



Available online at www.sciencedirect.com

SCIENCE @ DIRECT®

C. R. Geoscience 335 (2003) 907–916



Océanographie (Géologie marine)

La stratigraphie oligo-miocène et la surface d'érosion messinienne en mer Noire, stratigraphie sismique haute résolution

Hervé Gillet^{a,b,*}, Gilles Lericolais^b, Jean-Pierre Rehault^a, Corneliu Dinu^c

^a UMR 6538, Domaines océaniques, IUEM, Technopôle Brest-Iroise, 29280 Plouzané, France

^b Ifremer, Centre de Brest, DRO-GM, BP 70, 29280 Plouzané cedex, France

^c University of Bucharest, Faculty of Geology and Geophysics, Str. Traian Vuia nr. 6, sector 1, 70139 Bucharest, Roumanie

Reçu le 9 septembre 2002 ; accepté le 18 août 2003

Présenté par Jean Dercourt

Résumé

La stratigraphie des marges occidentales de la mer Noire est révisée à partir des données de sismique multitrace haute résolution des récentes missions franco-roumaines Blason 1 et 2. Les profils, calés par des forages pétroliers et DSDP, révèlent la présence de plusieurs discontinuités majeures, interprétées comme des surfaces d'érosion tertiaires. D'une part, la discontinuité sismique la plus marquée souligne la base des séries miocènes et correspond à une surface dite composite qui intègre plusieurs phases érosives successives de l'Oligocène au Pontien. D'autre part, une surface d'érosion messinienne est clairement mise en évidence en mer Noire. Nos résultats confortent l'hypothèse de Hsü [Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol. 29 (1979) 75–93], qui propose une chute majeure du niveau de la mer Noire au Messinien, parallèlement à la crise messinienne en Méditerranée.

Pour citer cet article : H. Gillet et al., *C. R. Geoscience* 335 (2003).

© 2003 Académie des sciences. Publié par Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Abstract

The Oligo-Miocene stratigraphy and the Messinian erosional surface in Black Sea, high-resolution seismic stratigraphy. The stratigraphy of the Black Sea western margin is revisited through seismic data acquired during two French-Romanian surveys. These data are calibrated by industrial and DSDP drillings; they display several major discontinuities regarded as Tertiary erosional surfaces. The major seismic discontinuity underlines the base of Miocene formations and corresponds to a composite surface including at least three erosional phases ranging from Oligocene to Pontian times. Moreover, a Messinian erosional surface is clearly identified. This is in agreement with the Hsü's proposition [Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol. 29 (1979) 75–93] suggesting a Messinian sea-level drop of Black Sea related to the Messinian Salinity Crisis described in the Mediterranean Sea. **To cite this article:** H. Gillet et al., *C. R. Geoscience* 335 (2003).

© 2003 Académie des sciences. Publié par Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots-clés : surface d'érosion ; Messinien ; mer Noire ; sismique haute résolution ; stratigraphie sismique

Keywords: erosional surface; Messinian; Black Sea; high-resolution seismic; seismic stratigraphy

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : hgillet@ifremer.fr (H. Gillet).

Abridged English version

1. Introduction

Most of the main central European rivers flow into the Black Sea. Although its northwestern margin, characterised by high sedimentation rates, represents the best sedimentary records, no absolute stratigraphy exists for this region. The responses of the Black Sea to the Tertiary, and particularly Messinian, global and nearby Mediterranean Sea level variations are still not clearly established. The Messinian desiccation of the Black Sea as proposed by Hsü [5] in the results of Leg DSDP 42B [13] was up to now still under discussion.

We present a high-resolution seismic stratigraphy study based on multichannel HR seismic data of recent Blason 1 and 2 IFREMER surveys correlated with Romanian industrial boreholes and with two of the DSDP 42B drillings. This study was performed in order to: (1) clarify the Oligo-Miocene stratigraphy of the western Black Sea and (2) provide new information on potential reaction of the Black Sea to the Mediterranean Messinian crisis.

2. Geological setting

The Black Sea, made up of two basins separated by a central structural high, is thought to result from the mainly Cretaceous back-arc extension associated with the northward subduction of the Tethys [2,3,8,10,12, 15]. Rifting was followed during Tertiary times by a compressive phase (uplift of the surrounding Alpine mountain ranges), which however barely affected offshore Romania [2,12].

Using the central Paratethyan stratigraphic scale (Fig. 2), Robinson et al. [12] drawn up a synoptic stratigraphy of the Romanian shelf. The basement is structured in tilted blocks infilled by Albian syn-rift sediments. They are draped by Late Cretaceous to Danian sediments and overlaid unconformably by a Middle Eocene series. The Oligocene series onlaps a significant Upper-Eocene erosional unconformity and is also unconformably overlaid by a thin Badenian–Sarmatian (Middle Miocene) unit. The top is bounded by an erosional surface. Above the Pontian (Late Miocene) layer, there is a sediment wedge overlaid unconformably by Plio-Quaternary clastic sediments.

It is particularly difficult to place the regional Paratethyan stratigraphy in a globally sequential stratigraphic framework and the correlation with the stratigraphy of the DSDP Leg 42B drillings is still not established [6].

