

Bilan 2024 du projet :

“Large-scale sand bodies dynamics and sediment transfer on low-supply continental shelves : the examples of Western Brittany and Gulf of Cadiz »

Equipe :

Coordinateur/trice scientifique UBO : Pascal Le Roy (Geo-Ocean)
Autres scientifiques UBO impliqués: Nicolas Le Dantec (Geo-Ocean), Paul Daguinos (Geo-Ocean, doctorant UBO)

Université partenaire #1: Université de Cadiz
Coordinatrice scientifique: María Luján Martínez
Earth Sciences department of the Faculty of Marine and Environmental Sciences
Mail: maria.lujan@uca.es

Autre scientifique impliquée: Marina Bolado Penagos
Department of Applied Physics, Faculty of Marine and Environmental Sciences
Mail: marina.bolado@uca.es

Université partenaire #2: Université d'Algarve
Coordonateur scientifique : Erwan Garel
Coastal Dynamics at the Centre of Environmental and Marine Science (CIMA, University of Algarve).

Rappel des objectifs principaux:

Les grands corps sableux (bancs, dunes sous-marines) des plates-formes continentales à faible alimentation sédimentaire constituent des enjeux sociétaux importants pour la recherche de granulats marins, pour l'érosion côtière ou la sécurité de navigation. La caractérisation de leur origine, de leur évolution et dynamique à court-terme représentent un intérêt de premier ordre pour comprendre les processus de transferts sableux au travers les plates-formes et plus précisément entre le domaine littoral et d'avant-côte. Le projet visait ainsi à mieux caractériser ces échanges sableux à travers l'exemple de la plate-forme continentale espagnole atlantique à proximité de Tarifa pour à terme pouvoir comparer les résultats avec la plate-forme ouest-bretonne étudiée par l'équipe brestoise.

Le segment de la plate-forme espagnole étudiée est situé aux abords du détroit de Gibraltar, dans la zone du Cap de Paloma située entre les villes de Tarifa et de Cadiz. Ce segment de plate-forme continentale est associé à de forts courants engendrés par la marée, la circulation océanique associée à la distribution des masses d'eaux aux abords du détroit et le régime des vents qui sont souvent très forts et de directions alternées dominées Est (Levante) et Ouest (Ponante), (Fig.1). Ce contexte à fort hydrodynamisme est à l'origine d'une forte dispersion et d'un partitionnement sédimentaire favorisant la formation de grandes structures sédimentaires sous la forme de dunes sous-marines et de bancs. Ces structures s'intègrent dans un schéma de transfert sédimentaire à travers la plate-forme susceptible de mettre en relation les secteurs les plus externes à des profondeurs de la centaine de mètres et le domaine littoral. L'exemple de la plateforme de Paloma est en outre très intéressant car il permet de comparer les transferts étudiés sur la plate-forme

ouest-bretonne correspondant aussi à un contexte à forts courants mais présentant une largeur beaucoup plus importante (>100 km contre <10km).

Le jeu de données était déjà disponible pour une grande part mais nécessitait des analyses complémentaires incluant des traitement bathymétriques, analyses de sismique-réflexion, analyses sédimentaires et modèles hydrodynamiques. Ces analyses étaient prévues dans le cadre de la collaboration à construire entre les deux universités et à travers l'intégration de l'étude dans la préparation de la thèse de Paul Daguinos (EDSML, laboratoire Geo-Ocean, IUEM).

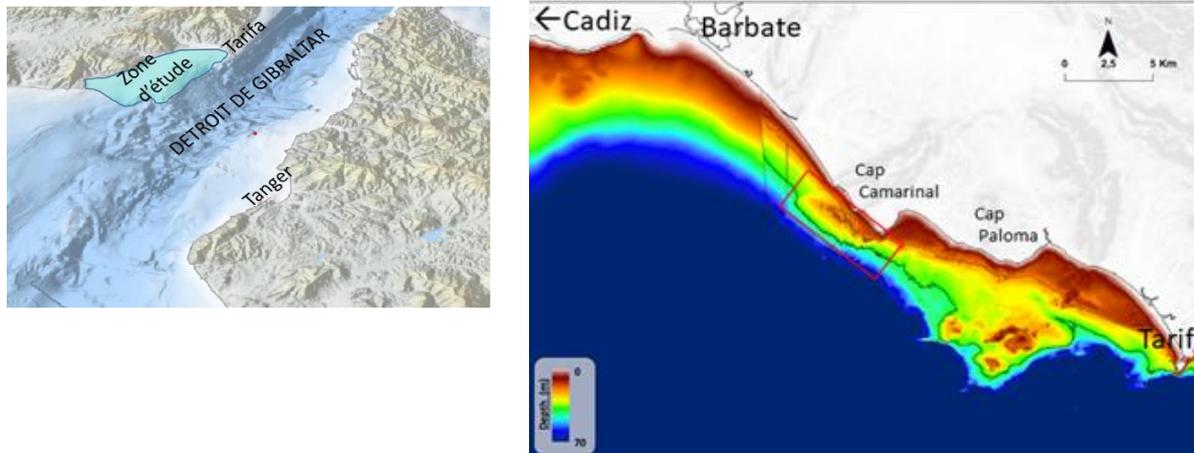


Fig.1 : localisation de la zone d'étude. A gauche : carte générale. A droite : bathymétrie (en m) de la zone d'étude avec la zone des dunes et banc sableux encadrée en rouge.

