Vers une évaluation spatio-temporelle détaillée de l'impact de la Crise de Salinité Messinienne et de ses facteurs de contrôle *(Partie 2)*

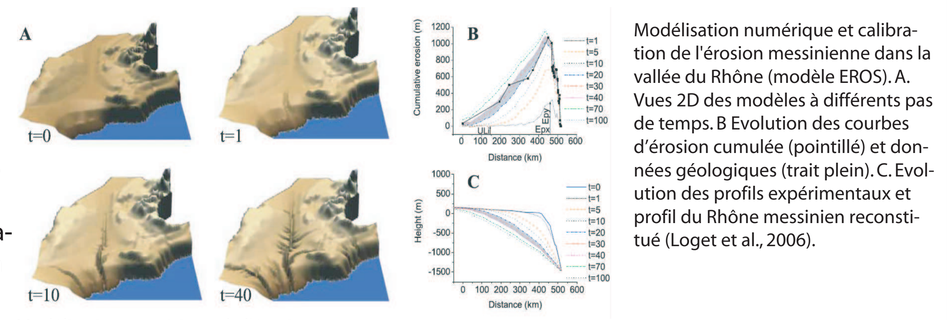
DEVERCHERE Jacques (1), GORINI Christian (2), coordinateurs du projet et de l'équipe F°
CONESA Gilles (3), VAN DER DRIESSCHE Jean (4), COLIN Christophe (5), coordinateurs des équipes C*, D**, E***

(1) Institut Universitaire Européen de la Mer (IUEM), Université de Bretagne Occidentale (UBO), CNRS UMR6538 *Domaines Océaniques*, Place Nicolas Copernic, 29280 Plouzané, France, coord. Equipe F
(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) Centre de Sédimentologie - Paléontologie, FRE CNRS 2761 "Géologie des Systèmes Carbonatés", Univ. Provence, 3 Place Victor Hugo, 13331 Marseille, France, coordinateur Equipe C*
(4) Géosciences Rennes, CNRS UMR 6118, Université Rennes 1, Campus de Beaulieu, 35042 Rennes, France, coordinateur Equipe D**
(5) Laboratoire Interactions et Dynamique des Environnements de Surface (IDES), CNRS UMR 8148, Université de Paris-Sud, 91405 Orsay, France, coordinateur Equipe E***

***Equipe C**: ANDRE Jean-Pierre, BORGOMANO Jean, CONESA Gilles, CORNEE Jean-Jacques, LAMARCHE Juliette, MANSOUR Bouhameur, MUNCH Philippe, RIBAUD Anne, SAINT MARTIN Jean-Paul, SAINT MARTIN Simona, VILLIER Loïc
****Equipe D**: BABAULT Julien, CASTELLTORT Sébastien, DAVY Philippe, LOGET Nicolas, NERAUDEAU Didier, VAN DER DRIESSCHE Jean, VIDET Blaise
*****Equipe E**: COLIN Christophe, SEGUENI Farid, SIANI Giuseppe
°**Equipe F**: BACHE François, CAPRON Alexis, DEVERCHERE Jacques, GAULLIER Virginie, GILLET Hervé, GORINI Christian, GUENNOC Pol, LERICOLAIS Gilles, LOFI Johanna, LONCKE Lies, MAILLARD Agnès, OBONE Edda, RABINEAU Marina, REHAULT Jean-Pierre, SAGE Françoise, THINON Isabelle, YELLES Karim

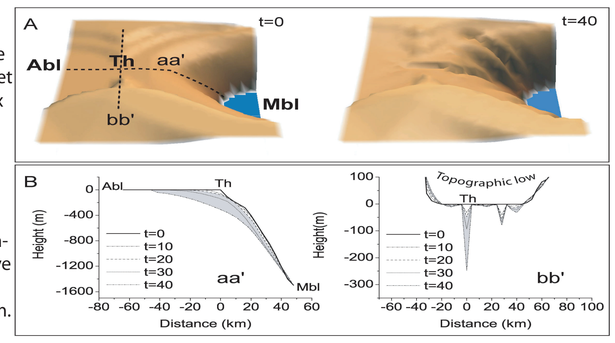
Equipe D: Dynamique de l'érosion continentale pendant la crise messinienne