Stromatolitic dolomite and clastic sediments deposited in very shallow water environment were recovered underneath the slope off the Bosphorus during this DSPD expedition (sites 380 and 381). Hsü and Giovanoli [5] have interpreted these data as the evidence of a Messinian sea-level drop of the Black Sea in response to the Messinian Salinity Crisis in Mediterranean. This has been supported by recent studies [1, 11], despite the correlative erosional surface was still not obviously determined.

3. Seismic and drilling data

The studied seismic profiles were recorded during BLASON 1 and 2 surveys (1998, 2002) conducted by the French Research Institute IFREMER in a joint research program between France and Romania. More than 9000 km of High Resolution (HR) multichannel seismic profiles were shot across the Western Black Sea (Fig. 1).

These data were correlated with 23 industrial drillings (PETROM company) realized on the Romanian shelf and with the DSDP 42B drillings 380 and 381 located on the Turkish slope off the Bosphorus. The correlation of the two type of data required the conversion from boreholes depth data to two way travel time. Particularly, for the Romanian drill holes this correlation is based on seismic stack velocity, when it is obtained from measured velocities on cores for the correlation with DSDP 380 and 381 sites.

4. Results

The Blason seismic profiles display several major discontinuities regarded as Tertiary erosional surfaces.

On the inner Romanian shelf, the strong amplitude D–E and E–O reflectors correspond to the Danian–Eocene and Eocene–Oligocene erosional phases, respectively.

The above discontinuity MU, identified over the entire Romanian shelf, is characterised by a reflector having strong amplitude and very good lateral continuity. It defines the base of the Miocene series and

corresponds to a composite erosional surface made of the combination of three erosional phases.

The Oligocene–Badenian limit is underlined by the continuous and strong amplitude O–B reflector. It corresponds to an erosional surface marked by many secondary order incisions. This erosional surface is reworked landward by two successive planation surfaces marked by the S–P and IPU reflectors. The S–P reflector corresponds to the Sarmatian–Pontian erosional phase and IPU is an intra-Pontian erosional surface (Figs. 3 and 4A). They altogether form the MU composite erosional surface.

These seismic profiles display in a seaward direction on the Romanian shelf a peculiar discontinuity (IPU.bis) underlined in the last Pontian deposits (Fig. 4A). This low-energy and discontinuous reflector is marked by erosional truncations and an acoustic facies contrast. It corresponds to an erosional surface with singular deep local incisions (more than 500 m).

Under the slope off the Bosphorus (Fig. 4B), the top of the Messinian detritico-evaporitic unit recovered in the DSDP drillings is correlated with a distinct erosional surface (M reflector). This Messinian erosional surface reaches exceptional depth below the sediments deposited on the slope (more than 800 m).

5. *The Oligo-Miocene stratigraphy of western Black Sea*

The high-resolution seismic data provide further detailed information to the previous Robinson [12] study, notably on the Oligo-Miocene stratigraphy.

The MU seismic discontinuity underlines the top of Miocene series. This composite erosional surface results from the Oligocene–Badenian erosional surface (O–B reflector) reworked by two posterior erosional phases (S–P and IPU reflectors).

We propose that the Chattian to Langhian global sea level falls [4] would be responsible of the 12-Myr hiatus marked by the O–B erosional surface.

The erosional surface (S–P reflector) at the top of the Sarmatian layer suggests a sea level drop-fall. This evidence seems not to be strong enough to witness a Late Sarmatian Black Sea Dessication, as proposed by Kojumdjieva [7].

The new discovered IPU planation surface may be related to a transgressive phase.

6. *The Messinian erosional surface*

Most of the authors consider the regional Pontian stage as the equivalent of the Messinian stage (Fig. 2). According to the drillings dating, the deep Pontian incisions (IPU.bis) under the Romanian shelf and the Messinian erosional surface (M) drawn upon the Turkish slope are coeval (Fig. 4). Correlation of this M erosional surface with the top of the DSDP drilling Messinian detritico-evaporitic unit suggests an subaerial origin. The deep basinward extension of the M erosional surface and the depth of the coeval IPU.bis incisions are interpreted as the second evidence of an outstanding Messinian sea-level drop of the Black Sea in relation with the Mediterranean Messinian salinity crisis, as proposed by Hsü [5].

7. *Conclusion*

This high-resolution seismic stratigraphy study provides new major information to the Oligo-Miocene Black Sea stratigraphy and to the scientific debate concerning the Messinian event in the Black Sea.

The base of the Miocene series are underlined by the main seismic discontinuity MU, which corresponds to a composite erosional surface resulting in successive erosional phases ranging from Chattian to Low Pontian period. The usefulness of high resolution seismic is demonstrated here, since it reveals new Pontian discontinuities (IPU and IPU.bis).

The Messinian erosional surface is obviously identified on two distinct margins of the Western Black Sea. It correlates with the top of the DSDP 42B drilling detritico-evaporitic unit recovered on the Turkish slope. This discovery supports the Hsü assumption [5] stating a Messinian sea level drop of the Black Sea in reaction to the Mediterranean Messinian event.

