

Vers une évaluation spatio-temporelle détaillée de l'impact de la Crise de Salinité Messinienne et de ses facteurs de contrôle (Partie 1)

DEVERCHERE Jacques (1), GORINI Christian (2), coordinateurs du projet
SUC Jean-Pierre (3), ROUCHY Jean-Marie (4), coordinateurs des équipes A* et B**

- (1) Institut Universitaire Européen de la Mer (IUEM), Université de Bretagne Occidentale (UBO), CNRS UMR6538 *Domaines Océaniques*, Place Nicolas Copernic, 29280 Plouzané, France
- (2) Processus et Bilans des Domaines Sédimentaires (PBDS), Université des Sciences et Technologies de Lille 1 (USTL1), CNRS UMR 8110, Bâtiment SN5, 59 655 Villeneuve d'Ascq, France
- (3) UMR 5125, Laboratoire des Paléoenvironnements et Paléobiosphère, Villeurbanne, Lyon, France, coordinateur Equipe A*
- (4) UMR 5143, Muséum national d'Histoire Naturelle, Paléontologie et Stratigraphie, coordinateur Equipe B**

* **Equipe A:** BILTEKIN Deme, CAGATAY Namik, CLAUZON Georges, FAVRE Eric, KLOTZ Stefan, MELINTE Mihaela, ORSZAG-SPERBER Fabienne, POPESCU Speranta-Maria, QUILLEVERE Frédéric, SUC Jean-Pierre, ZAGORCHEV Ivan

** **Equipe B:** BLANC-VALLERON Marie- Madeleine, CARUSO Antonio, PIERRE Catherine, ROUCHY Jean-Marie

INTRODUCTION: Cadre du Projet 2004-2007

Ce projet d'étude pluridisciplinaire de la Crise de Salinité Messinienne visait à caractériser les conditions et modalités de cet événement hors du commun en Méditerranée. Nous avons coordonné une action regroupant environ 50 chercheurs en France, poursuivant un projet ECLIPSE précédent ("La crise de salinité messinienne: modalités, conséquences régionales et globales, quantifications", 2001-2003). Il visait à analyser spatio-temporellement la Crise et à mieux évaluer son impact paléoclimatique et paléoenvironnemental, en insistant sur les relations Terre-Mer (surfaces et masses sédimentaires), le rôle des seuils morphologiques au cours de la Crise, et l'empreinte de la Crise sur les changements passés du climat global.

Après une Année 1 basée sur de l'acquisition de données à terre et une Année 2 de forte valorisation des premiers résultats complétée par un effort d'acquisition et d'analyse de données marines, nous avons lors de la dernière année axée notre effort sur une finalisation des actions de terrain les plus cruciales et un croisement des résultats des différentes équipes. En dépit d'un financement du programme parfois retardé et ayant nécessité d'importants co-financements sur d'autres ressources, les résultats obtenus sur les marges continentales à partir des campagnes océanographiques, des forages profonds, ou par les études à terre, montrent des résultats nouveaux, parfois surprenants, qui remettent en question certains concepts du passé ou viennent mettre fin à des controverses vieilles de près de 40 ans. Certains termes utilisés pour décrire les marqueurs de la crise ont aussi pu être précisés ou supprimés car mal adaptés.

Contrairement à la vision simple parfois proposée, la crise messinienne est liée à l'effet combiné de variations eustatiques amplifiées et de la tectonique, dans un contexte de restriction des communications entre des seuils d'amplitude variable, et dont l'étude fait émerger de nouveaux paradigmes.

