

Titre en français

Reconstitution géologique et détermination des facteurs de contrôle d'évolution du littoral Occitan (lidos de La Palme et Canet). Emboîtement d'échelles temporelles et implications pour la réponse future au changement climatique global.

Etablissement : Université de Perpignan Via Domitia

Ecole Doctorale : Energie et Environnement

Spécialité : Océanologie

Unité de Recherche : UMR 5110 Cefrem

Encadrant principal/ co-encadrant(s)

Raphaël Certain MCF HDR/Olivier Raynal IR

Afin d'obtenir des informations complémentaires : certain@univ-perp.fr

Les candidats doivent déposer leur dossier sur le site ADUM ou l'envoyer à Raphaël Certain avant le 27 avril 2025. Une audition orale des candidats sélectionnés lors de l'évaluation des dossiers écrits sera effectuée par les encadrants de la thèse.

Pièces à fournir :

CV et lettre de motivation

Bulletins de notes du Master 1 et du 1^{er} semestre de M2 avec rang si possible

Référence de deux contacts (dont préférentiellement les tuteurs de stages M1/M2)

Début et fin de la thèse : octobre 2025 – septembre 2028

Mots clés – Keywords : géologie du littoral/lidos sableux/ morphodynamique des barrières sableuses microtidales/ processus globaux vs locaux/ niveau marin relatif

Profil et compétences recherchées - Profile and skills required

Titulaire d'un diplôme de Master ou école d'ingénieur avec des notions/expériences dans le domaine des géosciences et de la dynamique littorale.

Sujet demandant à la fois une maîtrise des techniques géophysiques de pointe et une très bonne aptitude à la prospection sur le terrain pour l'étude des géométries internes des corps sédimentaires. Maîtrise des logiciels SIG et des connaissances en géologie, sédimentologie et dynamique des systèmes littoraux. Bon niveau d'anglais demandé et appétence pour la rédaction d'articles scientifiques.

Thématique / Domaine / Contexte

Avec une augmentation globale du niveau marin qui ne cesse d'accélérer et qui devrait atteindre 40 à 80 cm à la fin du siècle (Fig. 1) et des apports en sédiments particulièrement contraints (Brunel et al., 2014; Lique et al., 2008), il est primordial d'apporter un diagnostic sur l'évolution des littoraux sableux qui sont particulièrement réactifs. L'Homme occupe ces milieux et son implantation socio-économique ne cesse d'y augmenter (France et al., 2011), comme en région Occitanie dont le littoral sableux contrôle une grande partie de l'économie touristique et des engagements financiers comme le Plan Littoral 21.

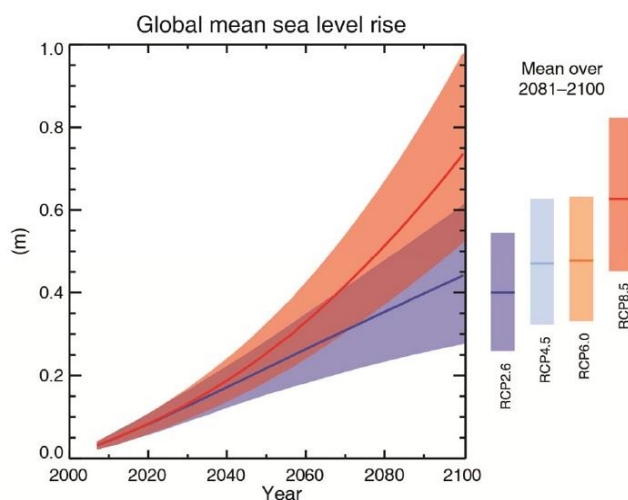


Fig. 1 : Projections d'augmentation du niveau marin (GIEC, 2011).