1. **Introduction**

La plate-forme roumano-ukrainienne, au nord-ouest de la mer Noire, constitue le dépôt-centre de certains des principaux fleuves d'Europe centrale, dont le Danube. Siège d'une forte sédimentation, cette plate-forme représente une zone privilégiée pour l'enregistrement des processus sédimentaires. Pourtant, la stratigraphie absolue de cette zone reste floue. Pour le Ter-

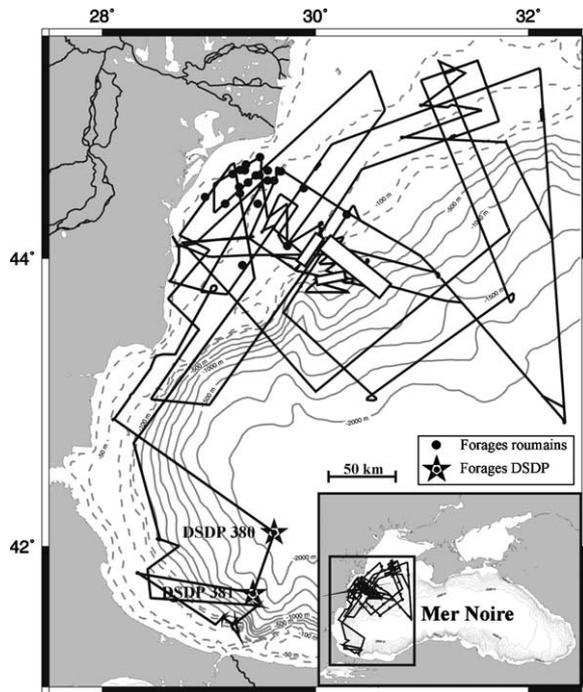


Fig. 1. Position des profils des missions BLASON 1 et 2, des forages offshore roumains et des forages du leg DSDP 42B en mer Noire.

Fig. 1. Position of the BLASON seismic surveys, Romanian offshore boreholes and leg DSDP 42B drillings sites in Black Sea.

tiaire, les réponses du bassin euxinique (mer Noire) aux variations du niveau marin global et de la Méditerranée voisine, en particulier au Messinien, sont encore mal établies. Faute de mise en évidence d'une surface d'érosion messinienne dans ce bassin, la manifestation de l'événement messinien en mer Noire, proposé par Hsü [5] lors des découvertes du Leg DSDP 42B en 1975 [13], n'a jusqu'à aujourd'hui jamais été clairement démontrée.

L'étude de stratigraphie sismique présentée ici est basée sur l'analyse des données sismiques multitraces haute résolution (HR) des récentes missions Blason 1 et 2 de l'Ifremer. Elle s'appuie sur la corrélation des ces données avec des forages industriels roumains et deux des forages du Leg DSDP 42B. Cette étude permet (1) d'affiner la stratigraphie de l'Oligocène et du Miocène en mer Noire occidentale et (2) d'apporter des éléments nouveaux sur la signature érosive de l'hypothétique réponse de la mer Noire à la crise messinienne en Méditerranée.

2. Contexte tectonique et stratigraphique

La mer Noire, constituée de deux bassins séparés par un seuil structural central, résulterait d'une extension arrière-arc associée à la subduction mésozoïque de l'océan Téthys sous le continent eurasiatique [2,3,8,10,12,15]. Ce *rifting* a été suivi, au Tertiaire, d'une phase de compression régionale résultant des collisions de fragments continentaux entraînés par la convergence Afrique–Eurasie. La plate-forme roumano-ukrainienne, contrairement aux marges turques et bulgares, n'aurait été que très peu affectée par ce dernier épisode tectonique [2,12].

Le Bassin euxinique (mer Noire) constituait la partie centrale de la Paratéthys. Ce vaste bassin intracontinental fut régulièrement déconnecté de l'océan mondial au Cénozoïque, privilégiant le développement de faunes et de flores endémiques qui rendent la corrélation entre les échelles stratigraphiques méditerranéenne et paratéthysienne particulièrement difficile [6]. La Fig. 2 présente une compilation [9] des plus récentes propositions de corrélation entre ces deux échelles stratigraphiques.

Robinson [12] propose un schéma stratigraphique synoptique de la marge roumaine, basé sur l'échelle paratéthysienne. Le socle constitué de blocs basculés supporte les sédiments syn-rift d'âge Jurassique supérieur à Crétacé supérieur, eux-mêmes drapés par des sédiments d'âge Crétacé supérieur à Danien (Paléocène inférieur). Le Paléocène supérieur et l'Éocène inférieur correspondent à un hiatus et les épaisses séries de l'Éocène moyen recouvrent en discordance les dépôts du Paléocène inférieur. L'unité transgressive oligocène repose sur une surface d'érosion fini-éocène marquée et est recouverte en discordance par une fine séquence détritique d'âge Badénien à Sarmatien (Miocène moyen). Cette séquence est limitée à son toit par une surface d'érosion au-dessus de laquelle se sont mises en place les séries pontiennes (Miocène supérieur), elles-mêmes recouvertes en discordance par les dépôts détritiques plio-quatérnaires.

Jones et Simmons, dans leur tentative de corrélation entre les échelles stratigraphiques méditerranéenne et paratéthysienne [6], soulignent les lacunes concernant la stratigraphie fine post-oligocène en mer Noire et, en particulier, la difficulté de corrélation entre la stratigraphie établie d'après les forages du Leg DSDP 42B et la stratigraphie des marges de la Paratéthys centrale.