Equipe A: Chronologie événementielle et paléogéographie de la Crise

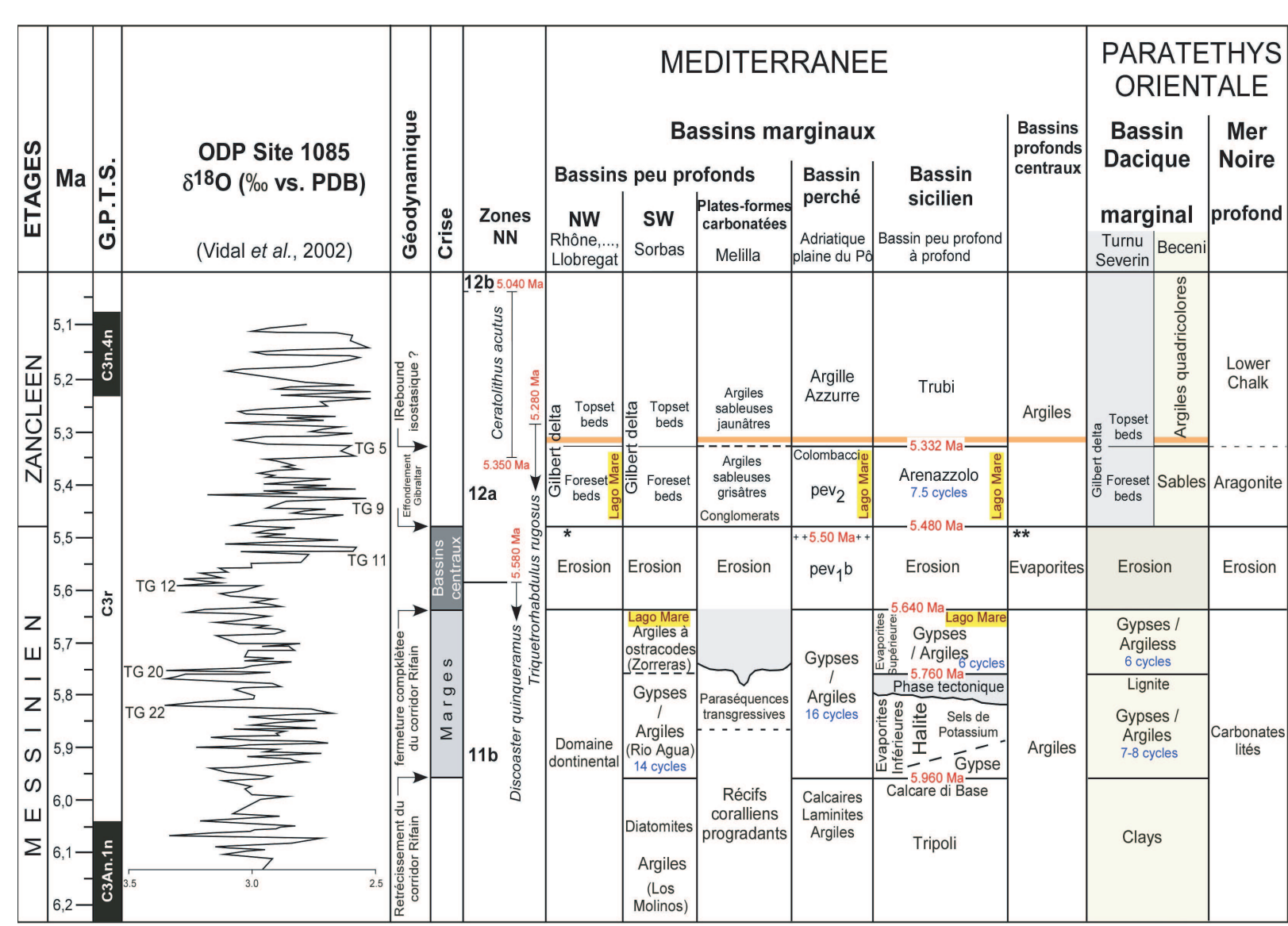
Quatre années de travaux de terrain [15 missions: Espagne, Italie, Turquie, Serbie-Macédoine-Bulgarie, Roumanie, Grèce, Tunisie], de datations (nanofossiles, foraminifères) et d'investigations paléogéographiques (dinokystes pour les échanges entre bassins, pollens pour la végétation, le climat et les paléoreliefs) ont abouti aux résultats suivants apportant des données strictement nouvelles aux principaux débats sur la crise de salinité messinienne.