L'étude des barrières sableuses ou lidos, en particulier pour les côtes microtidales tectoniquement stables comme celles de Méditerranée Occidentale, s'avère primordiale (Barusseau et al., 2010; Benallack et al., 2016; Dominguez et al., 1992; Poirier et al., 2017). Améliorer la connaissance de cet environnement est la clé pour tenter de prédire avec justesse la réponse des littoraux sableux faces aux changements globaux annoncés (Brunel and Sabatier, 2009; Ortega et al., 2013; Plater and Kirby, 2011; Pont et al., 2002; Ranasinghe, 2016). Ce travail passe par la reconstitution de la paléogéographie d'un maximum de sites diversifiés pour augmenter la robustesse des courbes du niveau marin relatif obtenues et des facteurs de contrôle diagnostiqués (i.e. Kemp et al., 2013; Meyssignac and Cazenave, 2012; Morhange et al., 2006).

Description de la problématique de recherche - Project description

Ce sujet de doctorat porte sur l'étude de l'évolution des lidos sableux microtidaux de la région Occitanie à terre et en mer. L'objectif de ce travail est de définir les modalités de construction et d'évolution à différentes échelles temporelles de deux sites d'études complémentaires, le lido de Canet et celui de La Palme : 1) à l'échelle pluri-millénaire pour identifier les tendances long terme d'évolution, 2) à l'échelle pluri-décennale récente pour confronter les trajectoires actuelles avec celles précédemment obtenues. Ce travail cherchera à établir le rôle des processus mis en jeu et de questionner la part des facteurs de contrôle globaux, communs aux deux sites et conforme à la bibliographie régionale, et locaux (dérive littorale, disponibilité en sédiment, rôle du substratum géologique, ...), spécifiques à chacun des sites. Ce travail permettra de compléter la courbe d'évolution du niveau marin relatif admise pour la Méditerranée Occidentale en rajoutant des points pour le secteur du Golfe du Lion pour l'instant sous-représenté (Vacchi et al., 2018). Le but est *in fine* de préciser leur sensibilité aux changements climatiques à venir, notamment l'augmentation du niveau de la mer, la carence en sédiment, les modifications de la contrainte hydrique dans les lagunes et celles des forçages comme les tempêtes/vents (forces et orientations).

Deux sites du littoral sableux Occitan sont retenus, celui des Coussoules (ancienne baie entre Port-la-Nouvelle et la Franqui, Aude, 11) qui concentre de forts enjeux socio-économiques (port industriel de Port-La-Nouvelle et stations balnéaires) et environnementaux (Parc Naturel Régional de la Narbonnaise, site Natura 2000) et celui du lido de Canet/Saint Cyprien qui présente aussi des enjeux environnementaux forts (site Natura 2000, Parc Naturel Marin du Golfe du Lion) et la présence d'une route littorale essentielle. Ces sites présentent surtout des caractéristiques uniques en région, en plus d'être les seuls à pouvoir fournir des images de qualité de leurs architectures internes à terre grâce aux tests réalisés, comme l'intervention originale de forts vents de terre

poussant le matériel sédimentaire vers la mer ainsi qu'une grande diversité d'objets sédimentaires qui en font des laboratoires naturels des processus morpho-sédimentaires en milieu microtidal méditerranéen. Ces secteurs présentent par ailleurs la particularité d'avoir enregistré jusqu'à récemment une progradation de leurs traits de côte vers la mer (Larue et al., 2009) ce qui contraste avec la plupart des autres sites de la façade maritime régionale déjà étudiés qui présentent une érosion marquée (Certain et al., 2004 ; Ferrer, 2010 ; Raynal, 2008). Ils sont donc complémentaires et permettent de répondre au croisement de l'échelle long terme marquée par des progradations de la ligne de rivage et les tendances actuelles qui commencent à initier une rétrogradation. Leur proximité permettra de distinguer les facteurs communs qui pourront être considérés comme globaux et les disparités qui pourront être rattachées à l'influence de facteurs locaux. Ils n'ont de plus pas fait l'objet d'une réactualisation récente depuis les premiers travaux menés dans les années 1980 (Martin et al, 1981).