Era	System	Series		Stages	Regional stages	Ma	
		Epoch					
CENOZOIC	NEOGENE	QUATERNARY					1.75
		Plio.	Ceolalian	Romanian		3.40	
			Zanclean	Dacian		5.30	
		Miocene	Messinian	Pontian		7.30	
			Late	Tortonian	Maeotian		11.0
					Sarmatian		
		Midl.	Serravalian	Badenian		14.3	
			Langhian			15.8	
		Early	Burdigalian		Maykopian	20.3	
			Aquitanian			23.5	
	Oligo.	Late	Chattian		28.0		
		Early	Rupelian		33.7		
	PALEOGENE	Eocene	Late	Priabonian	37.0		
				Bartonian	40.0		
		Midl.	Lutetian	46.0			
		Early	Ypresian	53.0			
		Paleo.	Late	Thanetian			
			Selandian				
	Early		Danian		65.0		

Fig. 2. Échelle stratigraphique de la plate-forme roumano-ukrainienne (mer Noire), corrélation des étages tertiaires avec les étages paratéthysiens, compilation d'après Meulenkamp et Sissingh [9].

Fig. 2. Stratigraphic chart for Romanian shelf (Black Sea). Correlation of Tertiary epochs and ages with Paratethys regional (sub)stages after Meulenkamp and Sissingh [9].

Ce leg DSDP mené en mer Noire en 1975 a permis la découverte, au niveau du talus au large du Bosphore (forages 380 et 381), d'une unité lithologique particulière, constituée de brèches et de stromatolites dolomitiques caractérisant un milieu de dépôt peu profond (supratidal) évaporitique. Ceci a été interprété par Hsü et Giovanoli [5] comme la signature évaporitique d'une chute majeure du niveau de la mer Noire en réponse à la crise de salinité messinienne (MSC) en Méditerranée. Cette hypothèse a récemment été étayée par les travaux de Clauzon et al. [1] et de Popescu et Ryan [11]. Cependant, alors qu'il est avéré que la MSC a fait l'objet d'un double enregistrement (évaporites et surface d'érosion) en Méditerranée, l'enregistrement érosif de cet événement n'avait jamais encore été clairement mis en évidence en mer Noire.

3. Les données

Les campagnes Blason 1 et 2, menées en 1998 et 2002 par l'Ifremer dans le cadre d'une coopération franco-roumaine, ont permis d'acquérir plus de 9000 km de profils de sismique réflexion multitraces (24 traces de 12,5 m) haute résolution (HR) au niveau du plateau occidental (de la Turquie à l'Ukraine) et de l'éventail profond du Danube (Fig. 1). Ces données, alliant haute résolution (10–15 ms) et pénétration convenable (jusqu'à plus de 1500 ms), ont été traitées au centre Ifremer de Brest (France) à l'aide du logiciel Promax (Landmark).

Elles sont corrélées, sur la marge nord-ouest de la mer Noire, avec des forages d'exploration *offshore* roumains (compagnie PETROM) et, au niveau du talus au large du Bosphore, avec les forages des sites DSDP 380 et 381 (Fig. 1). Pour les 23 forages roumains utilisés, nous disposons des logs stratigraphiques et, pour quelques-uns, de l'équivalence profondeur/temps de trajet, calculée d'après les vitesses mesurées in situ. Nous avons ainsi pu comparer les temps de trajet dans ces puits avec ceux issus de l'analyse de vitesse des profils sismiques Blason. L'écart absolu moyen observé est de 6%. Il n'entraîne pas d'erreur appréciable et valide nos vitesses de *stack*. Afin de faciliter les corrélations entre l'ensemble des données sismique disponibles (données Blason 1 et 2, profils de la littérature et anciens profils d'exploration), nous avons travaillé pour cette étude en profondeur-temps (mstd). La corrélation des profils sismiques avec les forages a donc nécessité la conversion des données de profondeur des forages en mètres (m) en millisecondes temps double (mstd), en utilisant, pour les forages roumains, l'analyse de vitesses faite sur les profils sismiques les traversant.

Le calage des données DSDP avec la sismique Blason est fondé sur les vitesses mesurées sur échantillons du site 380, interpolées d'après la lithologie au site 381.

4. Les résultats

Notre interprétation des profils sismiques repose sur la reconnaissance des différents faciès acoustiques et sur l'identification et l'analyse des limites des unités sismiques. Ce travail, couplé au calage par corrélation entre les deux types de données (profils/forages), a

permis de mettre en évidence plusieurs discontinuités majeures au niveau du plateau roumain et de la pente au large du Bosphore.

Sous le plateau interne roumain, on distingue en profondeur les réflecteurs D–E et E–O (Fig. 3). Leur forte amplitude contraste avec le faciès acoustique environnant. La discontinuité D–E correspond à une surface d'érosion qui matérialise la limite Danien–Éocène (60–53 Ma). Le réflecteur est–ouest marque la séparation entre les unités éocènes et oligocènes (36–33 Ma). Il correspond à la surface d'érosion qui marque la base d'un large thalweg comblé, orienté NW–SE, incisant profondément la plate-forme roumaine : la dépression d'Istria.