- **Surface(s) d'érosion** : Seule la surface d'érosion tronquant à terre les plus hautes évaporites est la Surface d'Erosion Messinienne (SEM) présente partout en Méditerranée et dans le bassin Dacique. A Sorbas, Vera, Ecebat, Cessenon, il existe les preuves en situation proximale d'une faible érosion synchrone du dépôt des évaporites du premier temps de la crise (5,96-5,76 Ma; Clauzon et al., 1996). En Sicile, une phase érosive vue à proximité des Monts Nebrodi (abusivement considérée comme liée à la dessiccation de la Méditerranée) s'insère entre Evaporites Inférieures et Evaporites Supérieures. Une phase analogue en Tunisie (forte vers le relief) est surmontée par la SEM (mieux marquée vers le bassin). Cette érosion est d'origine tectonique (phase intra-messinienne : 5,8 Ma). Des secteurs marginaux suggèrent une continuité entre dépôts messiniens et zancléens (Cava Serred; Eraclea Minoa, Intepe) entretenant le mythe du "passage" ou de la "transition" entre les deux étages en Méditerranée. Ces secteurs recèlent une discontinuité à faible érosion (situation d'interfluve) avec surtout lacune de dépôt.

- **Evénement(s) "Lago Mare"** : Deux événements "Lago Mare" d'échanges à haut niveau marin (dinoflagellés, congéries, ostracodes) entre Méditerranée et Paratéthys orientale (5,65 Ma, 5,48 Ma), sont distinguables par le nannoplancton (NN11b messinien, NN12a zancléen) et leur relation avec la SEM. Un troisième "Lago Mare", exclusif du bassin profond quasi asséché (ostracodes seuls), correspond à l'épisode de dessalure de l'extrême fin de l'optimum évaporitique (5,49 Ma) dû à la capture de fleuves (Ebre, Sahabi) à vaste bassin versant.

- **Chronologie** : En plusieurs secteurs (Marches, Sicile, bassin Dacique), le retour de la mer pliocène précède la base "officielle" du Zancléen (5,48 contre 5,332 Ma). En bien des secteurs (Sicile: Arenazzolo, approfondissement avec le Trubi), on montre un retour de la mer au Pliocène en deux paliers (5,48 puis 5,32 Ma) : rebond isostatique après la remise en eau du bassin ?

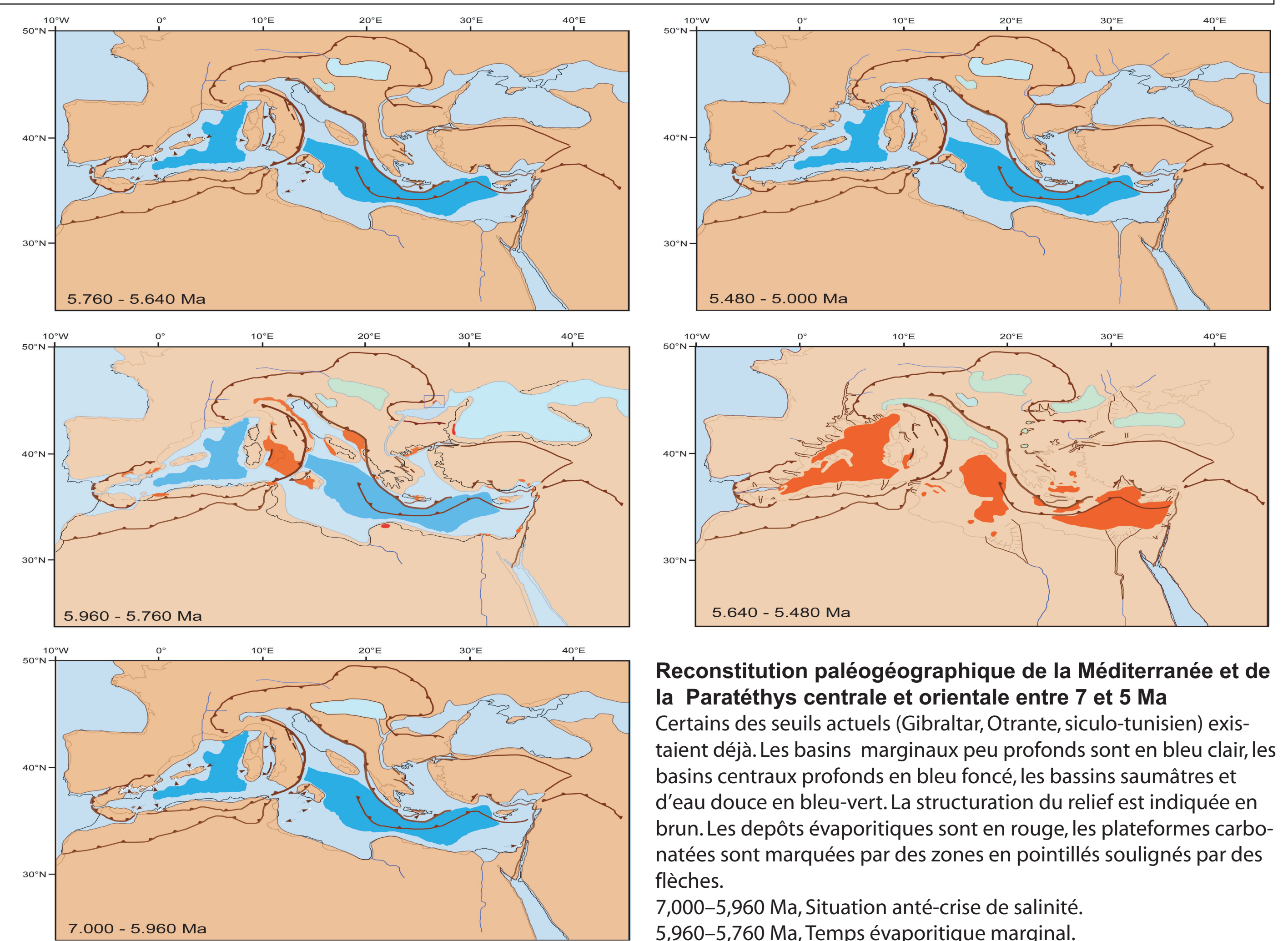
- **Paléogéographie** : Elle a été précisée par (1) la découverte des gypses marginaux dans le bassin Dacique (surmontés par la SEM et des dépôts marins à nannoplancton zancléen et l'acmé à Sphaeroidinellopsis), (2) la localisation du corridor entre mer Egée et bassin Dacique via Thessalonique, Skopje, Niš et la vallée du Timok, (3) le tracé du canyon de la Maritsa vers la mer Noire détecté au nord d'Istanbul en mer, et (4) la validation de l'hypothèse faisant du détroit des Dardanelles un collecteur de canyons messiniens.



