

LA GÉOLOGIE SOUS-MARINE DE LA MER LIGURE: UNE SYNTHÈSE

Giuliano Fierro¹, Nicola Corradi^{1*}, Francesco Fanucci², Marco Ferrari¹, Marco Firpo¹, Roberta Ivaldi³, Mauro Piccazzo¹ et Ileana Balduzzi¹

(1) *Dip.te.Ris., Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle Sue Risorse, Università degli Studi di Genova, C.so Europa 26, Genova, Italia*

(2) *Dipartimento di Geoscienze, Università degli Studi di Trieste, Via Weiss 2, Trieste*

(3) *Istituto Idrografico della Marina, Passo dell'Osservatorio 4, Genova*

* *Auteur correspondant. E-mail: corradi@dipteris.unige.it*

Résumé

La quantité considérable de données géophysiques, sismo-stratigraphiques et sédimentologiques dont dispose l'Université de Gênes a permis d'obtenir une connaissance approfondie de l'évolution géologique de la Mer Ligure, tant du point de vue structural que sédimentologique. Le réexamen des profils sismiques s'est focalisé surtout sur les aspects sédimentaires de la marge liguro-provençale à différentes échelles temporelles (sédimentation *syn-rift*, plateformes miocènes, régression et cycle évaporitique de la crise messinienne, couverture plio-quaternaire). Pendant cette période, la morphogenèse des marges continentales et des plaines bathyales évolue en parallèle avec une sédimentation détritique considérable qui se superpose aux structures du substrat. Les cycles glacio-eustatiques quaternaires et la néotectonique ont déterminé non seulement la morphologie globale des marges, et en particulier celle des plateformes continentales, mais aussi les modalités de la sédimentation. Ainsi, des surfaces d'érosion sont identifiées avec leurs sédiments transgressifs, de même que des phénomènes gravitaires remarquables le long des marges et dans les plaines bathyales.

Mots-clés

Géologie marine, tectonique, Mer Ligure

Abstract

The many geophysical, seismo-stratigraphical and sedimentological data available at the University of Genoa provide a detailed understanding of the structural and sedimentological evolution of the Ligurian Sea. Here, we re-examine some seismic profiles and focus on the sedimentary events of the Liguro-Provençal margin at various time scales (syn-rift sedimentation, Miocene platforms, regression and evaporites of the Messinian crisis, Plio-quaternary sediment cover). Since the Miocene, the morphogenesis of the continental margin and the abyssal plains is accompanied by the accumulation of thick detrital deposits above the basement structures. The glacio-eustatic cycles and the neotectonics determined not only the overall morphology of the margin, and in particular that of the continental platform, but also the sedimentation mode. For instance, erosion surfaces are identified with their overlying transgressive deposits. We also describe large gravitational mass movements along the margin and in the abyssal plains.

Keywords

Marine geology, tectonics, Ligurian Sea

1. LE BASSIN DE LA MER LIGURE

Ouverte à l'ouest vers le Golfe du Lion et le Bassin algéro-provençal, et à l'est vers le bassin de la Mer Tyrrhénienne septentrionale via le canal corse, la Mer Ligure constitue le bassin le plus septentrional de la Méditerranée occidentale. Ses limites géographiques sont différentes selon l'organisme qui les classifie. Alors que le IHO (*International Hydrographic Organization*) limite la Mer Ligure entre le Cap Ferrat (Nice – F), le Cap Corse (Corse – F) et l'Île de Tinetto (La Spezia – I), l'Institut Hydrographique de la Marine Militaire Italienne considère qu'elle s'étend entre la frontière

franco-italienne à l'ouest et le Promontoire de Piombino (Livorno – I) à l'est (fig. 1).

Sur le plan structural, le Bassin ligure est constitué par les ramifications septentrionales de deux bassins d'origine et d'évolution différentes. Le secteur occidental, ou Bassin ligure *sensu stricto*, est caractérisé par une dépression principale d'axe NE-SO, apparue à l'Oligo-Miocène suite à la rotation du bloc corso-sarde vers l'Est lors de l'Oligocène supérieur. Cette dépression présente une croûte continentale très mince, ou «de transition» (Fanucci, 1986). Le secteur oriental, situé à l'est des *seamounts* du Cap Corse, est constitué de larges bassins à substrat continental, avec d'épais dé-

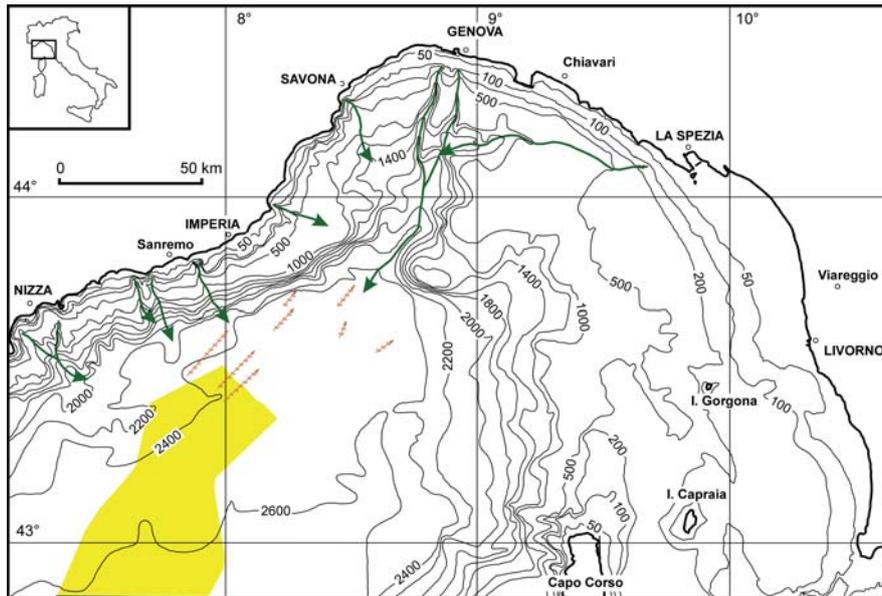


Figure 1. Limites de la Mer Ligure. En vert les axes des canyons principaux, en jaune la zone de la croûte océanique et de transition, en rouge les évaporites («murs de sel»).

pôts sédimentaires liés à la distension post-tortonienne de la région (Fanucci, 1986; Fanucci *et Nicolich*, 1986; Fanucci *et al.*, 1987) (fig. 2).