Au-dessus, la discontinuité sismique MU se distingue par son amplitude et sa continuité latérale. Elle est soulignée par de nombreuses hyperboles de diffraction et un fort contraste des faciès sismiques. Cette dis-

continuité, identifiée à l'échelle du plateau roumain, définit la base des séries miocènes. Elle a la particularité de correspondre à une surface d'érosion composite issue de la combinaison des trois phases d'érosion décrites ci-après.

La limite Oligocène–Badénien (28–15,8 Ma) est soulignée par le réflecteur O–B de très forte impédance et très bonne continuité, interprété comme une surface d'érosion majeure. Celle-ci définit une cuvette large de plusieurs dizaines de kilomètres et de plus de 500 m de profondeur, qui s'inscrit dans l'axe de la dépression d'Istria. Cette surface d'érosion se caractérise par de nombreuses incisions secondaires très marquées, de quelques dizaines à plus de 100 m de profondeur.

En amont de cette cuvette, le réflecteur O–B est repris tangentiellement par une surface d'érosion relativement plane. Cette surface est soulignée par le réflec-

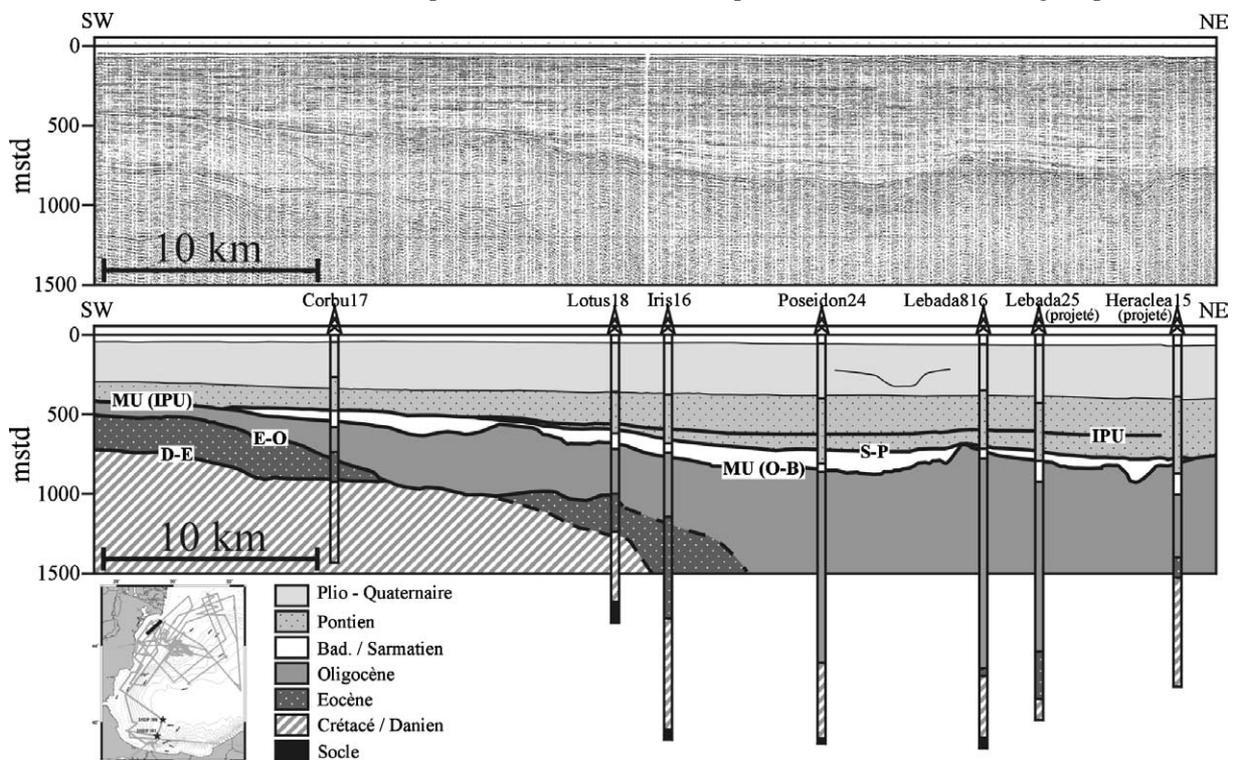


Fig. 3. Interprétation du profil sismique b080. Surfaces d'érosion : D–E = limite Danien–Éocène, E–O = limite Éocène–Oligocène, O–B = limite Oligocène–Badénien/Sarmatien, S–P = limite Sarmatien–Pontien, IPU = première discontinuité intra-pontienne. Échelle verticale en ms temps double (mstd).

Fig. 3. Seismic line b080 and interpretation. Erosional surfaces : D–E = Danian–Eocene limit, E–O = Eocene–Oligocene limit, O–B = Oligocene–Badenian limit, S–P = Sarmatian–Pontian limit, IPU = first Intra-Pontian Unconformity. Vertical scale is Two Way Travel Time (TWTT) in ms.