Objectifs

Ce sujet de doctorat repose sur deux objectifs scientifiques principaux correspondant à différentes échelles temporelles complémentaires. Il interroge l'emboîtement de ces échelles avec notamment l'implication des processus actuels dans l'enregistrement long terme.

Objectif 1 : Modalités de construction de ces systèmes littoraux et évolution long terme.

Le but est de détailler la mise en place chronologique des structures sédimentaires littorales emboîtées ayant abouti à la fermeture des lidos, comme l'ancienne baie de La Franqui (Fig. 2) et d'élaborer *in fine* un schéma général de construction de ces systèmes littoraux depuis la stabilisation du niveau marin à son niveau proche de l'actuel autour de 6500 ans. Cette analyse passe par la détermination des processus globaux versus locaux qui participent à contrôler ces systèmes et permettra d'affiner la courbe de variation du niveau marin relatif sur cette période pour la Méditerranée occidentale.

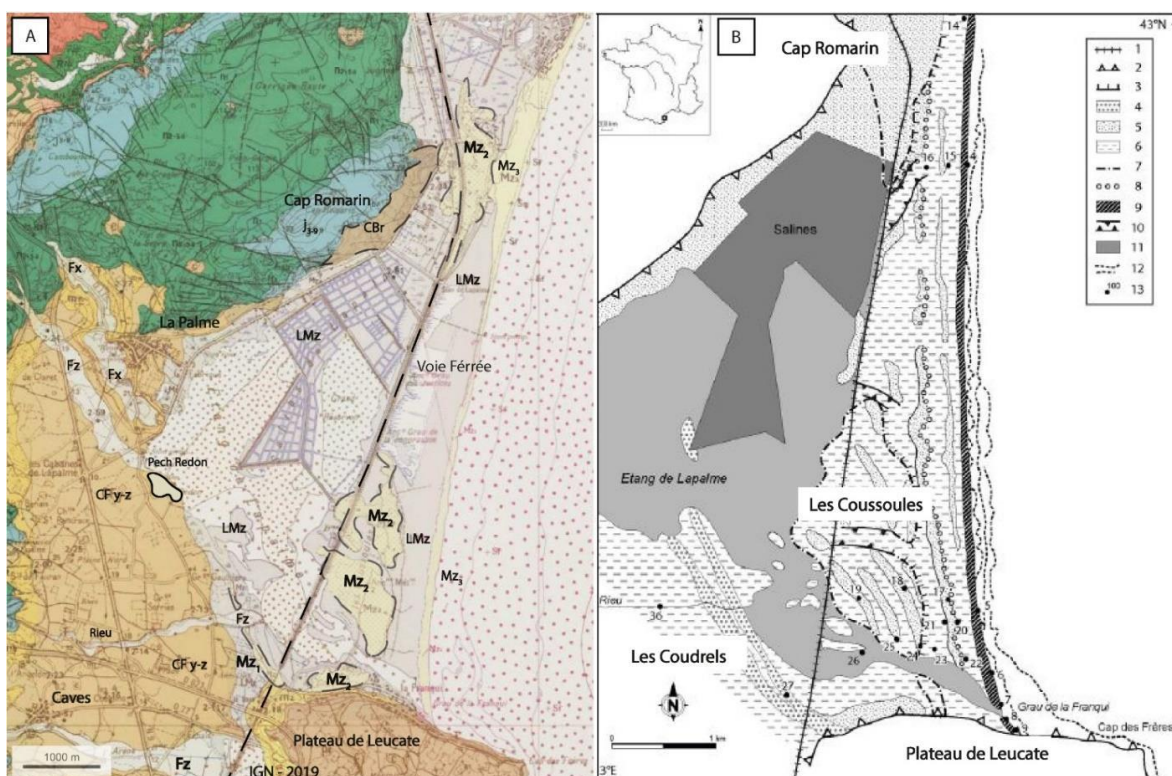


Fig. 2 : Carte géologique et schématisation du remplissage sédimentaire littoral (Larue, 2009)

Objectif 2 : Evolution pluri-décennale à actuelle de la dynamique de ces barrières sableuses