Du point de vue géodynamique, la formation et l'évolution complexes de ce secteur peuvent être résumées selon les étapes suivantes (Fanucci *et Morelli*, 1996):

- à la charnière oligo-miocène, l'ouverture de la Méditerranée occidentale, dont la Mer Ligure est la portion la plus septentrionale, interfère avec la

surrection alpine et divise la chaîne en formation. Une partie de celle-ci, reliée au bloc corso-sarde, se déplace vers l'est

- le bloc corso-sarde, à la suite de sa dérive vers l'est, produit la tectogenèse de l'Apennin
- au cours du Miocène supérieur, la portion la plus occidentale de la chaîne apennine en formation est marquée par le développement des bassins subsidents du système tyrrhénien (bassins paléotyrrhé-

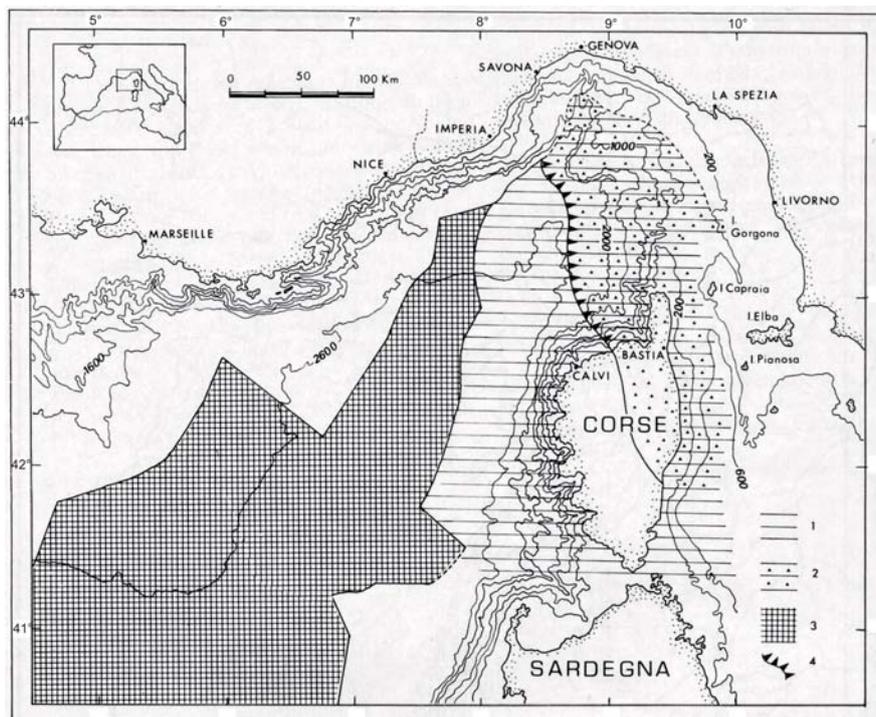


Figure 2. Modèle géodynamique du Bassin Liguro-Provençal (Fanucci, 1986). 1. Extension du Bloc corso en mer. 2. «Corse alpine». 3. Croûte océanique. 4. Limite occidentale des structures alpines relevées en mer. Bathymétrie en mètres.

niens), de direction sud-nord

- le Pliocène est ensuite caractérisé par une période de subsidence généralisée et par l'approfondissement des bassins. Pendant le Pliocène inférieur, un rift se développe, mettant en communication le Bassin ligure *sensu stricto* et les bassins péri-tyrrhéniens de la Mer Tyrrhénienne septentrionale par l'intermédiaire des failles décrochantes apparues avec le sphénochasme ligure. A partir du Pliocène inférieur, le soulèvement des zones alpines marginales engendre en outre des phénomènes compressifs et transpressifs. Dans les zones submergées, on observe une contraction des bassins sédimentaires à la transition Pliocène moyen-supérieur puis une reprise de la subsidence des aires de bassin au Plio-Pléistocène, avec formation de dénivelés très importants, surtout dans le Bassin ligure *sensu stricto*
- le Plio-Quaternaire est en général caractérisé par une accélération de la subsidence, déterminant la morphologie actuelle des bassins.

Ce contexte géodynamique confère aux marges continentales des deux domaines, qui se superposent dans le Golfe de Gênes avec des répétitions structurales très complexes, des caractéristiques particulières, avec des différences physiographiques de hauteur et de raideur des pentes continentales et une évolution individualisée du socle disloqué, de la couverture sédimentaire et des processus néotectoniques et de subsidence (Corradi *et al.*, 1984).

A l'échelle du contexte ligure, les caractéristiques des bassins du secteur ligure-provençal répondent aux modèles de *spreading* et de bassins d'extension. On peut ainsi reconnaître les caractéristiques et les limites de la croûte (Fanucci et Nicolich, 1986; Fanucci et Morelli, 1996): la vaste plaine au sud-ouest de la ligne Marseille-Bouches de Bonifacio, qui constitue la limite méridionale du Bassin liguro-provençal, est caractérisée par la présence de croûte océanique. Le fond océa-

nique du secteur provençal est, quant à lui, plus étroit et orienté NE-SO, comme pour l'ensemble du bassin. La ligne Nice-Calvi représente la limite méridionale du Bassin ligure *sensu stricto*; dans ce secteur le socle présente une «croûte de transition» (croûte continentale fortement amincie) et l'axe du bassin a subi une rotation de $\sim 30^\circ$ vers l'Est par rapport à celui des secteurs plus méridionaux.

Les marges continentales sont caractérisées par des structures de socle liées à l'extension du Bassin ligure: le substrat est disloqué par des failles en escaliers parallèles à la côte qui donnent à la marge un profil très raide et des plateformes très étroites. De plus, les marges sont découpées par de nombreuses failles normales et de décrochement perpendiculaires à la côte, qui interrompent leur continuité et différencient les secteurs successifs du Bassin ligure. Ces lignes tectoniques, pour la plupart transpressives, sont potentiellement sismogéniques et elles peuvent engendrer d'importants mouvements gravitaires à hauteur de la marge. La tectonisation de la marge et de certains secteurs bathyaux a aussi favorisé la remontée de diapirs de sel orientés selon les lignes tectoniques SO-NE (Fanucci *et al.*, 1989).

Les caractéristiques géologiques et morphologiques du bassin liguro-provençal, coïncé entre la marge alpine liguro-provençale et la marge corso-sarde, résultent donc d'une série complexe d'événements géodynamiques depuis ~ 21 millions d'années (Fanucci *et al.*, 1993; Rehault, 1981). La marge alpine est caractérisée par une plateforme continentale très étroite et des pentes continentales entaillées par de nombreux canyons sous-marins, généralement localisés sur les limites structurales entre blocs d'évolution distincte (Fanucci, 1978). Ces canyons servent de voies préférentielles pour la mobilisation des sédiments de la plateforme vers la plaine bathyale (fig. 3).

