre, de, de plaine côtière, qui précède la transgression du stade nouveau de la Mer Noire. Cette transgression est représentée ici par le complexe sableux littoral inférieur (25,4 – 32,9 m) et par les dépôts marins de faible profondeur (13,2 - 25,4 m).

La régression phanagorienne de la Mer Noire fait recouvrir ces dépôts par un faciès sableux littoral (6,1 – 13,2 m) et ensuite par un faciès lacustre - marécageux.

## FORAGE NO. 1060

Localisation: Bras de Sulina, rive droite M.9

Profondeur: 85,2 m.

### Description:

De 0 à 2,2 m - seule fin, gris-jaunâtre; à 2,2 – 2,6 m une intercalation de tourbe; de 2,6 m à 3,5 m - argile sombre à débris végétaux.

De 3,5 m à 11,1 m - une séquence sableuse, sables fins ou sables siltitiques, gris - noirâtres, à fragments de coquilles narines.

De 11,1 m à 21,3 m - argile silteuse, noirâtre, à intercalations rares et minces de sable très fin. On y trouve également des débris d'une faune marine.

De 21,3 m à 24,5 m - sable fin, jaunâtre ou gris-verdâtre. Deux niveaux fossilifères à une faune marine caractéristique pour la stade nouveau de la Mer Noire:

- niveau de 21,5 m: *Chione gallina corrugatula* (Siem.), *Cardium edule lamarki* Reeve, *Mytilus galloprovincialis* Lmk., *Cerithium* sp.
- niveau de 23,0 m: *Chione gallina corrugatula* (Siem.), *Mytilus galloprovincialis* Lmk., *Pecten* sp., *Ostrea* sp.

De 24,5 m à 26,1 m - sable très fin, argileux, féridineux à faune dulcicole (à 25,0 m): *Melanopsis acicularis* Fer., *M. esperi* Fer., *Lithoglyphus naticoides* Pfeiff., *Valvata piscinalis* Müll., *Bythinia tentaculata* L., *Tropidiscus planorbis* L., *Theodoxus variabilis* L., *Dreissena polymorpha* (Pall.), *Monodacna* sp.

De 26,1 m à 58,7 m - une alternance de sables fins argileux et d'argiles silteuses sombres-noirâtres, parfois à taches férugineuses et débris organiques.

De 58,7 m à 73,2 m - sables grossiers gris, vers la base - cailloutis polygènes. On y trouve à trois niveaux une faune dulcicoles:

- niveau de 64,0 m: *Theodoxus fluviatilis* L., *Lithoglyphus apertus* Pfeiff., *L. naticoides* Pfeiff., *Corbicula fluminalis* Müll., *Viviparus* sp., *Unio* sp.
- niveau de 72,0 m: *Viviparus diluvianus* Kunth., *Viviparus* sp.
- niveau de 73,0 m: *Melanopsis esperi* Fer., *M.acicularis* Fer., *Lithoglyphus naticoides* Pfeiff., *Valvata piscinalis* Müll., *Bulimus* sp., *Viviparus* sp.

De 73,2 m à 85,2 m - argile rouge à concrétions calcaires et intercalations sableuses.

*Interprétation :*

La base du forage (73,2 - 85,2 m) se trouve dans le sous-bassement anté-quaternaire du delta.

Le complexe sableux - caillouteux inférieur (58,7 - 73,2 m) est un complexe de remplissage des vallées qui est équivalent au stade néoeuxinien de la Mer Noire.

Dans le forage no.1060 on ne peut pas reconnaître avec certitude la séquence correspondante à la transgression du stade ancien de la Mer Noire. Le complexe caillouteux inférieur est surmonté par des dépôts qui revêtent un faciès lagunaire - lacustre, de plaine côtière, étant caractérisés par une faune dulcicole (24,5 - 58,7 m).

Suit la transgression du stade nouveau de la Mer Noire, qui s'exprime par l'installation d'abord d'un faciès sableux - littoral (21,3 - 24,5 m) et ensuite d'un faciès plus fin de mer peu profonde (11,1 - 21,3 m).

La régression phanagorienne conditionne la réinstallation du faciès littoral de plage (3,5 - 11,1 m) et ensuite d'un faciès lacustre - marécageux à tourbe (0 - 3,5 m).

**FORAGE NO. 1009**

*Localisation:* Bras de Sulina, Crişan.