Le travail consistera à exploiter les bases de données existantes concernant la dynamique des traits de côte, archivées depuis les dernières décennies. Le but est d'obtenir des indications de tendances récentes de dynamique des traits de côte. L'idée est alors de confronter les tendances actuelles avec les tendances millénaires établies dans l'objectif 1. Ce travail permettra d'entamer une réflexion sur le rôle des processus actuels dans l'enregistrement long terme et de questionner les modalités d'emboîtement des échelles temporelles dans l'évolution des barrières microtidales. Il permettra aussi de commencer à apporter un diagnostic sur l'impact du changement global initié, notamment l'augmentation du niveau de la mer.

Méthode

Le but est d'obtenir une image complète des architectures internes des sites sur un continuum terre-mer, depuis les formations anciennes de fond de baie jusqu'au plateau interne et de décrire leur chronologie de mise en place. Le groupe LMUSCA du CEFREM (Littoral MultiScale Analyses) dispose de l'accès à une [plateforme](#) (IEEM) autour de l'expertise scientifique et des moyens à la mer ainsi que de tout le matériel géophysique nécessaire (dont une partie a été acquise récemment à l'aide de projets BQR UPVD) pour réaliser cette étude exhaustive en coupe du milieu littoral sableux (géoradar (Fig. 3), sismique terrestre et marine, levés au DGPS cinématique, carottages, laboratoire d'analyses sédimentologiques). Les photos aériennes qui seront utilisées depuis 1942 ainsi que les données satellites disponibles depuis 1985 sont déjà dans la base de données géoréférencées du laboratoire. La partie carottages (Ginger CEBTP) permettant la calibration de l'imagerie géophysique et la récolte du matériel sédimentaire pour identification paléo-environnementale (analyse de la microfaune réalisée au Cefrem) et datations (C14 -Micadas, Alfred Wegener Institut- et OSL- Université de Rennes-) a déjà été sous-traitée à des entreprises de service en raison de l'importance des moyens à mettre en œuvre en présence de galets et des profondeurs à atteindre (-10m). Certaines analyses géochimiques sur les sédiments, comme les amino-acides ou les lames minces, sont aussi en cours d'analyse dans des laboratoires partenaires (Northern Arizona University, Université de Bourgogne).

Le travail portera donc en grande partie sur des données déjà acquises qui montrent d'ores et déjà la pertinence du sujet et la qualité des informations acquises, qui seront ponctuellement complétées par un travail de prospection sur le terrain durant la période de doctorat pour compléter les informations manquantes identifiées.