La marge corse (fig. 4) présente des caractéristiques similaires à celles des marges alpines mais elle s'en différencie par une charge sédimentaire moindre du systè-

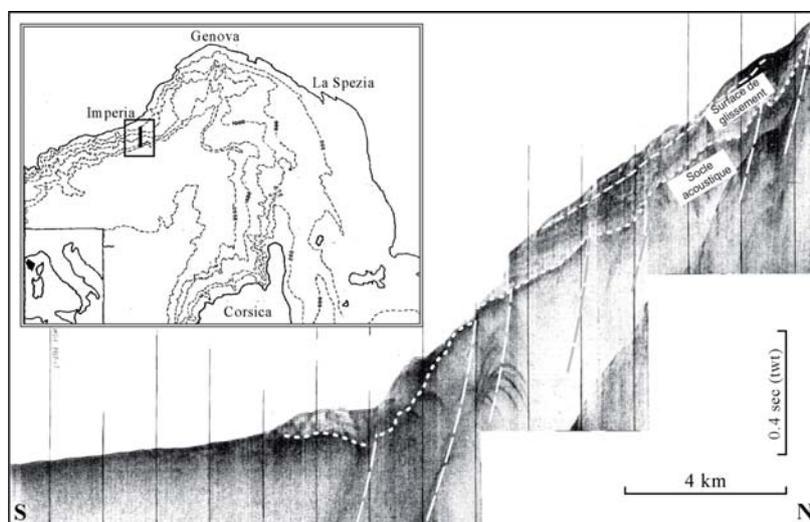


Figure 3. Pente continentale en face d'Imperia (Sparker 6 kJ).

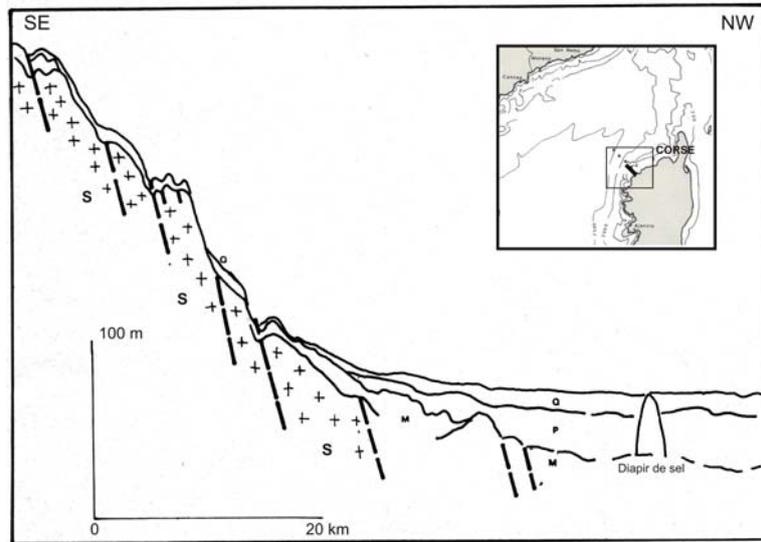


Figure 4. Plateforme continentale de la marge corse. S. Socle acoustique. Q. Quaternaire. P. Pliocène. M. Miocène (d'après Genesseeux et Rehault, 1975, modifié).

me plateforme-pente et de la plaine bathyale du Bassin ligure. En face en effet, les sédiments qui se déposent au pied de la pente continentale de la Ligurie forment les conoïdes marins coalescents les plus importants du glaciaire continental (*deep sea fans*), avec des dépôts très importants de turbidites (Fanucci *et al.*, 1987).

La marge apennine par contre, située à l'est des monts sous-marins et du prolongement du Cap Corse, est caractérisée par une plateforme bien développée et par une pente continentale de faible déclivité. Elle est séparée de la plaine bathyale par des hauts structuraux (fig. 5).

2. LES PLATEFORMES CONTINENTALES

La plateforme continentale de la Ligurie est dans sa presque totalité une plateforme de construction sédimentaire où une couverture sédimentaire, modelée par les oscillations glacio-eustatiques quaternaires du niveau de la mer, se superpose à un socle de marge en distension (Fanucci *et al.*, 1980; Corradi *et al.*, 1984). Ses caractéristiques morphologiques d'ensemble résultent

donc de la conjonction de la dislocation et de la subsidence du substrat, de l'apport d'une forte charge sédimentaire et des cycles transgression-régression du Quaternaire. On distingue principalement des plateformes continentales «alpines», comprenant celles de la Ligurie occidentale et de la zone de Gênes, et des plateformes «apennines», localisées en Ligurie orientale et dans le secteur de la Toscane (Bassin de Viareggio) (Fanucci *et al.*, 1974; Fanucci *et al.*, 1984) (fig. 6).

D'extension limitée, la plateforme continentale du secteur liguro-provençal est caractérisée par la forte pente du talus, entaillé par de nombreux canyons sous-marins. Dans la zone proximale, la plateforme est majoritairement rocheuse, avec des dépôts sédimentaires très limités. Le socle y est disloqué, avec des hauts structuraux présentant les traces d'événements érosifs liés aux régressions marines et de nombreux bassins. Dans sa partie distale, elle est caractérisée par un prisme sédimentaire progredant de sédiments principalement plio-quaternaires. Les formations stratifiées y conservent les traces (discordances et séquences sédimentaires) des cycles transgressif-régressifs liés au glacio-eustatisme quaternaire (fig. 7).

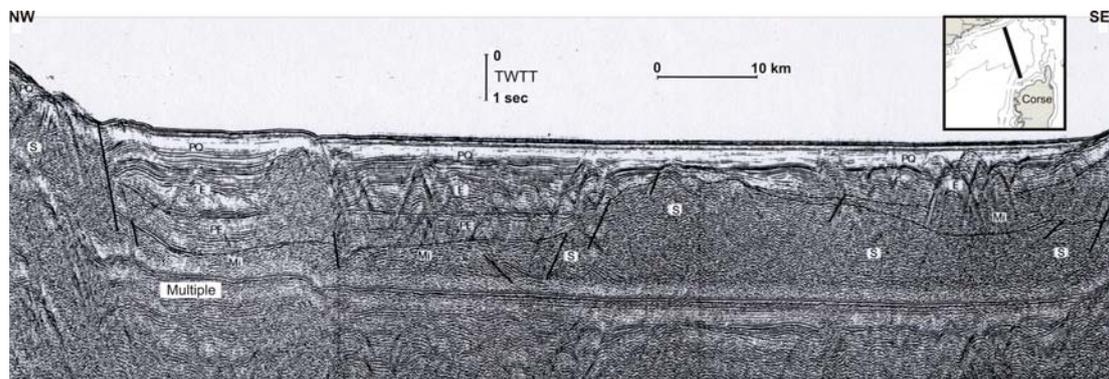


Figure 5. Ligne sismique du profil *Flexotir* MS47 Nice-Calvi. S. Socle acoustique. Mi. Miocène. E. Évaporites. PE. Pré-évaporitique. PQ. Plio-Quaternaire (dr'après Fanucci *et al.*, 1987, modifié).