(1) Le Rhône messinien : Lors de la CSM, la chute considérable (1500m) et rapide (105 ans) de la Méditerranée a entraîné la propagation rapide et très en amont de l'incision fluviatile. L'analyse morphologique et la simulation numérique de cet événement dans la vallée du Rhône montrent une relation non linéaire entre l'incision et l'aire drainée et pour une faible longueur de transport des sédiments. Celle-ci (> 2 ordres de grandeur inférieure à la longueur du Rhône) suggère que le profil longitudinal s'est relaxé suivant un mode diffusif, expliquant l'absence de préservation de « knickpoint ». Si la propagation de l'incision après une chute du niveau de base est très rapide (105 ans) à l'échelle des temps géologiques (nature diffuse de la réponse des rivières), le retour à un profil d'équilibre est très long.
(2) Les bassins-versants messiniens : Les relations entre les incisions messiniennes et le réseau de drainage actuel autour de la Méditerranée occidentale montrent que les pentes régionales étaient dirigées dans la même direction au Miocène supérieur et que la dimension des bassin versants de cette époque étaient comparables à l'actuel. Par contre, l'absence d'incision messinienne à l'intérieur du bassin d'avant-pays de l'Ebre montre que celui-ci n'était toujours pas connecté à la Méditerranée au moment de la CSM. La comparaison entre volume érodé au niveau du versant sud des Pyrénées, du bassin de l'Ebre et de ses marges, et volume sédimenté dans le delta de l'Ebre et la fosse de Valence, suggère une connexion à partir du Pliocène.
(3) Le détroit de Gibraltar et la fin de la CSM : La fin de la CSM est le résultat de l'intense érosion régressive qui s'est développée suite à la chute dramatique du niveau de base de la Méditerranée. L'incision fluviatile développée dans la région de Gibraltar a eu pour résultat l'ouverture du détroit et la capture des eaux de l'Atlantique sans qu'il soit nécessaire d'invoquer une cause d'ordre tectonique.



Modélisation numérique et calibration de l'érosion messinienne dans la vallée du Rhône (modèle EROS). A. Vues 2D des modèles à différents pas de temps. B Evolution des courbes d'érosion cumulée (pointillé) et données géologiques (trait plein). C. Evolution des profils expérimentaux et profil du Rhône messinien reconstitué (Loget et al., 2006).

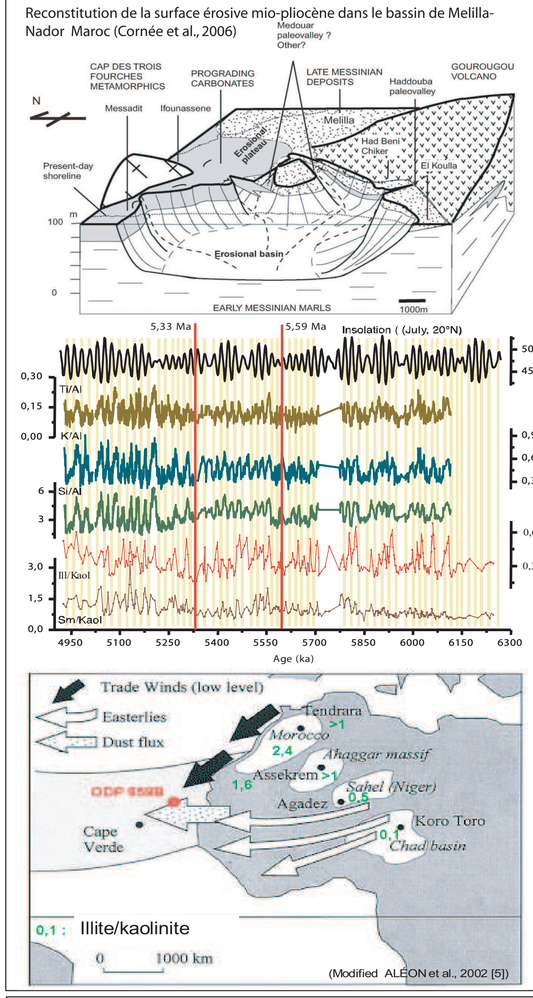
Modélisation numérique de l'érosion messinienne au niveau du détroit de Gibraltar induisant à terme une capture des eaux de l'Atlantique. A : Vues 2D. B et C : Profils longitudinaux et transversaux à différents pas de temps. Abl et Mbl : niveaux de bases respectif de l'Atlantique et de la Méditerranée (Loget et al. 2005).