*Profondeur:* 77,7 m.

*Description :*

De 0 à 10,6 m - sables fins ou grossiers, à lamination parallèle et plusieurs niveaux fossilifères caractéristiques pour le stade nouveau de la Mer Noire :

- niveau de 5,0 - 6,0 m ; *Chione gallina corrugata* (Siem.), *Gastrana fragilis* (L.), *Mytilus galloprovincialis* Lmk., *Cardium edule lamarcki* Reeve, *Abra ovata* (Phil.), *Cerithiopsis* (C.) *tubercularis* (Mtg.), *Ostrea* sp.
- niveau de 7,0 — 8,0 m : *Cardium edule lamarcki* Reeve, *Mytilus galloprovincialis* Lmk., *Chione gallina corrugata* (Siem.), *Gastrana fragilis* (L.), *Nassarius reticulatus* (L.), *Gibbula* sp., *Ostrea* sp., *Donax* sp., *Cerithiopsis* sp.

- niveau de 9,0 – 10,0 m: *Cardium edule lamarcki* Reeve, *Mytilus galloprovincialis* Lmk., *Chione gallina corrugata* (Siema.), *Ostrea* sp., *Pecten* sp.

De 10,6 m à 26,4 m - argile silteuse ou sableuse sombre ou jaunâtre à intercalations minces de sable fin et fragments de coquilles.

De 26,4 m à 34,3 m - sables fins gris, jaunes à lamination parallèle ou subparallèle et faune marine: *Micromelania caspia* (Eichw.), *M.caspia lincta* Mil., *Eulimella (Ebal) nitidissima* (Mtg.), *Hydrobia (H.) ventrosa* (Mtg.), *Tricolia pulla* (L.), *Pisidium* sp., *Dreissena* sp., *Didacna* sp.

De 34,3 m à 43,2 m — sables argileux, jaunâtres plastiques, à faune saumâtre caractéristique pour un milieu lagunaire - lacustre: *Hydrobia* sp., *Dreissena* sp., *Viviparus* sp., *Cardiidae*.

De 43,2 m à 60,2 m - alternance de sables fins argileux et d'argiles silteuses ou sableuses sombres ou jaunâtres à fragments de coquilles de formes dulcicoles.

De 60,2 m à 75,4 m - sables et cailloutis à éléments de quartz. On y trouve deux niveaux fossilifères à une faune nettement dulcicole:

- niveau de 63,0 m: *Melanopsis acicularis* Fer., *Bythinia tentaculata* L., *Dreissena polymorpha* (Pall.), *Viviparus* sp.
- niveau de 63,0 - 69,0 m: *Viviparus diluvianus* Kunth., *Viviparus* sp., *Unio* sp.

De 75,4 m à 77,7 m - argile, faiblement sableuse, compacte, gris-jaunâtre, à concrétions calcaires.

*Interprétation:*

La base du forage (75,4 - 77,7 m) se trouve dans le sous-bassement anté-quaternaire, probablement villafranchien du delta.

La séquence grossière inférieure (60,2 – 75,4 m) à sables et cailloutis est une séquence de remplissage post-glacial, étant équivalente au stade néoeuxinien de la Mer Noire. L'alternance des sables et d'argiles surjacentes (43,2 - 60,2 m), ainsi que le strate de sable suivant (34,3 - 43,2 m) représentent un faciès lacustre - lagunaire, de plaine côtière, caractérisée par une faune dulcicole ou saumâtre.

Suit une séquence sableuse à faune marine (26,4 – 34,3 m) qui représente un faciès littoral et constitue le premier terme de la transgression du stade nouveau de la Mer Noire. Le développement de la transgression conditionne l'installation d'un faciès marin d'eau peu profonde (10,6 - 26,4 m).

La régression phanagorienne mène à la réinstallation du faciès littoral de plage représenté par des sables à faune marine (0 – 10,6 m).

## FORAGE NO. 1059

*Localisation:* Bras de Sulina, Furtuna - Şontea.

*Profondeur:* 72,1 m.

### *Description:*

De 0 à 1,3 m - sable fin, argileux, jaunâtre, à lamination oblique; de 1,3 m à 5,4 m - argile sableuse à la partie supérieure du paquet et sable argileux en base (à partir de 4,0 m).