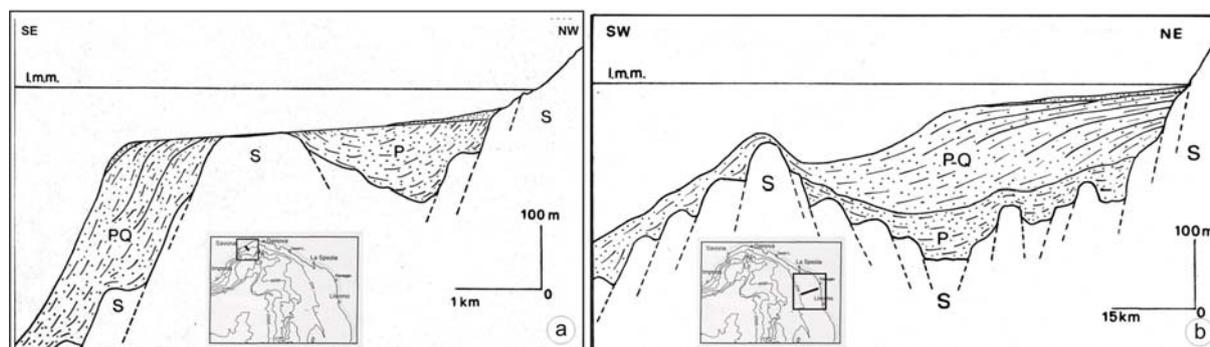


Figure 6. Plateforme continentale alpine (a) et apennine (b). S. Socle. P. Pliocène. PQ. Plio-Quaternaire. l.m.m. Niveau moyen actuel de la mer.

La plateforme continentale de la Ligurie orientale et du secteur de La Spezia présente pour sa part un substrat pré-pliocène qui s'approfondit rapidement et est complètement masqué par l'épaisse couverture sédimentaire plio-quaternaire. Celle-ci présente des discordances et des corps sédimentaires témoins de l'évolution tectono-sédimentaire de la marge où la progradation prédominante de la plateforme continentale laisse occasionnellement la place à de courtes phases de forte subsidence produisant des rebords successifs (fig. 8).

La morphologie actuelle des plateformes continentales et de leurs dépôts sédimentaires sont redevables principalement aux oscillations quaternaires du niveau marin. Pendant les bas niveaux marins de période froide, la partie exondée de l'actuelle plateforme était exposée à l'érosion sub-aérienne, ce qui a produit des surfaces d'érosion très nettes dans la série sédimentaire et, au large, le dépôt de corps progradants de sédiments deltaïques et côtiers sur le rebord de la plateforme continentale. Lors des remontées du niveau marin en période interglaciaire, des accumulations transgressives ont marqué la migration de la ligne de rivage vers le plateau émergé, avec des épisodes intermédiaires de stabilisation temporaire (Cattaneo et Steel, 2003; Corradi *et al.*, 2004).

2.1. La transgression post-glaciaire

L'étude de la sédimentation holocène et pléistocène supérieur sur la plateforme continentale permet de décrire la morphologie de détail et la distribution des sédiments sur les fonds. En effet, pendant les cycles eustatiques les plus récents, la plateforme continentale a connu la plupart des remaniements liés aux alternances d'émergence et de submersion. En particulier, pendant la phase de bas niveau marin du Würm III (18-20 ka) vers -110 à -120 m, la plateforme continentale était émergée et la ligne de rivage correspondait approximativement au rebord actuel de la plateforme continentale (Ivaldi *et al.*, 2006).

Dans ce contexte paléo-environnemental, les cours d'eaux amenaient leur charge sédimentaire directement au front de la plateforme continentale, y formant des corps progradants (*lowstanding system tract*). Puis, lors du relèvement eustatique versilien du niveau marin, les zones côtières migrèrent du rebord de la plateforme actuelle vers l'intérieur. Cependant, cette migration ne fut pas continue, et les phases d'arrêt de la transgression provoquèrent le dépôt de corps sédimentaires (*transgressive system tract*) typiques de systèmes deltaïques et côtiers (paléo-delta et/ou paléo-plages) à des bathy-

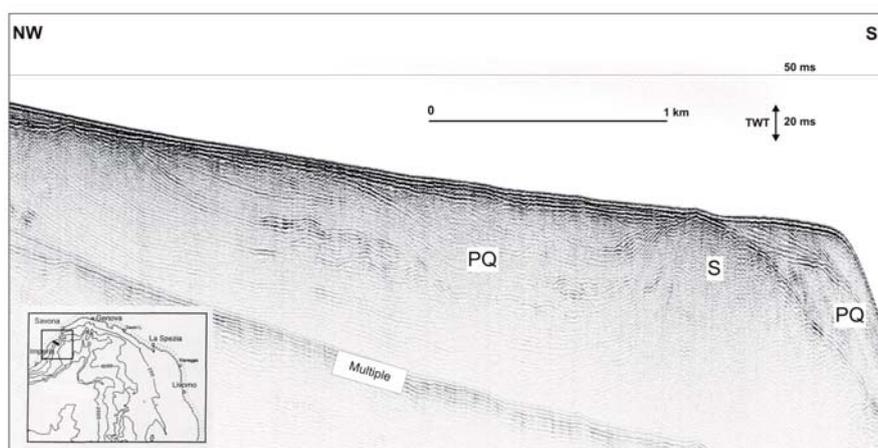


Figure 7. Ligne sismique de la plateforme continentale dans le secteur occidental de la Ligurie (Sparker 200 J multi-électrode). S. Socle acoustique. PQ. Plio-Quaternaire.

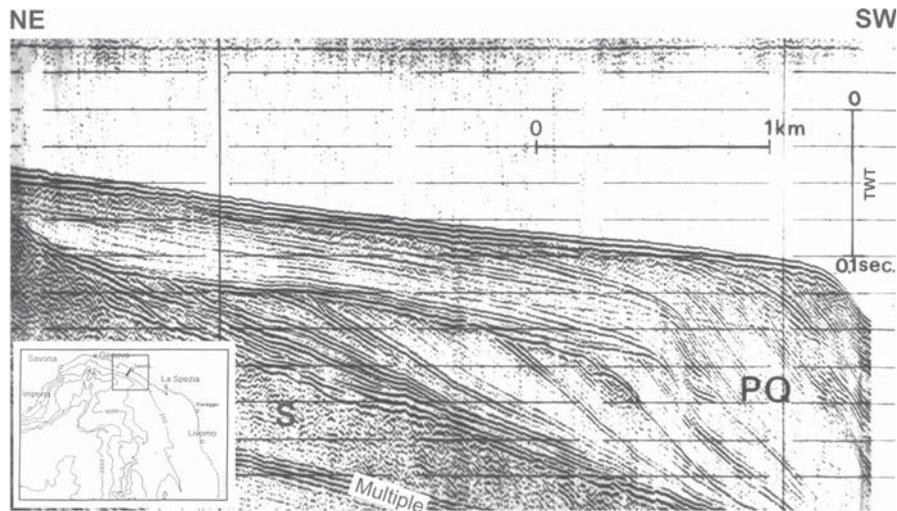


Figure 8. Coupe *Air-Gun* de la plateforme continentale du secteur oriental de la Ligurie. S. Socle acoustique. PQ. Plio-Quaternaire.