THESE SOUTENUE: Loget N., 2005. Dynamique de l'érosion fluviatile consécutive à une chute du niveau de base. L'exemple de la crise messinienne, Mém. Géosciences Rennes n°119, 226 pages.

QUELQUES REFERENCES RECENTES
Babault J., Loget N., Castelltort, S., Van Den Driessche, J., Bonnet, S. and Davy P., Did the Ebro basin connect to the Mediterranean before the Messinian Salinity Crisis? Geomorphology, 2006, 81, 155-165 doi:10.1016/j.geomorph.2006.04.004.
Loget N., Van Den Driessche J. & Davy P. (2005). How did the Messinian Salinity Crisis end ? Terra Nova, doi : 10.1111/j.1365-3121.2005.00627.x
Loget N., P. Davy, J. Van Den Driessche (2006), Mesoscale fluvial erosion parameters deduced from modeling the Mediterranean sea level drop during the Messinian (late Miocene), J. Geophys. Res., 111, F03005, doi:10.1029/2005JF000387.
Loget N., Van Den Driessche J., 2006. On the origin of the Strait of Gibraltar. Sedimentary Geology, 188-189, 341-356.

Equipes C et E: Relations Méditerranée-Atlantique



1. Communications paléocéanographiques tortono-messiniennes (G. Conesa et coll.)

La qualité des communications atlanto-méditerranéennes via le Corridor Sud-Rifain a été estimée par l'étude (1) des environnements sédimentaires de Bassins Néogènes (Cornée et al., 2004 ; Garcia et al., 2004), (2) de la surface érosive aérienne mio-pliocène (Cornée et al., 2006a, 2006b), (3) de marqueurs paléocéanographiques (El Ouahabi et al., 2007 ; Saint Martin et al., 2007 ; Mansour et al., sous presse), et par (4) la réalisation de datations 40Ar/39Ar (Münch et al., 2006). L'instauration des communications survient vers 8 Ma (Krijgsman et Langereis, 2000). L'optimum des circulations océaniques serait atteint vers 6,8 Ma dans le Rif Nord Oriental (Cornée et al., 2004). Malgré la restriction des circulations qui s'en suit, jusqu'à leur arrêt proposé à 5,96 Ma (Van Assen et al., 2006), les diatomées du Rif et du Bassin Algérien témoignent à cette période d'influences océaniques marquées et d'upwellings. La prise en compte des diatomées soulève la question d'une pérennité de bonnes communications jusqu'à 5,96 Ma, début de la crise de salinité messinienne. Les environnements marins perdurent dans le Rif au moins jusqu'à 5,77 Ma avant l'émersion généralisée fini-messinienne (Cornée et al., 2006a, 2006b).

2. Conditions paléo-environnementales et changements hydrologiques de l'Atlantique à la transition Mio-Pliocène (C. Colin et coll.)

Un bilan minéralogique et géochimique des sédiments du Site ODP 659 a permis d'établir un nouveau modèle de dépôt des sédiments au niveau du Cap Vert, zone clé dans la restitution des apports éoliens à l'Atlantique depuis le continent africain. Nous contraignons les zones d'alimentation et les voies de transport du matériel sédimentaire au plateau du Cap Vert et montrons un lien étroit entre la sédimentation et les changements de la mousson nord-africaine. Grâce à de nouveaux traceurs minéralogiques et géochimiques des changements passés de la mousson, nous montrons, outre un contrôle très étroit de la mousson africaine par l'insolation reçue par la Terre aux basses latitudes, l'existence de changements de son régime qui échappent à tout contrôle orbital : ils semblent liés aux changements paléogéographiques du domaine méditerranéen en liaison avec l'assèchement progressif et la remise en eau du bassin de la Méditerranée lors de la CSM. Les isotopes stables de l'oxygène et du carbone des foraminifères benthiques Cibicides wuellerstorfi ont permis de restituer, sur une échelle d'âge orbitale, les variations de l'hydrologie profonde en Atlantique et celles du niveau marin. Nous confirmons ainsi que la fermeture des ponts océaniques Méditerranée - Atlantique au cours de la CSM n'est pas contrôlée par les variations eustatiques.