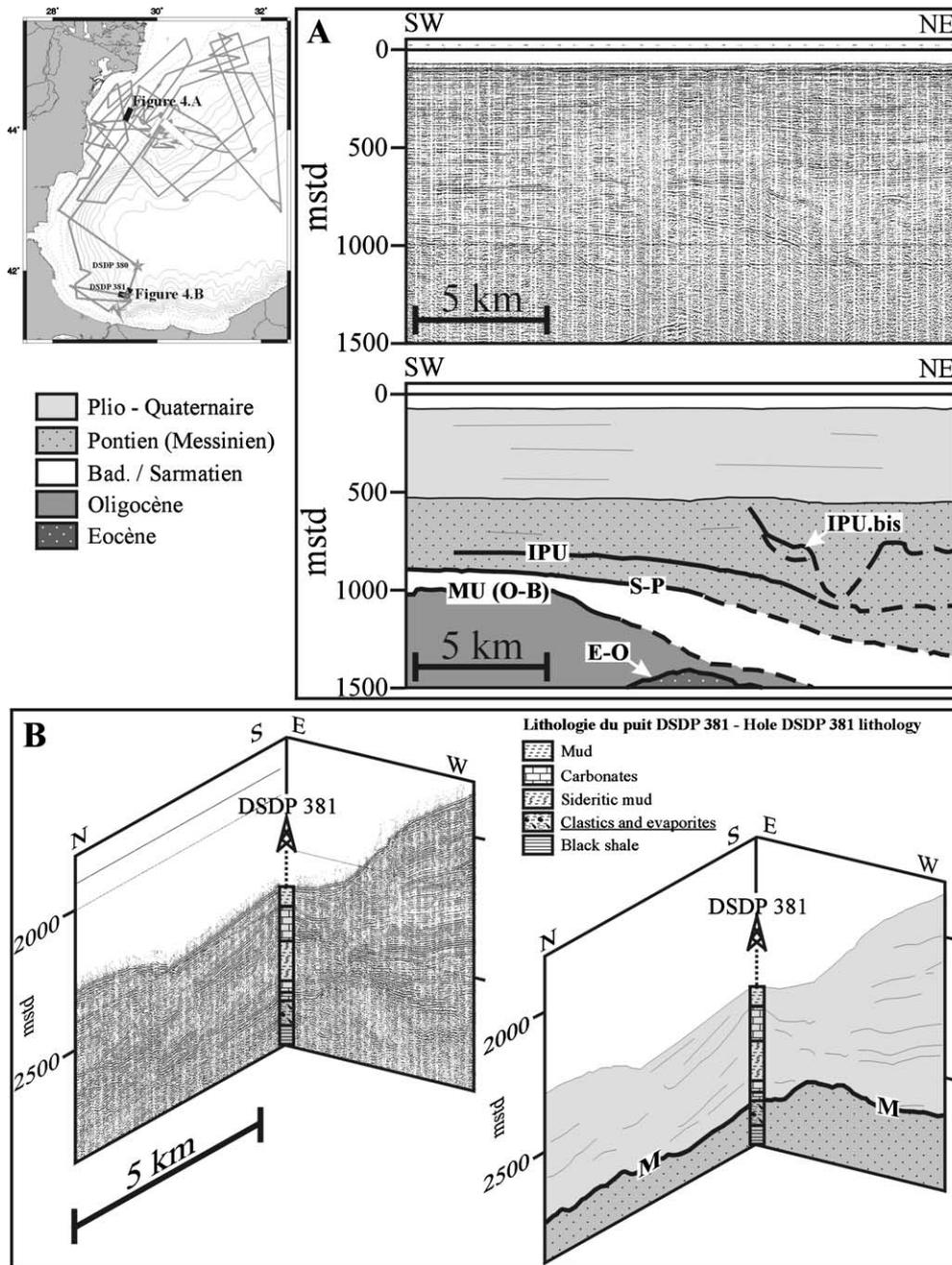


Fig. 4. La surface d'érosion messinienne. **A.** Interprétation du profil sismique b010 (plateau romain). IPU.bis = incisions messiniennes. **B.** Calage des profils b2050 et 051 avec le forage DSDP 381 (pente turque). M = surface d'érosion messinienne. Échelle verticale en ms temps double (mstd).

Fig. 4. Messinian erosional surface. **A.** Seismic line b010 and interpretation (Romanian shelf). IPU.bis = Messinian incisions. **B.** Seismic line b2050 and 051 correlated with DSDP 381 drilling (Turkish slope). M = Messinian erosional surface. Vertical scale is Two Way Travel Time (TWTT) in ms.

teur S–P, qui marque la discordance entre la fine séquence d'âge Badénien–Sarmatien qui comble le bassin et les épaisses séries pontiennes sus-jacentes (limite entre 10 et 7,3 Ma).

Au sein des séries pontiennes (7,3–5,3 Ma) se localise le réflecteur IPU (Figs. 3 et 4A), assez énergétique et continu, qui, comme le réflecteur S–P, correspond à une surface d'aplanissement caractérisée par un taux d'incision faible. En position proximale, cette surface reprend systématiquement les discontinuités sous-jacentes (S–P et O–B) et met un terme à la succession d'érosions à l'origine de la surface composite MU.