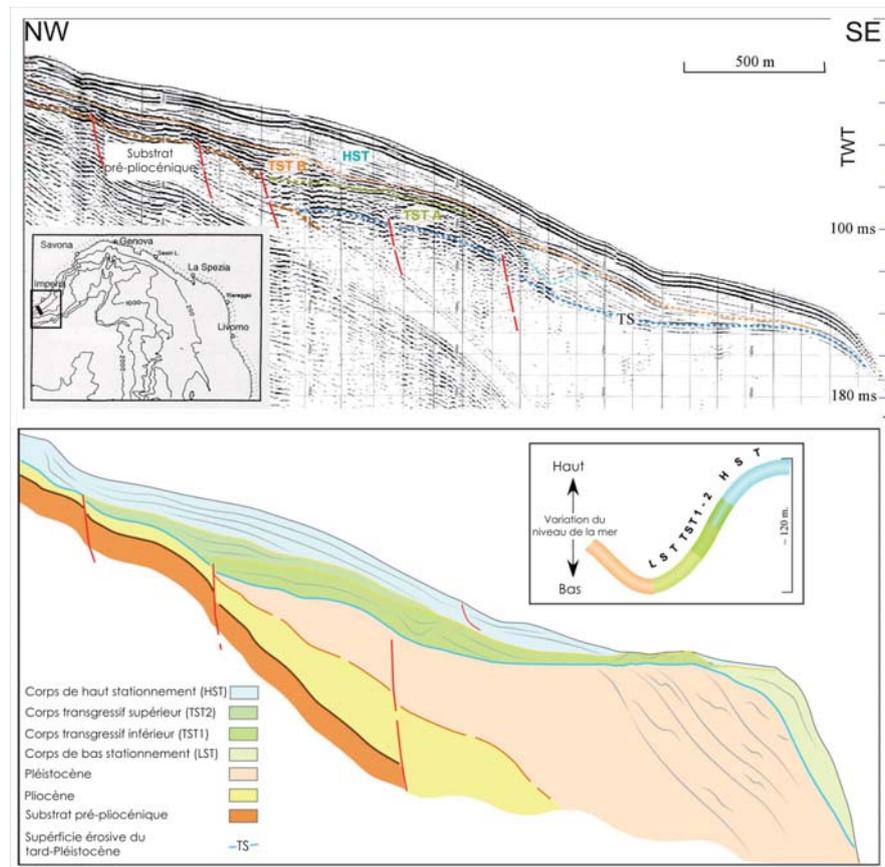


Figure 9. Ligne sismique (*Sparker 1 KJ* multi-électrode) de Riva Ligure et son modèle interprétatif.

métriques intermédiaires, déterminant des morphologies et des dépôts sédimentaires bien individualisés par les profils sismiques (fig. 9) (Balduzzi *et al.*, 2005).

On reconnaît globalement deux épisodes d'arrêt de la transgression. Toutefois, localement, des dépôts intermédiaires d'épaisseur limitée peuvent s'y ajouter. La plupart de ces corps ont été remaniés par l'érosion ma-

rine lorsque la remontée de la mer reprenait après leur accumulation. Le premier corps transgressif est localisé à ~40 m de profondeur (TST-2) et le deuxième à ~60-80 m (TST-1). Ce dernier dépôt présente une structure complexe car il est formé par deux unités sismiques bien distinctes: la première (TST-1B) est caractérisée par un faciès indiquant des sédiments assez homogènes; par-

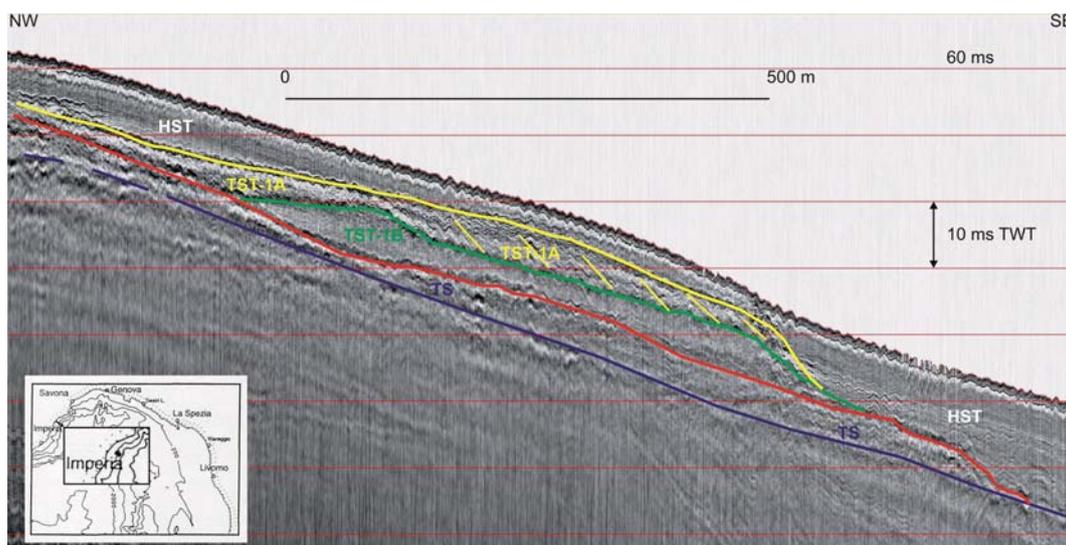


Figure 10. Partie de la ligne sismique n°9/2007 (Boomer 100J, Projet Interreg IIIC «Beachmed-e»). HST. Couverture holocène. TST. Corps transgressif. TS. Surface de transgression.

dessus, séparée par un contact érosif net, la deuxième unité (TST-1A) est caractérisée par un faciès très réflexif, typique de sédiments grossiers. A l'intérieur de TST-1A, on distingue des *foreset* qui plongent vers le large, dus peut-être à la reprise de la transgression et au remaniement partiel du dépôt inférieur (Balduzzi *et al.*, 2008) (fig. 10).

A la fin de la transgression, la plateforme continen-

tale a été marquée par une importante sédimentation de matériel détritique majoritairement fin (Corradi *et al.*, 1980a, 1980b). Cette couverture holocène de sédiments fins (*highstanding system tract* – HST, fig. 10) présente des épaisseurs variables, plus minces près du rebord de la plateforme, masquant presque uniformément la totalité de la plateforme continentale (fig.11).