De 5,4 m à 17,4 m - sable plus ou moins grossier à faune dulcicole: *Viviparus acerosus* Bourg., *Lithoglyphus naticoides* Pfeiff., *Lymnaea stagnalis* L., *Dreissena polymorpha* (Pall.).

De 17,4 m à 34,05 m - une séquence sableuse granoclassée. On y trouve des sables fins à la partie supérieure et des sables grossiers jaunâtres à concrétions calcaires à la base. On observe également une lamination oblique à grande échelle. Entre 22,0 m et 30,0 m une faune dulcicole: *Melanopsis esperi* Fer., *M. acicularis* Fer., *Lithoglyphus naticoides* Pfeiff., *Valvata piscinalis* Müll., *Viviparus* sp., *Dreissena polymorpha* (Pall.).

De 34,05 m à 42,8 m - argile gris-jaunâtre au début, argile silteuse à la base. Dans cet intervalle on rencontre des formes dulcicoles ou très euryhalines : *Valvata piscinalis* Müll., *Dreissena polymorpha* (Pall.), *Cardiidae*.

De 42,8 m à 72,1 m - un complexe de sables grossiers à galets et concrétions calcaires et des cailloutis polygènes. On observe une lamination oblique à très grande échelle. Un niveau fossilifère (54,0 – 66,0 m) caractérise le milieu comme étant fluviatile: *Viviparus acerosus* Bourg., *V. contectus* Mill., *V. diluvianus* Kunth., *Melanopsis esperi* Fer., *Tropidiscus planorbis* L., *Lithoglyphus naticoides* Pfeiff., *Unio* sp., *Cardiidae*.

### *Interprétation:*

Le forage No.1059 nous montre une succession de trois séquences de comblement de chenaux à développement presque complet et un granoclassement évident.

La séquence inférieure (34,05 - 72,1 m) nous l'avons attribué au remplissage post-glacial équivalent au stade néoeuxinien de la Mer Noire.

Les deux séquences surjacentes (17,4 - 34,05 m et 2,5 – 17,4 m) sont le résultat du processus de divagation fluviale dans une lagune ou étang à eau douce.

La succession finit par une séquence régressive non-marine très faiblement développée (0 - 2,5 m).

## FORAGE NO. 1001

*Localisation:* Bras de Sulina, Ceatal Sf. Gheorghe.

*Profondeur:* 61,6 m

### *Description:*

De 0 à 7,15 m une alternance de sables fins et argiles silteuses ou sableuses, jaunâtres, avec des taches férugineuses et faune d'eau douce:

- niveau de 3,5 m: *Tropidiscus planorbis* L., *Valvata piscinalis* Müll., *Lymnaea* sp.
- niveau de 6,0 m: *Lithoglyphus naticoides* Pfeiff.

De 7,15 m à 8,2 m - une couche de tourbe. De 8,2 m à 23,9 m - une séquence sableuse vers le haut, silteuse et même argileuse vers la base. Entre 10,0 et 19,0 m on trouve de nombreuses formes dulcicoles, parmi lesquelles les plus fréquentes sont: *Lithoglyphus naticoides* Pfeiff., *Viviparus acerosus* Bourg., *Valvata piscinalis* Müll., *Melanopsis esperi* Fer., *M. acicularis* Fer., *Bulimus* sp., *Unio* sp., *Dreissena polymorpha* (Pall.), *Ostrea* sp.

A 23,9 m on trouve une couche de tourbe de 0,4 m. De 24,3 m à 34,9 m - une séquence de sables médio-granulaires vers le haut et sables fins ou silt vers la base. A 29,7 – 30,3 m et 32,9 – 33,2 m des intercalations de tourbe. Le milieu de sédimentation est attesté par un niveau fossilifère à faune dulcicole (29,0 m): *Theodoxus fluviatilis* L., *Viviparus* sp., *Dreissena polymorpha* (Pall.).

De 34,9 m à 61,6 m — une séquence grossière à sables, gravier et cailloutis. On trouve une seule intercalation plus fine de silt sableux à 52,3 - 52,9 m. On observe également une lamination oblique à grande échelle. A 40,0 - 41,0 m - un niveau fossilifère à faune dulcicole: *Lymnaea stagnalis* L., *Stagnicola palustris* L., *Tropidiscus planorbis* L., *Lithoglyphus naticoides* Pfeiff., *L. apertus* Pfeiff., *Theodoxus fluviatilis* L., *Valvata piscinalis* Müll., *Dreissena polymorpha* (Pall.), *Unio* sp., *Adacna* sp.