Chronologie intégrée des événements enregistrés dans les différents types de bassins, marginaux ou profonds, de Méditerranée et de Paratéthys orientale pendant l'intervalle de temps 6,2-5,0 Ma. Cette chronologie est calibrée sur la courbe isotopique de l'oxygène de référence et sur les âges des événements intervenus dans la nannoflore. Les phases d'échange à haut niveau marin entre Méditerranée et Paratéthys sont surlignées en jaune ("Lago Mare").

THESES SOUTENUES:

- Favre E., soutenue le 5 Avril 2007. Evolution de la végétation de l'Europe et du pourtour méditerranéen au Néogène dans les contextes climatique global et géographique régional. Approches statistiques et élaboration de cartes de végétation à partir des données polliniques. Thèse, Université C. Bernard - Lyon 1, 253 p.
- Mocochain L., soutenue le 14 Mai 2007. Les manifestations géodynamiques -externes et internes- de la crise de salinité messinienne sur une plate-forme carbonatée péri-méditerranéenne: le karst de la basse Ardèche (moyenne vallée du Rhône, France). Thèse, Université de Provence - Aix-Marseille 1, 223 p.



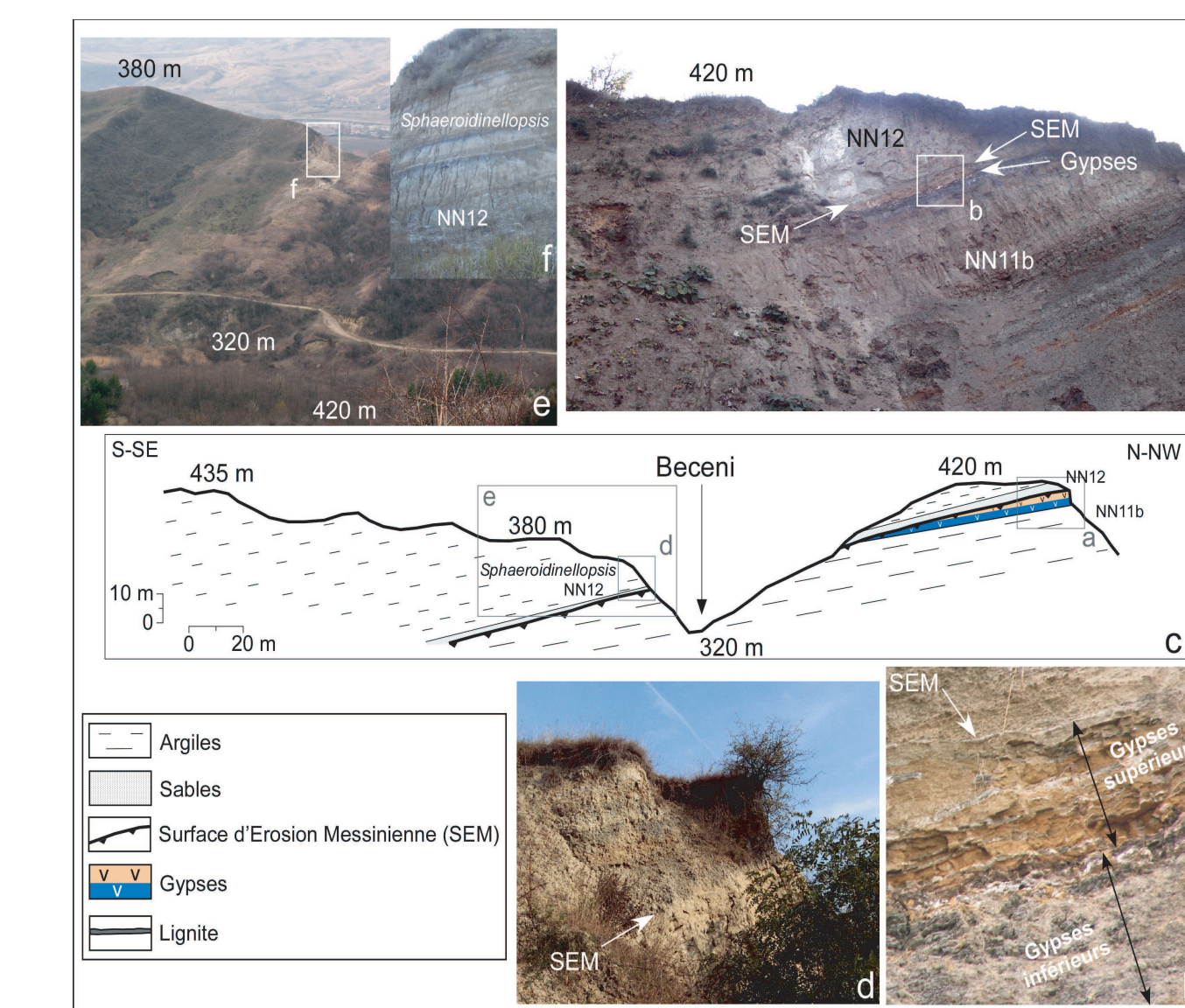
Reconstitution paléogéographique de la Méditerranée et de la Paratéthys centrale et orientale entre 7 et 5 Ma

Certains des seuils actuels (Gibraltar, Otrante, siculo-tunisien) existaient déjà. Les bassins marginaux peu profonds sont en bleu clair, les bassins centraux profonds en bleu foncé, les bassins saumâtres et d'eau douce en bleu-vert. La structuration du relief est indiquée en brun. Les dépôts évaporitiques sont en rouge, les plateformes carbonatées sont marquées par des zones en pointillés soulignées par des flèches.

- 7,000-5,960 Ma, Situation anté-crise de salinité.
- 5,960-5,760 Ma, Temps évaporitique marginal.
- 5,760-5,640 Ma, Intervalle à haut-niveau marin intermédiaire.
- 5,640-5,480 Ma, Temps évaporitique des bassins centraux profonds. (avec creusement des canyons).
- 5,480-5,000 Ma, "Déluge" pliocène.