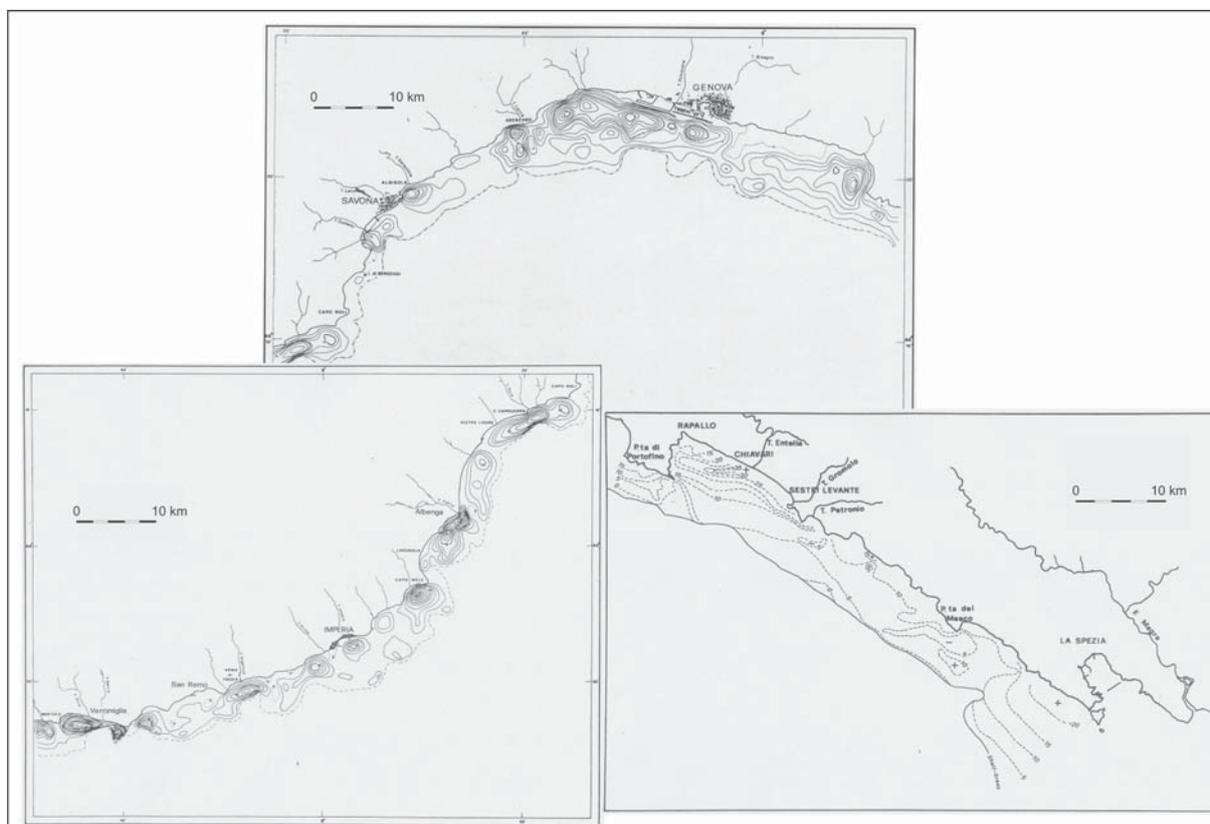


Figure 11. Cartes des isopaques de la couverture holocène de la plateforme continentale de la Ligurie (d'après Corradi *et al.*, 1984, modifié).

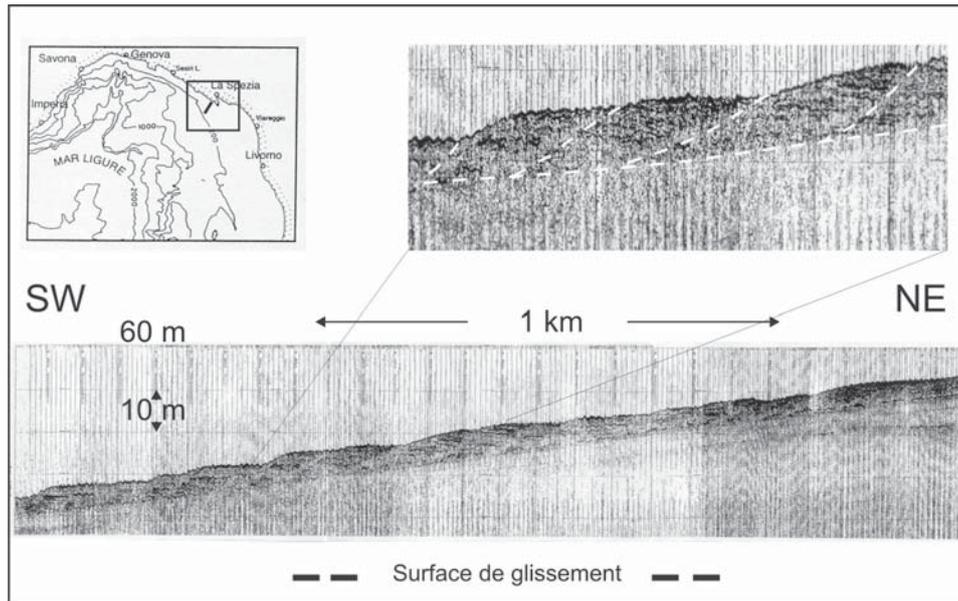


Figure 12. Ligne sismique montrant le *slumping* des sédiments de la plateforme continentale en face de La Spezia (Boomer 100 J).

3. L'INSTABILITÉ GRAVITAIRE DE LA PENTE CONTINENTALE

En fonction de l'érosion continentale et des apports sédimentaires variant suivant les cycles climatiques, en fonction aussi de la position changeante du niveau marin, la sédimentation a successivement concerné préférentiellement soit la plateforme, soit son rebord. L'instabilité sismo-tectonique de celui-ci et, de façon générale, l'instabilité de la marge ont provoqué la mobilisation des sédiments le long des pentes et des canyons sous-marins. Via ces canyons, de grandes quantités de turbidites ont été accumulées au pied des pentes.

Parfois les mouvements furent tellement massifs qu'ils engendrèrent des *tsunamis*, le plus récent étant celui de Nice-Antibes de 1979 avec un glissement de $8 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ de sédiments qui provoqua une série de vagues et causa des dommages considérables le long de la côte (Genesseeux *et al.*, 1980; Migeon *et al.*, 2009).

Ces processus gravitaires, qui peuvent avoir des origines et des dynamiques diverses, concernent l'ensemble du Golfe de Gênes. Ils sont particulièrement abondants dans le secteur liguro-provençal, où ils ont formé des dépôts, y compris récents et actuels, qui se superposent aux vastes corps sédimentaires anciens et sont qualifiés de cônes liguriens (*Ligurian fans*) (Corradi *et al.*, 2001;