### *Interprétation:*

La séquence grossière inférieure (34,9 – 61,6 m) représente une séquence de comblement équivalente au stade néoeuxinien de 1a Mer Noire. Elle est surmontée par une séquence régressive non-marine qui est caractérisée par la présence de plusieurs intercalations de tourbe. Au dessus on trouve une autre séquence régressive non-marine, le dernier terme de la quelle est une couche de 1,05 m de tourbe. Suit une séquence de remplissage de chenal ayant une épaisseur de 7,15 m, caractérisée par une lamination oblique évidente.

## DESCRIPTION DES COUPES

Les coupes I, II, III sont longitudinales (Fig. 2, 6); elles caractérisent la structure du delta dans la zone où son évolution a été la plus complète, c'est à dire dans la zone de développement du delta Sulina pendant la régression phanagorienne de la Mer Noire (Panin, 1974).

Sur toutes les coupes, construites d'après les données de forage, on peut reconnaître un soubassement des dépôts deltaïques formé par des argiles considérées villafranciliennes. Suit une séquence grossière (sables, graviers, cailloutis) qui représente le comblement post-glacial équivalent au stade néoeuxinien de la Mer Noire. Le toit de ces dépôts de remplissage a un faible pondage vers la mer, l'épaisseur des dépôts deltaïques surjacents étant plus importante dans la zone littorale du delta (50 - 70 m) que dans la zone interne où elle ne dépasse pas 30 - 40 m.

Nous croyons reconnaître dans la succession lithologique des dépôts deltaïques deux séquences marines transgressives. La première correspond au stade ancien de la Mer Noire et est reconnaissable dans la succession lithologique des forages No. 1007, 963, 1008, 2517 et 2518.

Au dessus des dépôts marins du stade ancien de la Mer Noire se trouvent des dépôts de plaine côtière, d'eau douce ou légèrement saumâtre. La deuxième séquence marine correspond à la transgression du stade nouveau de la Mer Noire. Elle commence par un faciès sableux inférieur qui marque l'installation d'un milieu littoral de plage. Ce faciès peut être reconnu dans les forages No. 1007, 963, 1061, 962, 976, 1008, 1060, 1009, 977, 2517, 2518, 2520. Le développement de la transgression repousse la zone littorale vers l'intérieur du delta et permet l'installation d'un faciès argileux à intercalations de silt et sable fin qui correspond à un milieu marin de faible profondeur. Ce faciès se rencontre dans les forages cités ci-dessus moins le No. 976 et 2520.

La régression phanagorienne de la Mer Noire conditionne le recul de la mer et, par conséquent, un nouveau passage en sens inverse cette fois, de la zone littorale. Au dessus de cette séquence littorale représentée par un faciès sableux, suivent des dépôts qui démontrent la réinstallation d'un milieu lacustre-marécageux.

La zone située à l'Ouest des forages No. 976, 977, 2520 n'a pas été atteinte par les transgressions holocènes de la Mer Noire. Les dépôts formés ici sont des dépôts de remplissage d'une lagune à eau douce ou légèrement saumâtre par les alluvions du fleuve. On y trouve des séquences de comblement de chenaux ou des séquences régressives non-marines. Une riche faune d'eau douce ainsi que plusieurs niveaux de tourbe attestent le caractère lacustre-lagunaire de ces dépôts.

## CONCLUSIONS SUR L'HISTOIRE QUATERNAIRE DU DELTA DU DANUBE

L'édifice deltaïque du Danube repose sur un soubassement antéquatenaire, représenté sur la majeure partie du delta par les « argiles rouges » villafranchiennes.

L'importante baisse du niveau des eaux pendant le stade néoeuxinien (Würm) a conditionnée une forte érosion sur le territoire du delta, érosion accompagnée par un surcreusement des vallées. Pendant la seconde partie du Néoeuxinien a eu lieu le remplissage de ces vallées par des dépôts grossiers – sables, graviers et cailloutis (Fig. 6).

L'édifice deltaïque proprement dit date depuis « l'époque de la Mer Noire » (Holocène).