Coupe à Beceni dans le bassin Dacique au pied des Carpates au nord de Bucarest

Deux ensembles d'un total de treize à quatorze alternances gypses-argiles ont été trouvées (Fig. a, b, c) sus-jacentes à des argiles messiniennes (nannoplancton de la sous-zone NN11b). Ces couches sont érodées et recouvertes par des sables à nannoplancton de la sous-zone NN12a (Fig. a, c), à leur tour surmontés par des argiles quadricolores à nannoflore de la sous-zone NN12a et à Sphaeroidinellopsis (les trois espèces de l'Acme à Sphaeroidinellopsis de la base du Zancléen méditerranéen) (Fig. c, e, f). La surface d'érosion est donc la Surface d'Erosion Messinienne (SEM) (Fig. d). La similitude avec les séries méditerranéennes messino-zancléennes est frappante. La connexion entre bassin Dacique et mer Egée existait avant la crise de salinité messinienne, persista de façon réduite pendant le premier temps de la crise (Clauzon et al., 1996), fut interrompue pendant la phase de dessiccation (second temps de la crise; Clauzon et al., 1996), et rétablie dès le début du Zancléen.



Equipe B: Les changements hydrologiques majeurs

Les recherches ont été focalisées sur les changements hydrologiques majeurs de la crise : le déclenchement, les épisodes d'érosion et la remise en eau marine du Zancléen, questions qui font toujours l'objet de débats actifs au niveau international. Pour contraindre plus précisément ces changements, l'approche adoptée a mis en jeu une analyse pluridisciplinaire (sédimentologie, biostratigraphie, micropaléontologie, géochimie isotopique), à haute résolution, de coupes continues et représentatives à l'échelle méditerranéenne.

Le déclenchement de la crise. L'étude des dépôts de transition (calcaire de base, etc) établit que la crise a démarré avec un léger diachronisme, autour de 100 ka, en fonction de la réponse hydrologique spécifique de chaque sous-bassin à la contrainte globale de la restriction et que la sédimentation a mis en jeu de fortes variations des conditions de milieu (dilution, hypersalinité, réduction bactérienne des sulfates, méthanogénèse). Le passage à des calcaires stromatolithiques, avec localement des figures de dessiccation, montre que la crise a démarré, même dans la plupart des bassins périphériques, avec un abaissement important du niveau du plan d'eau dont l'amplitude augmentait dans les parties centrales du bassin.

L'érosion messinienne. L'étude des surfaces d'érosion dans les bassins périphériques et plus profonds (Sicile) montre le caractère polygénique de l'érosion messinienne qui a débuté dès l'abaissement initial du plan d'eau, à la base des évaporites inférieures et s'est poursuivi, avec une intensité variable jusqu'à l'érosion terminale contemporaine de l'épisode du lago-mare.

La fin de la crise et la remise en eau marine. A partir de l'étude d'un transect est-ouest incluant des sondages profonds et des coupes dans les bassins périphériques, il est établi que : 1. la fin du Messinien correspond à un épisode de dilution généralisée ; 2. le rétablissement des conditions marines a été exceptionnellement rapide et quasi synchrone à l'échelle de la Méditerranée ; 3. la stabilisation complète d'un écosystème comparable à celui de la période anté-crise n'a eu lieu toutefois qu'après un intervalle de temps correspondant à un cycle de précession.

Les recherches ont aussi bénéficié du soutien financier de l'UMR 5143, du Département Histoire de la Terre du MNHN et du PPF MNHN « Structure et évolution des écosystèmes ».