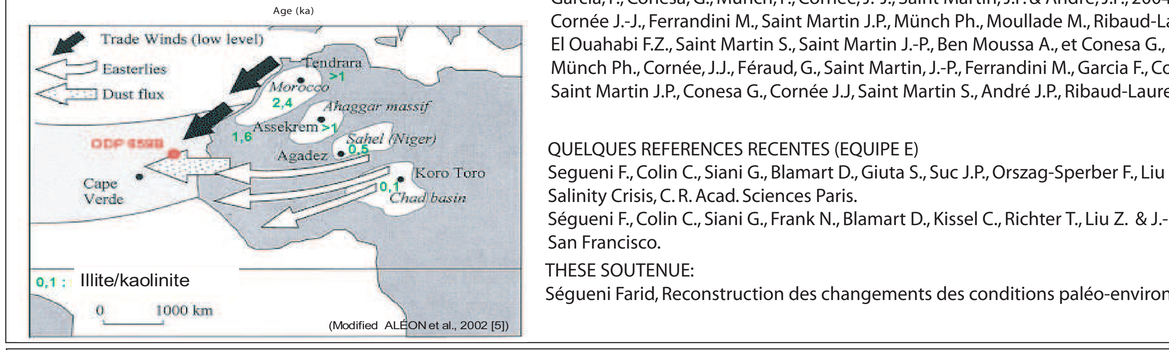
QUELQUES REFERENCES RECENTES (EQUIPE C)
Cornée, J.J., Saint Martin, J.P., Conesa, G., Münch Ph., André, J.P., Féraud, G., Münch, P., Saint-Martin S., & Roger, S., 2004, International Journal of Earth Sciences, 93 : 621–633.
Garcia, F., Conesa, G., Münch, P., Cornée, J.-J., Saint Martin, J.P. & André, J.P., 2004, Géobios, 37 : 23 – 36.
Cornée J.-J., Ferrandini M., Saint Martin J.P., Münch Ph., Moullade M., Ribaud-Laurenti A., Roger S., Saint Martin S. & J. Ferrandini, 2006a, Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 230 : 129-154.
El Ouahabi F.Z., Saint Martin S., Saint Martin J.-P., Ben Moussa A., et Conesa G., 2007, Revue de Micropaléontologie, 50 : 149-167.
Münch Ph., Cornée, J.J., Féraud, G., Saint Martin, J.-P., Ferrandini M., Garcia F., Conesa, G., Roger S. & Moullade M., 2006, International Journal of Earth Sciences, 95 : 491-503.
Saint Martin J.P., Conesa G., Cornée J.J, Saint Martin S., André J.P., Ribaud-Laurenti A. et Benmoussa A., 2007, Comptes Rendus Palevol., 6 : 73-85.

QUELQUES REFERENCES RECENTES (EQUIPE E)
Segueni F., Colin C., Siani G., Blamart D., Giuta S., Suc J.P., Orszag-Sperber F., Liu Z., Frank N. et L. Briqueu (sous presse), Variations of sea level and of Northern African climate between 6,2 and 4,9 Myr ; relationships with the Messinian Salinity Crisis, C. R. Acad. Sciences Paris.
Ségueni F., Colin C., Siani G., Frank N., Blamart D., Kissel C., Richter T., Liu Z. & J.-P. Suc (2006), Past changes of the North African monsoon intensity between 5 and 6.2 My, impact of the Messinian Salinity Crisis (MSC), AGU Fall Meeting, San Francisco.