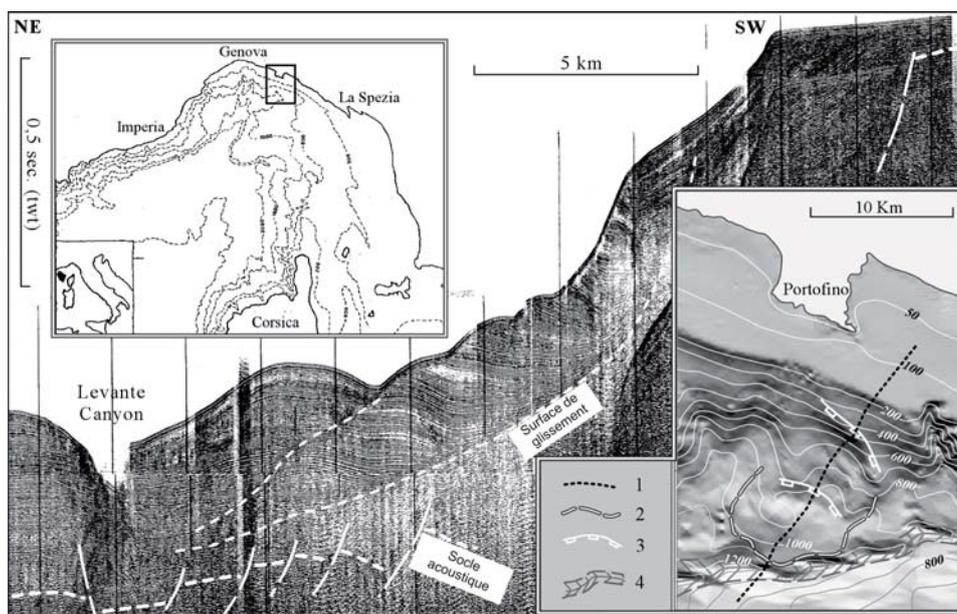


Figure 13. Glissement (*sliding*) des sédiments sur le talus continental en face de Portofino (Sparker 6 kJ). 1. Coupe sismique. 2. Limite du glissement. 3. Lignes de détachement. 4. Axe du canyon de Levante.

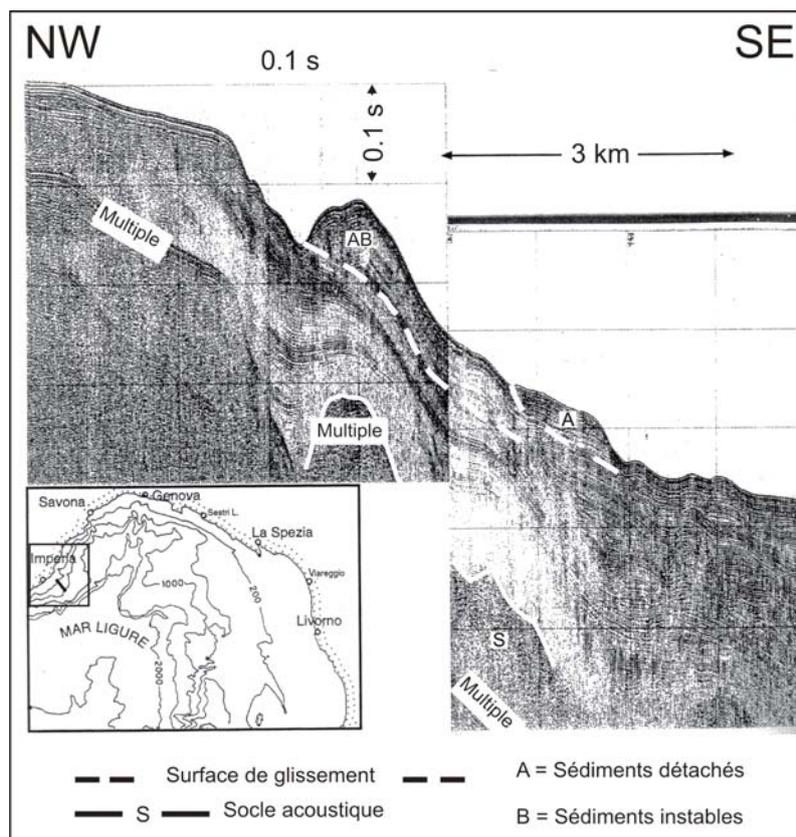


Figure 14. Ligne sismique du talus continental en face d'Imperia (Sparker 6 kJ).

Corradi *et al.*, 2001-2002).

L'influence des canyons, qui incisent souvent aussi la plateforme continentale à faible profondeur, ne concerne pas seulement les processus gravitaires de fond mais aussi les flux des courants sous-marins qui, parfois, favorisent la remontée ou la descente de masses d'eau (Corradi *et al.*, 1987).

La liste des phénomènes gravitaires le long des marges de la Mer Ligure est assez variée, tant pour les processus en jeu que pour la nature des sédiments et le contexte morphologique (Corradi *et al.*, 2001). On peut reconnaître:

- le *slumping* de sédiments superficiels non consolidés, même sur pente faible (fig.12)
- le *slumping* de portions importantes de couches pliocènes, provoquant des déformations et des dislocations de la couverture sédimentaire
- le glissement classique (*sliding*), translationnel ou rotationnel, le long de surfaces de détachement (fig.13)
- les phénomènes d'éboulement de masses sédimentaires qui, parfois, produisent un amoncellement chaotique des couches mobilisées (fig. 14)
- les processus mixte qui produisent le remaniement chaotique des niveaux touchés et les préparent à des phénomènes rhéologiques ultérieurs, jusqu'au développement de courants de turbidité. Ils sont responsables de l'érosion des lits des canyons, du recul de leur tête et de la formation de conoïdes

coalescents à la base du talus continental.

Du fait de sa pente élevée et des taux élevés de sédimentation, les phénomènes gravitaires sont très abondants et importants le long de la marge liguro-provençale. Dans ce secteur, le réseau des canyons est très serré et le développement des courants de turbidité est parfois responsable de la formation de nouveaux canyons. A la suite du recul progressif d'un canyon sous-marin, il arrive que sa tête entaille le talus et la plateforme continentale jusqu'à de faibles profondeurs (Migeon *et al.*, 2009). L'ensemble des phénomènes gravitaires, qui mettent en mouvement des quantités de sédiments bien plus considérables le long de la marge ligure que sur la marge corse, y augmente le volume des glacis continentaux, avec construction de prismes sédimentaires par coalescence des cônes.

4. REMARQUES CONCLUSIVES

La Mer Ligure est un bassin complexe dont les caractères, l'évolution et les phénomènes actuels suscitent un grand intérêt de la part de la communauté scientifique, comme en témoignent les projets de recherche les plus récents aux niveaux italien (projet MAGIC) et international (projet franco-italien MALISAR). Un des aspects dont la connaissance doit être approfondie est celui de l'activité tectonique actuelle du bassin et de ses marges et de la sismicité régionale, intense et fréquente mais diffuse, qui en résulte. Face à l'anthro-

pisation croissante du milieu marin et surtout de la zone côtière, il est indispensable en effet de procéder à une évaluation des risques naturels.

Les recherches en cours montrent que la marge alpine est soumise à une tectonique en compression accompagnée de décrochements importants, tandis que la marge des Apennins, moins sismique, a connu des phases de distension prolongée durant le Plio-Quaternaire, interrompues par de courts épisodes d'inversion.