On reconnaît dans la succession lithologique des dépôts deux épisodes marins transgressifs. Le premier correspond, probablement, au stade ancien de la Mer Noire, quand la mer atteignait une ligne située à quelques 10 – 15 km à l'Ouest de la côte actuelle. Le second correspond au stade nouveau de la Mer Noire, pendant lequel la mer pénétrait sur le territoire actuel du delta approximativement jusqu'à la limite Ouest formations d'accumulation Caraorman et Letea (25 - 30 Km Ouest de la côte actuelle). Entre ces deux épisodes on trouve des dépôts en faciès lagunaire-lacustre, de plaine côtière.

La régression phanagorienne conditionne le recul de la mer au delà des limites actuelles du delta et l'installation sur ce territoire d'un faciès lacustre-marécageux.

A l'Ouest de la limite extrême de pénétration de la mer pendant le stade nouveau de la Mer Noire, l'édifice deltaïque est constitué par des dépôts de remplissage d'une lagune à eaux douces ou légèrement saumâtres par les alluvions du fleuve. On y trouve des exemples typiques de séquences régressives non-marines ou de comblement de chenaux.

Notre analyse lithofaciale des données des forages exécutés sur le territoire du delta nous permet d'avancer l'hypothèse que les dépôts de l'édifice deltaïque du Danube sont exclusivement holocènes. Même si les transgressions plus anciennes de la Mer Noire ont pénétré sur le territoire du delta, la forte érosion conditionnée par la régression néoeuxinienne a probablement effacé presque toutes les traces de ces transgressions sur l'étendue du delta.

Il est intéressant de remarquer la ressemblance de la structure du delta du Danube avec la structure du delta du Rhône (Oomkens, 1967) d'une part, et celle des vallées de la côte caucasienne de la Mer Noire (Ostrovski, 1966, 1967) d'autre part. Ce fait constitue un argument de plus en faveur de l'hypothèse que nous venons de présenter ci-dessus.