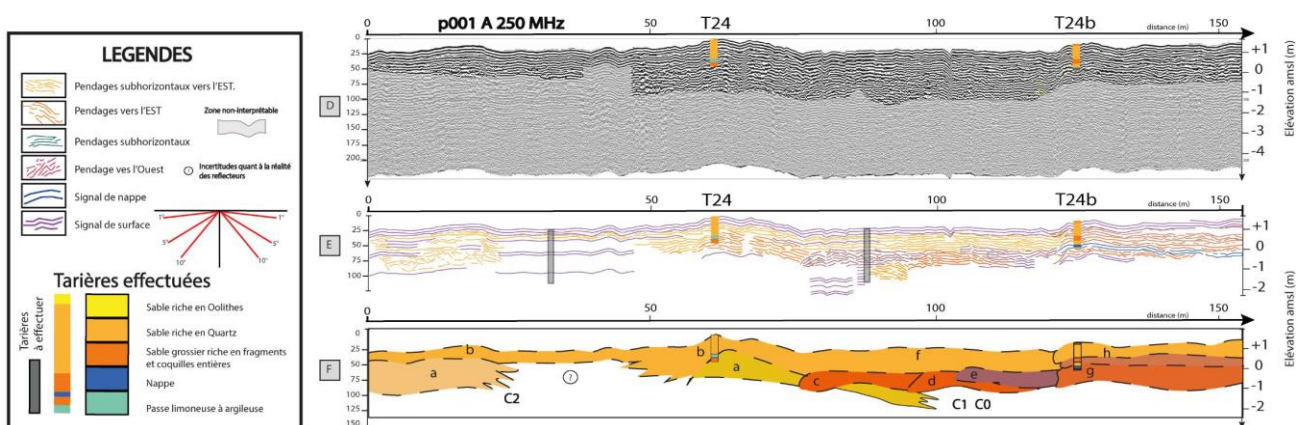


Fig. 3 : Exemple de profil géophysique obtenu au Géoradar avec son interprétation en coupe (Charpentier, 2021).

Résultats attendus - Expected results

- 1) Précisions sur la courbe de remontée du niveau marin relatif post-glaciaire depuis sa stabilisation il y a environ 6500 ans pour la Méditerranée nord-occidentale à l'aide de l'établissement de SLIPs (Sea Level Index Points) et confrontation aux résultats déjà obtenus pour d'autres sites méditerranéens (Vacchi et al., 2018)
- 2) Détermination de l'organisation des dépôts sédimentaires résultants à l'aide de techniques géophysiques de pointe pour aboutir à l'historique de l'édification et d'évolution de ces barrières microtidales à la fois sur le long terme et sur la période récente pour confronter les tendances. Ceci permettra de replacer les tendances récentes observées du trait de côte (en particulier pour le site de La Franqui qui fait partie des sites labélisés par le SNO CNRS DYNALIT) dans un cadre historique long terme et de raisonner sur l'emboîtement des échelles temporelles étudiées
- 3) Identification de la part relative des facteurs de contrôle globaux et locaux, notamment les apports sédimentaires par la dérive littorale, le rôle du fort vent de terre de Tramontane, l'agitation marine à caractère très discontinu méditerranéen, l'absence de marée, les variations absolues du niveau de la mer et le rôle de la morphologie héritée
- 4) Conclusions sur les modalités de cimentation du sédiment oolithique du site des Coussoules unique sur la façade nord méditerranéenne occidentale à l'aide d'analyses granulométriques, géochimiques et de datations qui permettra de préciser le climat au moment de leur formation. Ceci va permettre de replacer, en complément de l'étude d'encoches marines sur falaise calcaires de fond de baie, les évolutions observées depuis l'avant-dernier stade interglaciaire (Eemien, stade isotopique 5e, il y 125 000 ans) jusqu'à l'actuel si l'hypothèse sur l'âge des oolithes est confirmée.

Précisions sur l'encadrement - Details on the thesis supervision**Conditions scientifiques matérielles et financières du projet de recherche**

90% des données sont déjà acquises (Robinet, 2023 ; Llucia, 2023 ; Charpentier, 2021 ; Dufour, 2020). Les coûts des campagnes de prospection complémentaires sont peu élevés et seront prélevés sur des reliquats de fonds propres du groupe de recherche LMUSCA du Cefrem, tout comme les coûts environnés du travail de doctoraux. Ponctuellement un complément pourra être demandé lors des appels à projets du laboratoire pour le paiement de datations complémentaires si nécessaire et/ou vers la Fédération de Recherche FREE de l'UPVD dans la mesure dans le cadre de projet commun avec des chantiers d'archéologie situés sur un des sites d'étude qui intéressent les collègues de Tautavel. Ce site emblématique de La Palme est géré par le PNR de la Narbonnaise qui soutient le projet en pouvant apporter des personnels et soutien logistique lors des campagnes d'acquisition.

Objectifs de valorisation des travaux de recherche du doctorant : diffusion, publication et confidentialité, droit à la propriété intellectuelle,...

La valorisation de ce travail sera déclinée sous la forme de publications dans des revues d'audience internationale ainsi que des congrès (un ou deux articles sont pressentis sur l'emboîtement des échelles dans l'enregistrement sédimentaire et le rôle des facteurs globaux et locaux ; un autre sur la sédimentologie et la géochimie de formation des oolithes), tout en produisant des informations compréhensibles par les acteurs de la gestion du littoral et diffusé sur le site internet dédié (<https://elmusca.wordpress.com/>).