Toujours sous le plateau roumain (Fig. 4A), on distingue, dans la partie supérieure des formations pontiennes, une discontinuité singulière. Elle est soulignée par le réflecteur IPU.bis, peu marqué et très discontinu. La surface d'érosion à laquelle elle correspond est essentiellement révélée par des tronçures d'érosion et un contraste acoustique. Cette surface se caractérise localement par de remarquables et profondes incisions (500 m et plus), d'extensions latérale et amont restreintes, comblées par des séries progradantes datées d'après les forages roumains du Pontien terminal. Du fait de sa discontinuité, il est difficile d'appréhender cette surface à l'échelle de la plate-forme.

Sur le versant opposé du bassin, sous la pente au large du Bosphore, le toit de l'unité reconnue dans les deux sites de forages DSDP 380 et 381 et caractérisant un milieu de dépôt supratidal-évaporitique daté du Messinien [5,11], se corrèle sur nos données sismiques avec une surface d'érosion marquée (Fig. 4B). Cette discontinuité érosive, soulignée par le réflecteur M de forte amplitude, matérialise donc la limite Messinien–Pliocène. Elle a la particularité de s'étendre jusqu'à des profondeurs bien supérieures à l'amplitude connue des variations du niveau marin en général (352 m sous la pente au site 380 et 864 m sous les sédiments en pied de pente au site 380).

5. Le point sur la stratigraphie oligo-miocène en mer Noire occidentale

Ces résultats se corrèlent avec le schéma stratigraphique proposé par Robinson [12]. En effet, au travers des réflecteurs D–E, E–O, O–B et S–P, nous avons

identifié l'ensemble des discordances d'âge Paléocène à fini-Sarmatien décrites par cet auteur.

Au-delà de la confirmation de certains résultats de travaux antérieurs, cette étude apporte des précisions plus spécifiques sur l'Oligocène et le Miocène en mer Noire occidentale.

Nous montrons que la base du Miocène, soulignée par la discontinuité sismique la plus marquée (MU), correspond à une surface d'érosion dite composite, issue de la reprise successive de la surface d'érosion de la limite Oligocène–Badénien (réflecteur O–B) par deux phases d'érosion postérieures (réflecteurs S–P et IPU).

La surface d'érosion marquée par le réflecteur O–B correspond à un hiatus couvrant une période allant de la fin du Rupélien (28 Ma) jusqu'au Badénien (15,8 Ma), soit plus de 12 Ma. Il est difficilement envisageable qu'un tel hiatus résulte d'un seul épisode érosif. C'est pourquoi nous proposons que cette surface corresponde elle-même au remodelage d'une surface d'érosion par une ou plusieurs phases d'érosion postérieures. Dans l'hypothèse d'une connexion de la mer Noire avec l'océan mondial à cette époque, cette surface pourrait résulter des chutes eustatiques globales successives intervenues à 30 Ma (Chattien), à 16,5 puis 15,5 Ma (Burdigalien et Langhien) proposées par Haq [4].

Le toit du Sarmatien (réflecteur S–P) correspond à une surface d'érosion dont l'extension régionale est limitée par la discontinuité sus-jacente, IPU. Kojumdgieva [7] propose que la mer Noire se serait asséchée au Sarmatien terminal (10,3 Ma). La discontinuité S–P témoigne d'une chute du niveau marin entre 10,3 et 7,3 Ma (Fig. 2), sans confirmer l'hypothèse d'une dessiccation totale à cette époque.

La discontinuité IPU au sein du Pontien, n'avait jamais encore été mise en évidence. Il s'agit d'une surface d'aplanissement dont l'origine pourrait être transgressive.

6. La surface d'érosion messinienne en mer Noire

La plupart des auteurs considèrent le Pontien de l'échelle stratigraphique paratéthysienne comme l'équivalent du Messinien (Fig. 2). Ainsi, les forages roumains et DSDP montrent que les profondes incisions fini-pontiennes au niveau du plateau roumain

(IPU.bis) et la surface d'érosion messinienne (M) sous la pente turque sont contemporaines (Fig. 4). La surface d'érosion messinienne M se corrèle avec le toit de l'unité des forages DSDP, caractérisant un milieu de dépôt supratidal-évaporitique. Une origine aérienne serait donc à privilégier pour cette surface. Par ailleurs, les marges turques et roumaines sont considérées comme stables d'un point de vue tectonique à l'échelle des cinq derniers millions d'années [5,12, 13]. Le prolongement, jusqu'en pied de pente turque, de la surface d'érosion messinienne M ainsi que la profondeur des incisions contemporaines IPU.bis sous le plateau roumain témoignent donc d'une chute du niveau marin d'ampleur exceptionnelle ayant affecté l'ensemble de la mer Noire à la fin du Messinien. Nous proposons que ces marques d'érosion constituent les traces de la surface d'érosion messinienne en mer Noire. Dans cette hypothèse, le remplissage pontien terminal des incisions IPU.bis confirmerait, par analogie avec le remplissage zancéen des rias messiniennes méditerranéennes [1], le débordement de cet étage de la Paratéthys centrale dans le Zancéen (Pliocène inférieur) de l'échelle méditerranéenne, comme l'ont proposé plusieurs auteurs [1,12,14].