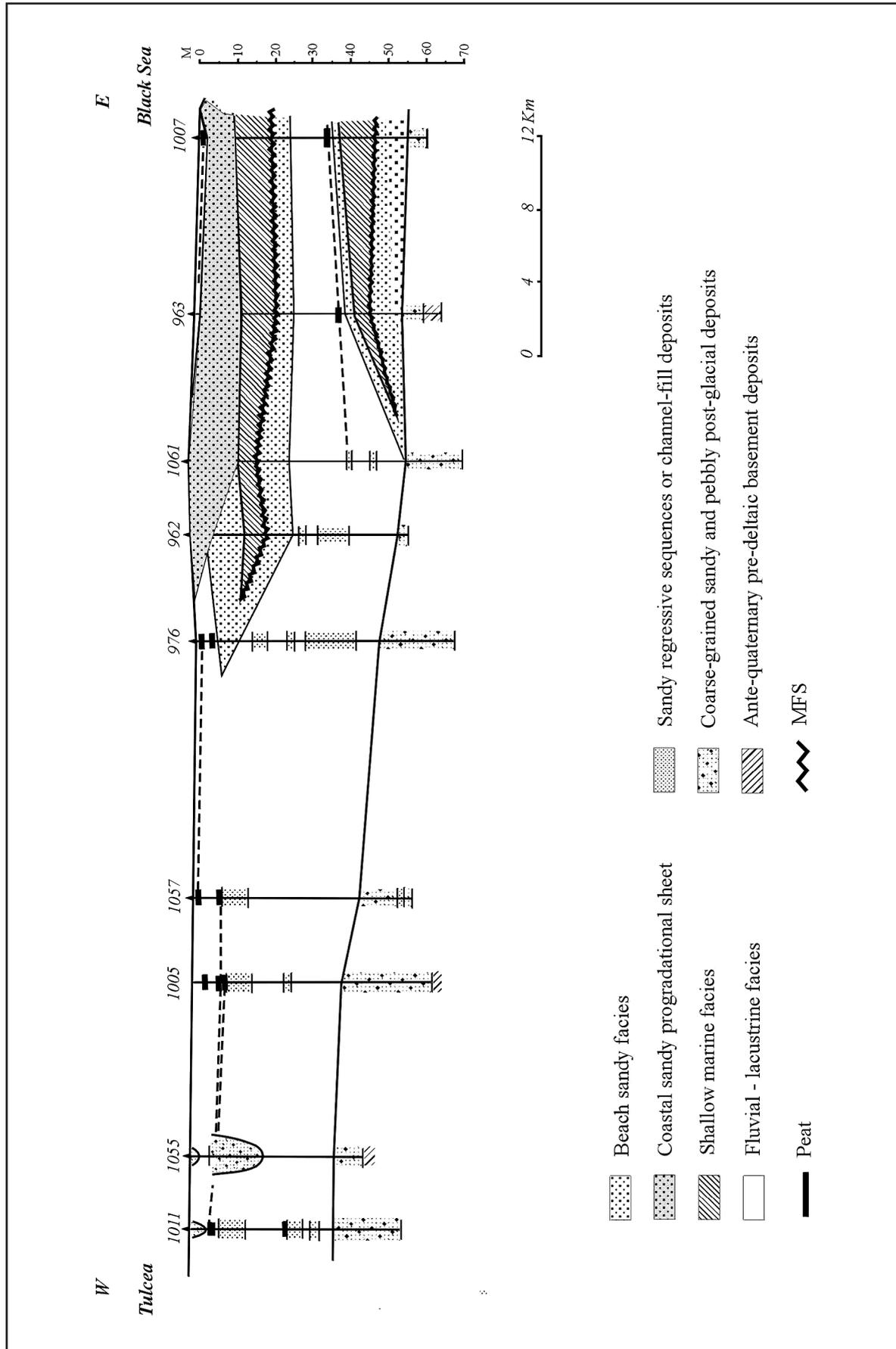


Fig. 6 Coupe géologique du delta du Danube montrant la succession des faciès sédimentaires

\* \* \*

L'article ci-dessus est écrit avant 1972, quand les connaissances sur les milieux deltaïques étaient au début de leur développement. La publication des données présentées dans l'article essaie de compléter l'image des travaux géologiques et sédimentologiques sur le Delta du Danube qui ont été menés dans les années 60 – 70 du dernier siècle. En plus, les descriptions et l'interprétation des forages exécutés sur le territoire du delta apportent des éléments supplémentaires sur la constitution géologique de l'édifice du Delta du Danube.

---

## REFERENCES

- ARKHANGELSKYI, A.D., STRAKHOV M.M., 1938. Geologiceskoe stroenie i istoria razvitiia Tchernogo Moria. *Isd-vo AN SSSR*, 226 pp.
- BATES, C.C., 1953. Rational Theory of Delta Formation. *Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol.*, 37, 9, p.2119-2162.
- GUILCHER, A., 1969. Pleistocene and Holocene Sea Level Changes. *Earth Sci. Rev.*, 5, p. 69-97.
- LANKFORD, R.R., SHEPARD F.P., 1960. Facies Interpretation in Mississippi Delta Borings. *Jour. of Geol.*, 68, 4, p. 408-426.
- LITEANU, E., PRICAJAN, A., BALTAC, G., 1961. Transgresiunile cuaternare ale Mării Negre pe teritoriul Deltei Dunării. *St. cerc. geol.*, 6,4, p. 743-762.
- LITEANU, E., PRICAJAN, A., 1963. Alcătuirea geologică a deltei Dunării. *Hidrobiologia*, 4, p. 57-80.
- MOORE, D., 1966. Deltaic Sedimentation. *Earth Sci. Rev.*, 1, 2-3, p. 87-104.
- OOMKENS, E., 1967. Depositional Sequences and Sand Distribution in a Deltaic Complex. *Geologie en Mijnbouw*, 46, 7, p. 265-278.
- OSTROVSKI, A.B., 1966. O stroenii pereuglublennâh rechinâh dolin na Tchernomorskom poberejie Kavkaza. *Dokl. AN SSSR*, 167, 6, p. 162-1364.
- OSTROVSKI, A.B., 1967. Reaessivnâe urovni Tchernogo Moria i sviazi ih s pereuglubleniem recinâh dolin Kavkazskogo poberezhia. *Izv. AN SSSR, Seria Geogr.*, 1, p. 30-40.
- PANIN, N., 1974. Evolutia deltei Dunării în timpul Holocenului. *Studii Tehnice si Economice*, Inst. Geol., Seria H – Studii Geol. Cuaternarului, 5, p. 107-121.
- SHEPARD, F.P., 1960. Mississippi Delta: Marginal Environments, Sediments and Growth. In: "Recent Sediments, Northwest Gulf of Mexico" Tulsa, Qkla., *Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol.*, p. 56-81.
- VISHER G.S., 1965. Use of vertical profile in environmental reconstruction. *Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol.*, 49, 1, p. 41-61.