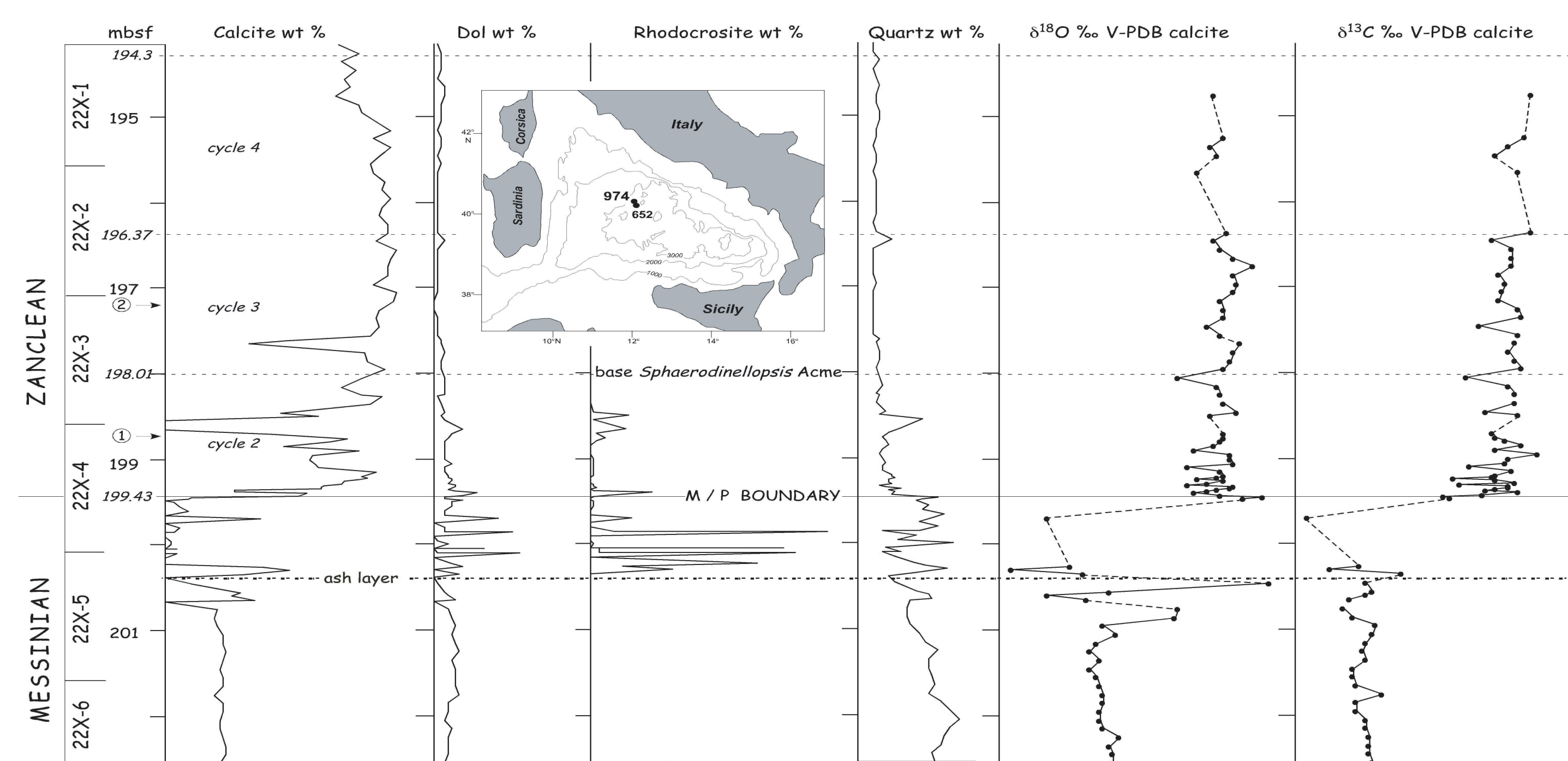


Illustration du démarrage de la crise: Les corrélations bio-et cyclostratigraphiques des coupes de Serra Pirciata et Falconara montrent que la dégradation du milieu, marquée par l'apparition du calcaire de base, a démarré vers 5,96 Ma, mais le début de la précipitation évaporitique est intervenue plus tardivement (d'après Caruso and Rouchy, 2006).

REFERENCES PRINCIPALES

- Caruso A. and Rouchy J.M., 2006, In Lugli S. et al., Acta naturalia de l'Ateneo Parmense, 42, 4, 199 p.
- Jolivet L. et al., 2006, Sedimentary Geology, 188/189, 9-34.
- Kouwenhoven T.J. et al., 2006, Marine Micropalaeontology, 60, 17-44.
- Pierre et al., 2006, Sedimentary Geology, 188/189, 319-340.
- Rouchy J.M. and Caruso A., 2006, Sedimentary Geology, 188/189, 35-68.
- Orszag-Sperber F. et al., 2006, Sedimentary Geology, 188/189, 259-278.
- Rouchy J.M. et al., 2006, Sedimentary Geology, 188/189, 1-8.
- Morigi C. et al., 2007, Geobios, 40, 267-279.
- Rouchy J.M. et al., 2007, Palaeogeogr. Palaeoclimatol., Palaeoecol., in press
- Edition de volumes spéciaux: Rouchy J.M. et al. (Eds.), 2006, Sedimentary Geology, vol. 188-189, 20 articles, p. 1-398. SUC J.P., et al. (Eds.), 2007, Geobios, vol. 40, 17 articles, p. 231-244.