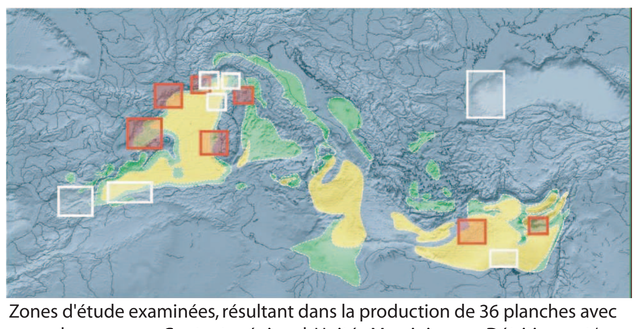
THESE SOUTENUE:
Ségueni Farid, Reconstruction des changements des conditions paléo-environnementales du Mio-Pliocène : impacts de la crise de salinité messinienne en domaine extra-méditerranéen, Soutenue le 19 Janvier 2007, IDES, Orsay.

Equipe F: Caractérisation des parties profondes des marqueurs de la CSM (Crise de Salinité Messinienne)

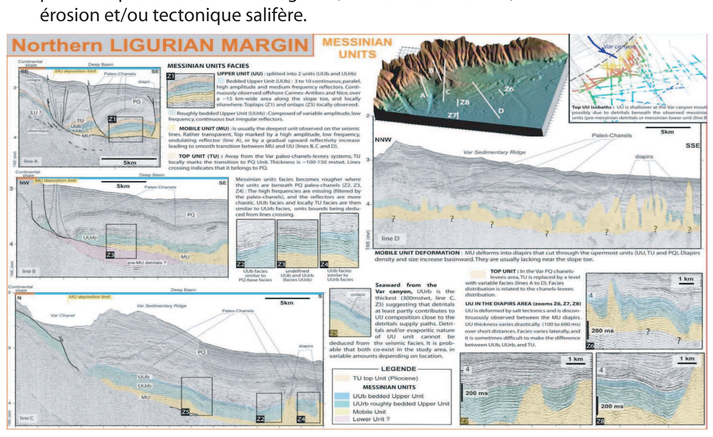
Nous avons élargi au domaine marin la « vision » de l'événement messinien qui reposait surtout sur les affleurements au sein des bassins périphériques, ne représentant qu'un enregistrement partiel de la CSM. Nos données ont elles enregistré l'intégralité de l'événement messinien, et notamment la phase d'exondation des marges. Nous avons clarifié la terminologie des unités messiniennes offshore, parfois ambiguë pour les intégrations terre-mer. De nombreux chantiers ont été étudiés grâce à de nouvelles données de sismique-réflexion : un atlas synthétique (~40 planches) est mis pour la première fois à la disposition de la Communauté. Il permet d'imager les marqueurs sismiques typiques de la CSM. L'étude comparée des différents chantiers permet d'analyser l'impact de la CSM sur des segments de marge en contexte d'évolution structurale et géodynamique variés. Quelle que soit la zone d'étude considérée, on retrouve de manière systématique une série/association caractéristique de marqueurs messiniens, plus ou moins complète selon les secteurs géographiques, présentant à la fois des similitudes et des différences (spatiales, temporelles et géométriques). Nous avons porté notre effort sur les corrélations spatio-temporelles, lithologiques et stratigraphiques entre les unités et surfaces reconnues. L'expression de la CSM est plus complexe en pied de marge que sur les parties hautes. En amont, la surface d'érosion messinienne (SEM), aussi observée à terre dans les bassins périphériques, peut être considérée comme une surface diachrone, polygénique et sensiblement unique. En revanche, en direction du bassin, si la morphologie préexistante y est propice (eg. bassins intermédiaires ou suspendus et peu pentés), plusieurs surfaces d'érosion peuvent être observées. Elles témoignent d'oscillations du plan d'eau abaissé et de complexités régionales (effets de seuils, bilan hydrique positif).