7. Conclusion

Cette étude de stratigraphie sismique haute résolution permet de préciser la stratigraphie oligo-miocène de la mer Noire. La base du Miocène est soulignée par la discontinuité sismique la plus marquée (MU), qui correspond à une surface d'érosion dite composite résultant de chutes eustatiques successives majeures, du Chattien au Pontien. Les surfaces d'érosion associées aux deux dernières de ces chutes (réflecteurs S-P et IPU, respectivement fini-Sarmatien et intra-Pontien) s'individualisent cependant en position distale.

Ces résultats apportent, par ailleurs, de nouvelles informations nécessaires à l'avancement du débat scientifique ouvert voilà plus de deux décennies à propos de la manifestation de la crise messinienne en mer Noire. En effet, les profondes incisions fini-pontiennes au niveau du plateau roumain (IPU.bis) et la surface d'érosion messinienne corrélée avec les forages DSDP dans la pente turque sont contemporaines et attestent une chute exceptionnelle du niveau marin de la mer Noire au Messinien, en réponse à la crise de salinité

en Méditerranée. Les résultats de cette étude vont dans le sens de l'hypothèse de Hsü [5] et montrent que cet événement a fait l'objet, comme en Méditerranée, d'un double enregistrement en mer Noire, dépôts détritico-évaporitiques dans le bassin et surface d'érosion sur les marges.

Références

- [1] G. Clauzon, J.-P. Suc, S.M. Popescu, M. Marunteanu, J.-L. Rubino, F. Marinescu, D. Jipa, Influence of the Mediterranean Sea Eustasy over the Dacic Basin (Central Paratethys) in the Late Neogene, in : S.M. Popescu (Ed.), *Végétation, climat et cyclostratigraphie en Paratéthys centrale au Miocène supérieur et au Pliocène inférieur d'après la palynologie, thèse 3^e cycle, université Claude-Bernard-Lyon-1*, 2001, pp. 32–68.
- [2] I. Finetti, G. Bricchi, A. Del Ben, M. Pipan, Z. Xuan, Geophysical study of the Black Sea, *Boll. Geof. Teor. Apl.* 30 (117–118) (1988) 197–324.
- [3] N. Görür, Timing of opening of the Black Sea basin, *Tectonophysics* 147 (1988) 247–262.
- [4] B.U. Haq, J. Hardenbol, P. Vail, Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic, *Science* 235 (1987) 1156–1167.
- [5] K.J. Hsü, F. Giovanoli, Messinian event in the Black Sea, *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 29 (1979) 75–93.
- [6] R.W. Jones, M.D. Simmons, A review of the stratigraphy of the Eastern Paratethys (Oligocene-Holocene), with particular emphasis on the Black Sea, in : A.G. Robinson (Ed.), *Regional and petroleum geology of the Black Sea and surrounding region*, AAPG Mem., 1997, pp. 39–52.
- [7] E. Kojumdjieva, Paleogeographic environment during the desiccation of the Black Sea, *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 43 (1983) 195–204.
- [8] J. Letouzey, B. Biju-Duval, A. Dorkel, R. Gonnard, K. Kristchev, L. Montadert, O. Sungurlu, The Black Sea: a marginal basin; geophysical and geological data, in : B. Biju-Duval, L. Montadert (Eds.), *International Symposium on the Structural History of the Mediterranean Basins*, Technip, Paris, 1977, pp. 363–376.
- [9] J.E. Meulenkanp, W. Sissingh, Tertiary, in : S. Crasquin (Ed.), *Atlas Peri-Tethys, Palaeogeographical maps – Explanatory notes*, CCGM/CGMW, Paris, 2000, pp. 153–154.
- [10] A.I. Okay, A.M.C. Sengör, N. Görür, Kinematic history of the opening of the Black Sea and its effect on the surrounding regions, *Geology* 22 (1994) 267–270.
- [11] S.M. Popescu, W.B.F. Ryan, Messinian and Lower Pliocene environments in the southwestern Black Sea region from high-resolution palynology of the DSDP site 380A (Leg 42B), in : S.M. Popescu (Ed.), *Végétation, climat et cyclostratigraphie en Paratéthys centrale au Miocène supérieur et au Pliocène inférieur d'après la palynologie, thèse 3^e cycle, université Claude-Bernard-Lyon-1*, 2001, pp. 157–182.
- [12] A.G. Robinson, J.H. Rudat, C.J. Banks, R.L.F. Wiles, Petroleum geology of the Black Sea, *Mar. Pet. Geol.* 13 (2) (1996) 195–223.

- [13] D.A. Ross, Summary of results of Black Sea drilling, in: D.A. Ross, Y.P. Neprochnov (Eds.), *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, 42 (part 2), US Govt Printing Office, Washington, DC, 1978, pp. 1149–1178.
- [14] E. Snel, M. Marunteanu, R. Macalet, J.E. Meulenkanp, Late Miocene–Early Pliocene chronostratigraphic framework for the Dacic basin, Romania, in: in 11th Congr. Regional Committee on Mediterranean Neogene Stratigraphy, Fes, 2000.
- [15] L.P. Zonenshain, X. Le Pichon, Deep basins of the Black Sea and Caspian Sea as remnants of Mesozoic back-arc basins, *Tectonophysics* 123 (1986) 181–211.