Ceci permettra aux gestionnaires de ces milieux naturels de disposer des éléments de compréhension pour la gestion environnementale et la mise en valeur de ces sites remarquables en termes de géo-interprétation.

Collaborations envisagées

Des collaborations ont été mises en place pour les analyses géochimiques (Micadas -Alfred Wegener Institut-, Université de Rennes, Northern Arizona University, Université de Bourgogne). Des collaborations pour l'étude de la microfaune ont été mises en place au sein du Cefrem lors de stages exploratoires de Master sur le sujet. L'expertise sédimentologique de deux professeurs émérites du Cefrem, Pierre Giresse et Jean-Paul Barusseau, sera mise à contribution pour l'étude de ces sites complexes dont ils ont été les précurseurs et la réflexion scientifique sera menée aussi avec Nicolas Robin MCF-HDR, spécialiste de cette thématique.

Ouverture Internationale

Ce travail rentre dans l'étude mondiale engagée sur la réponse des barrières littorales à l'augmentation anthropique du niveau de la mer et permettra d'apporter un éclairage supplémentaire.

Références bibliographiques

- Barusseau, J.P., Certain, R., Vernet, R., Saliège, J.F., 2010. Late Holocene morphodynamics in the littoral zone of the Iwik Peninsula area (Banc d'Arguin -- Mauritania). *Geomorphology* 121, 358–369.
- Benallack, K., Green, A.N., Humphries, M.S., Cooper, J.A.G., Dladla, N.N., Finch, J.M., 2016. The stratigraphic evolution of a large back-barrier lagoon system with a non-migrating barrier. *Mar. Geol.* 379, 64–77. doi:10.1016/j.margeo.2016.05.001
- Brunel, C., Sabatier, F., 2009. Potential influence of sea-level rise in controlling shoreline position on the French Mediterranean Coast. *Geomorphology* 107, 47–57. doi:10.1016/j.geomorph.2007.05.024
- Brunel, C., Certain, R., Sabatier, F., Robin, N., Barusseau, J.P., Aleman, N., Raynal, O., 2014. 20th century sediment budget trends on the Western Gulf of Lions shoreface (France): An application of an integrated method for the study of sediment coastal reservoirs. *Geomorphology* 204, 625–637.
- Certain, R., Tessier, B., Courp, T., Barusseau, J.-P., Pauc, H., 2004. Reconnaissance par sismique très haute résolution du remplissage sédimentaire de la lagune de Leucate (Aude et Pyrénées-Orientales - SE France). *Bulletin de la Société Géologique de France*. 175, 35–48.
- Charpentier, M., 2021. Caractérisation sédimentaire des cordons littoraux de la plage des Coussoules (Aude, 11), rapport de Master 1, Université de Perpignan, 35p.
- Dominguez, J.M.L., da Silva Pinto Bittencourt, A.C., Martin, L., 1992. Controls on Quaternary coastal evolution of the east-northeastern coast of Brazil: roles of sea-level history, trade winds and climate. *Sediment. Geol.* 80, 213–232. doi:http://dx.doi.org/10.1016/0037-0738(92)90042-P
- Dufour, P., 2020. Analyse par géoradar de l'architecture des dépôts littoraux de haut-niveau marin d'un littoral progradant (secteur des Coussoules à La Franqui), rapport de Master 2, Université de Perpignan, 35p.
- Ferrer, P., 2010. Morphodynamique à multi-échelles du trait de côte (prisme sableux) du golfe du Lion depuis le dernier optimum climatique (Thèse). Université de Perpignan Via Domitia, Perpignan. p255
- France, Commissariat général au développement durable, Service de l'observation et des statistiques, 2011. Le littoral, chiffres clés. Commissariat général au développement durable, Service de l'observation et des statistiques, La Défense.