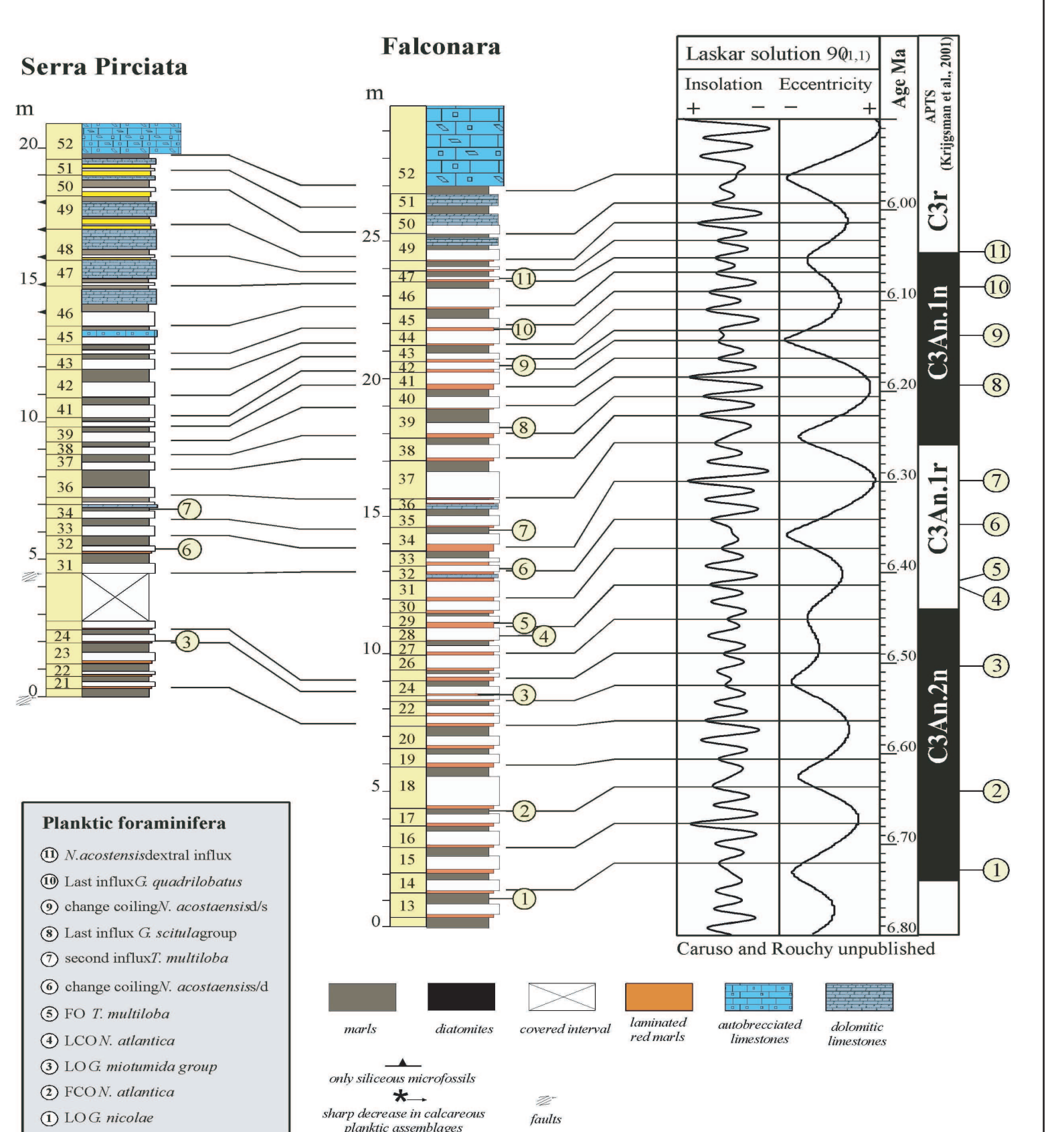


Illustration de la remise en eau marine: L'étude biostratigraphique, minéralogique et de la composition des isotopes stables des carbonates des carottes du sondage ODP 974 en mer Tyrrhénienne, montre que le remplissage marin intervient très rapidement au début du Zancléen, succédant aux conditions instables et marquées par une forte dilution des eaux pendant le Messinien terminal (d'après Pierre et al., 2006).