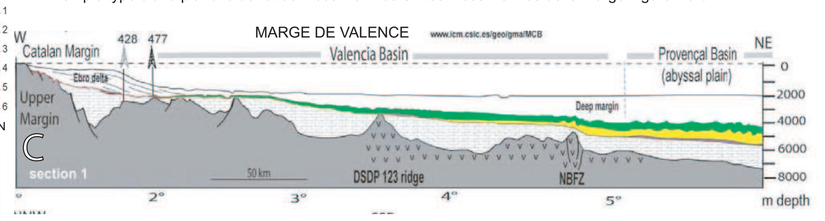
3 exemples de marges interprétées sur la base des profils sismiques utilisés pour cette étude (line drawings):
- A. Golfe du Lion (d'après Lofi et al., 2005);
- B. Marge Algérienne (campagne MARADJA 2003);
- C. Marge du golfe de Valence (d'après Maillard et al., 2006).



Zones d'étude examinées, résultant dans la production de 36 planches avec pour chaque zone: Contexte régional, Unités Messiniennes, Détritisme et/ou érosion et/ou tectonique salifère.



Exemple type d'une planche de l'atlas Messinien: les Unités Messiniennes de la marge Ligure Nord.



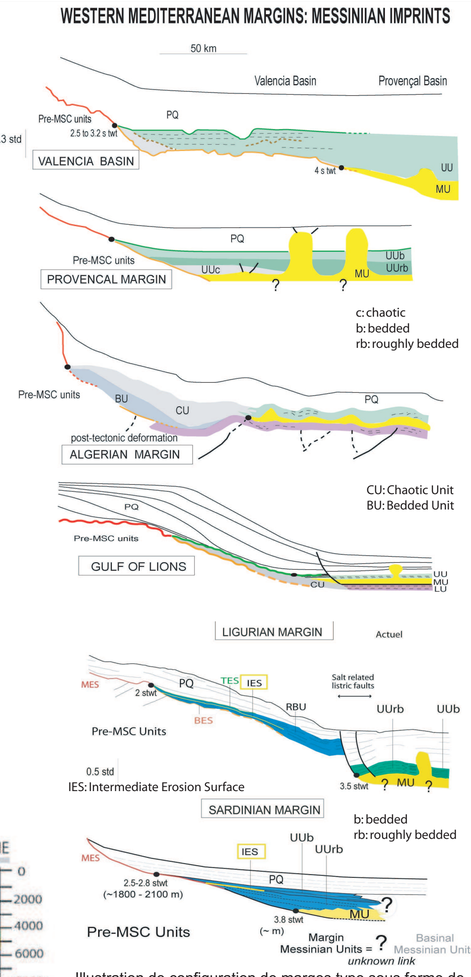


Illustration de configuration de marges type sous forme de coupes schématiques dans le bassin occidental, montrant notamment les variations très importantes des dépôts messiniens et des érosions.

REFERENCES PRINCIPALES
Gillet H., Lericolais G., Rehault J.P. (2007), Messinian event in the black sea: Evidence of a Messinian erosional surface, Marine geology, 244(1-4), 142-165.
Gorini C., Lofi J., Duvail C., Guennoc P., Dos Reis A.T. (2005). The Late Messinian salinity crisis and Late Miocene tectonism: interaction and consequences on the physiography and post-rift evolution of the Gulf of Lions margin. Marine and Petroleum Geology Special issue, 22(6-7), 695-712 .
Lofi J., Gorini C., Berné S., Clauzon G., Dos Reis A.T., Moutain G., Ryan W.B.F., Steckler M.S. (2005). Erosional processes and paleo-environmental changes in the western Gulf of Lion (SW France) during the Messinian Salinity Crisis. Marine Geology 217(1-2), 10959
Maillard A., Gorini C., Mauffret A., Sage F., Lofi J., Gaullier V. (2006). Offshore evidence of polyphase erosion in the Valencia Basin (Northwestern Mediterranean): Scenario for the Messinian Salinity Crisis. Sedimentary Geology, 188-189, 69-91.
Sage F., Von Gronefeld G., Déverchère J., Gaullier V., Maillard A., Gorini C. (2005). A record of the Messinian Salinity Crisis on the western Sardinia margin, Northwestern Mediterranean. Marine and Petroleum Geology Special issue, 22(6-7), 757-773 .