- Martin, R.T., Gadel, F.Y. et Barusseau, J.P., 1981. Holocene evolution of the Canet-St Nazaire lagoon (Golfe du Lion, France) as determined from a study of sediment properties. *Sedimentology*, 28, p. 823-836.
- Meyssignac, B., Cazenave, A., 2012. Sea level: A review of present-day and recent-past changes and variability. *J. Geodyn.* 58, 96–109. doi:10.1016/j.jog.2012.03.005
- Morhange, C., Pirazzoli, P.A., Marriner, N., Montaggioni, L.F., Nammour, T., 2006. Late Holocene relative sea-level changes in Lebanon, Eastern Mediterranean. *Mar. Geol.* 230, 99–114. doi:10.1016/j.margeo.2006.04.003
- Ortega, L., Celentano, E., Finkl, C., Defeo, O., 2013. Effects of Climate Variability on the Morphodynamics of Uruguayan Sandy Beaches. *J. Coast. Res.* 289, 747–755. doi:10.2112/JCOASTRES-D-13-00003.1
- Plater, A.J., Kirby, J.R., 2011. 3.03 - Sea-Level Change and Coastal Geomorphic Response, in: Wolanski, E., McLusky, D. (Eds.), *Treatise on Estuarine and Coastal Science*. Academic Press, Waltham, pp. 39–72.
- Poirier, C., Tessier, B., Chaumillon, É., Bertin, X., Fruergaard, M., Mouazé, D., Noël, S., Weill, P., Wöppelmann, G., 2017. Decadal changes in North Atlantic atmospheric circulation patterns recorded by sand spits since 1800CE. *Geomorphology* 281, 1–12. doi:10.1016/j.geomorph.2016.12.028
- Larue, J.-P., Bouabdallah, M., Étienne, R., 2009. Un littoral sableux en progradation : le lido entre Leucate et Port-la-Nouvelle (Aude, Golfe du Lion, France). *Physio-Géo Géographie Phys. Environ.* 151–173.
- Llucia, Carla, 2023. Etude des cordons dunaires du littoral des Coussoules (Leucate), rapport de Master 1, Université de Perpignan, 35 p.
- Pont, D., Day, J.W., Hensel, P., Franquet, E., Torre, F., Rioual, P., Ibàñez, C., Coulet, E., 2002. Response scenarios for the deltaic plain of the Rhône in the face of an acceleration in the rate of sea-level rise with special attention to Salicornia-type environments. *Estuaries* 25, 337–358. doi:10.1007/bf02695978
- Kemp, A.C., Horton, B.P., Vane, C.H., Bernhardt, C.E., Corbett, D.R., Engelhart, S.E., Anisfeld, S.C., Parnell, A.C., Cahill, N., 2013. Sea-level change during the last 2500 years in New Jersey, USA. *Quat. Sci. Rev.* 81, 90–104. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.quascirev.2013.09.024
- Liquete, C., Canals, M., Ludwig, W., Arnau, P., 2008. Sediment discharge of the rivers of Catalonia, NE Spain, and the influence of human impacts. *J. Hydrol.* 366, 76–88.
- Ranasinghe, R., 2016. Assessing climate change impacts on open sandy coasts: A review. *Earth-Sci. Rev.* 160, 320–332. doi:10.1016/j.earscirev.2016.07.011
- Raynal, O., 2008. Architectures de dépôts et facteurs de contrôle d'un système côtier à faibles apports sédimentaires - le littoral languedocien (Golfe du Lion, Sud de la France). (Thèse) Université de Montpellier II. p.188
- Robinet, V., 2023. Reconstitution paleo-environnementale du complexe lagunaire de La Palme-La Franqui durant l'holocène, rapport de Master 2, Université de Perpignan, 39p.
- Vacchi, M., Ghilardi, M., Melis, R.T., Spada, G., Giaime, M., Marriner, N., Lorscheid, T., Morhange, C., Burjachs, F. and Rovere, A., 2018. New relative sea-level insights into the isostatic history of the Western Mediterranean, *Quaternary Science Reviews*, 201, 396-408.