La dynamique morphologique est néanmoins fort active partout: les *talwegs* des canyons sous-marins s'approfondissent et les têtes s'élargissent vers la côte. De nouveaux chenaux se forment suite aux grands glissements sur la partie inférieure du talus, provoquant l'instabilité des sédiments sous-jacents et propageant les mouvements gravitaires jusqu'à la plateforme continentale.

Bibliographie

- Balduzzi, I., Bozzano, A., Corradi, N., Ferrari, M., Ivaldi, R. et Marchesini, A., 2008. Discovery of Versilian deposits suitable for beach nourishment on the continental shelf of Western Liguria. *Chemistry & Ecology*, 24 S1, 1-10.
- Balduzzi, I., Bozzano, A., Corradi, N., Ferrari, M., Ivaldi, R. et Morelli, D., 2005. Submarine sources of sand and gravel: discovery of a littoral deposits related to the Versilian transgression between Albenga and Loano, Western Liguria. 5e Forum Italiano di Scienze della Terra, Spoleto 21-23 Settembre 2005, 85.
- Cattaneo, A. et Steel, R.J., 2003. Trasgressive deposits: a review of their variability. *Earth-Science Review*, 62, 187-228.
- Corradi, N., Fanucci, F., Gallo, G. et Piccazzo, M., 1980a. La sedimentazione olocenica della piattaforma continentale ligure (da Portofino a Capo Mortola). *Ist. Idrog. Marina Militare Ed.*, Genova, GROG-11, F.C. 1097, 14 p.
- Corradi, N., Fanucci, F., Firpo, M., Piccazzo, M. et Traverso, M., 1980b. L'Olocene della piattaforma continentale ligure da Portofino alla Spezia. *Ist. Idrog. Marina Militare Ed.*, Genova, GROG.-12, F.C. 1099, Genova, 13 p.
- Corradi, N., Fanucci, F., Fierro, G., Firpo, M., Piccazzo, M. et Mirabile, L., 1984. La piattaforma continentale ligure: caratteri, struttura ed evoluzione. Rapporto Tecnico del Progetto Finalizzato "Oceanografia e Fondi Marini" del C.N.R., Roma, 1-34.
- Corradi, N., Fanucci, F., Fierro, G., Firpo, M., Piccazzo, M., Ramella, A. et Tucci, S., 1987. Importance des canyons sous-marins dans la dynamique sédimentaire de la Mer Ligure. *Quaderni dell'Istituto di Geologia dell'Università di Genova*, Anno 8, 3, 73-104.
- Corradi, N., Fanucci, F. et Ferrari, M., 2001. Movimenti gravitativi in massa di sedimenti sui margini continentali del Mar Ligure. *Atti della Associazione Italiana di Oceanologia e Limnologia*, 14, 37-47.
- Corradi, N., Cuppari, A., Fanucci, F. et Morelli, D., 2001-2002. Gravitational instability of sedimentary masses on the Ligurian Sea margins. *GeoActa*, vol. 1, pp. 37-44.
- Corradi, N., Ivaldi, R., Balduzzi, I. et Bozzano, A., 2004. La ricerca delle sabbie sulla piattaforma continentale ligure: campagna di geologia marina per la localizzazione dei depositi sedimentari idonei al ripascimento dei litorali. *Quaderno tecnico della Regione Liguria, progetto U.E. Interreg IIB Medoc "BEACHMED"*, Genova, 29-59.
- Fanucci, F., Fierro, G. et Rehault, P., 1974. Evoluzione quaternaria della piattaforma continentale ligure. *Mem. Soc. Geol. It.*, 13 (2), 233-240.
- Fanucci, F., 1978. Neotettonica dei margini continentali del Mar Ligure. *Mem. Soc. Geol. It.*, 19, 535-542.
- Fanucci, F., Mirabile, L. et Piccazzo, M., 1980. Le piattaforme continentali del Mar Ligure - Alto Tirreno: proposta di classificazione. *Atti 3° Congr. Ass. It. Oceanol. Limnol.*, Pallanza, 105-114.
- Fanucci, F., Firpo, M., Piccazzo, M. et Mirabile, L., 1984. Le Plio-Quaternaire de la Mer Ligure: épaisseurs et conditions d'accumulation. *Marine Geology*, 55, 291-303.
- Fanucci, F., 1986. Évolution stratigraphique de la région du Golfe de Gênes depuis l'Eocène supérieur. *Mem. Soc. Geol. It.*, 36, 19-30, 8ff.
- Fanucci, F. et Nicolich R., 1986. Il Mar Ligure: nuove acquisizioni sulla natura, genesi ed evoluzione di un "Bacino marginale". *Mem. Soc. Geol. It.*, 27, 97-110.
- Fanucci, F., Corradi, N., Fierro, G., Firpo, M., Piccazzo, M., Ramella, A. et Tucci, S., 1987. Sismostratigrafia e neotettonica del Mar Ligure. *Quaderni dell'Istituto di Geologia dell'Università di Genova*, Genova, Anno 8, N. 3.
- Fanucci, F., Eva, C., Cattaneo, M., Firpo, M. et Piccazzo, M., 1989. Tettonica e morfogenesi olocenica in Mar Ligure. *Mem. Soc. Geol. It.*, 42, 221-227.
- Fanucci, F., Firpo, M., Piccardo, G.B., Piccazzo, M. et Vetuschi Zuccolini, M., 1993. Attività magmatica neogenica in Mar Ligure. *Atti 12° Conv. Gruppo Naz. Geof. Terra Solida*, Roma 24-26/12/1993., 1003-1007.
- Fanucci, F. et Morelli, D., 1996. Principali lineamenti strutturali ed evoluzione del Mar Ligure (Mediterraneo occidentale). *Atti dell'11° Congr. Ass. It. Di Oceanologia e Limnologia*, Genova, 793-806.
- Genesseeux, M. et Rehault, J.P., 1975. La marge continentale corse. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (7), 27, 4, 505-518.
- Genesseeux, M., Mauffret, A. et Pautot, G. 1980. Les glissements sous-marins de la pente continentale niçoise et la rupture de câbles en Mer Ligure (Méditerranée occidentale). *Comptes-rendus de l'Académie des Sciences Paris*, 290, 959-962.
- Ivaldi, R., Bozzano, A., Corradi, N. et Ferrari, M., 2006. Last cycle regressive-trasgressive deposits of the Western Ligurian shelf. *Geophysical Research Abstracts*, 8, 08564-2006, Sref-ID: 1607-7962/gra/EGU06-A-08564 © European Geosciences Union 2006.
- Migeon, S., Cattaneo, A., Hassoun, V., Larroque, C., Mercier, B., Corradi, N. et Fanucci, F., 2009. Submarine instabilities along the Ligurian Margin (NW Mediterranean): types, distribution and causes. *Rend. Online Soc. Geol. It.*, 7, 109-112.
- Rehault, J.P., 1981. Evolution tectonique et sédimentaire du Bassin ligure (Méditerranée occidentale). *Thèse de Doctorat d'Etat en Sciences Naturelles*, inédit, Paris, 132 p.