Réalisations durant la première année :

La première année du projet a consisté à étudier les données existantes mises à disposition par Maria Lujan, partenaire géologue de l'Université de Cadiz. Cette étude s'est réalisée par les opérations suivantes financés sur les crédits alloués au projet. Les opérations réalisées ont consisté

- 1) A traiter les données bathymétriques durant un **séjour de Paul Daguinos à l'université de Cadiz en mai 2022** sous l'encadrement de Maria Lujan. Les résultats obtenus au cours de ce séjour ont permis de caractériser pour la première fois l'occurrence d'un grand banc sableux s'étendant entre -10 et -90m de profondeur et recouvert d'un grand champ de dunes (Fig. 2). L'ensemble des structures a été cartographié sous Système d'Informations Géographique. Les vitesses de déplacements des structures ont été quantifiées à partir de la comparaison des levés disponibles.
- 2) **D'établir un plan de travail durant une mission de compilation des premiers résultats à Brest du** en juin 2022 au laboratoire Geo-Ocean **en présence de Maria Lujan** (Université de Cadiz) et de **Francisco Lobo**, collaborateur de l'Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra, associé au projet. Cette visite a permis la mise à disposition de données complémentaires de sismique-réflexion pour compléter le projet. Les premiers résultats ont permis une communication sous forme de poster au 18^{ème} congrès français de sédimentologie et à la 28^{ème} Réunion des Sciences de la Terre de Rennes .

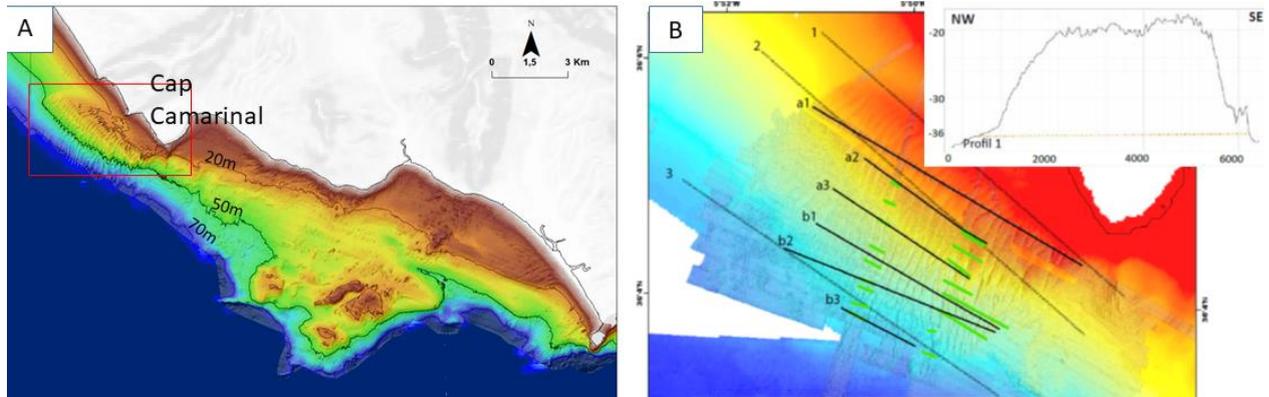


Fig. 2 : mise en évidence d'un banc sableux et de grandes dunes sableuses au droit du Cap Camarinal. En A, la zone encadrée correspond au détail de la zone illustrée en B avec une coupe NW –SE recoupant le banc d'une épaisseur de 15m par 35 m de profondeur.

Réalisation de la deuxième année du projet :

La deuxième année du projet visait à mettre en place une nouvelle collaboration avec l'Université d'Algarve et de réaliser un certain nombre d'opérations permettant d'obtenir de nouvelles données et traitements. Il s'agissait en particulier :

- 1) D'établir des modélisations hydrodynamiques de la zone à l'aide du code SAMPA afin d'intégrer le fonctionnement de ces grandes plates-formes sableuses dans un schéma de transfert de sédiments et de comprendre les schémas de courants locaux en réponse à différents types de forçage (marée, houle, vent, stratification de l'eau).
- 2) De compléter les résultats du modèle SAMPA, purement hydrodynamique par des calculs des conditions de transport sédimentaire du fond marin (vitesse de cisaillement) et établir des seuils de mouvements des sédiments sableux.
- 3) D'échantillonner par benne de prélèvement le fond marin sur le banc de sable et les champs de dunes associés. La nature et la composition des sédiments restent en effet inconnues sur la majeure partie du plateau continental de Tarifa, en particulier sur le banc de sable et les dunes au large de la pointe de Camarinal.

Ces différents points ont pu être abordés et en grande partie réalisés au cours de l'année 2024.

Les modélisations hydrodynamiques SAMPA ont été réalisées par Marina Bolado Penagos à l'Université de Cadix. Les modélisations se sont basées sur le mois de mars 2022 contraint par des mesures de terrains et validant ainsi l'approche réalisée. La maille utilisée est de 1 km pour la zone de Gibraltar. Les résultats du modèle montrent des variations d'amplitudes de vitesses de courants significatives d'un jour sur l'autre en regard des changements de marées et de vent. Néanmoins, la zone du banc sableux correspond à la permanence d'une zone de divergence de circulation de part et d'autre du prolongement sous-marin du seuil de Camarinal avec l'individualisation d'une cellule cyclonique à l'ouest du banc (Fig. 3). Ce dispositif suggère un possible transfert sableux cross shore depuis le large vers la côte.

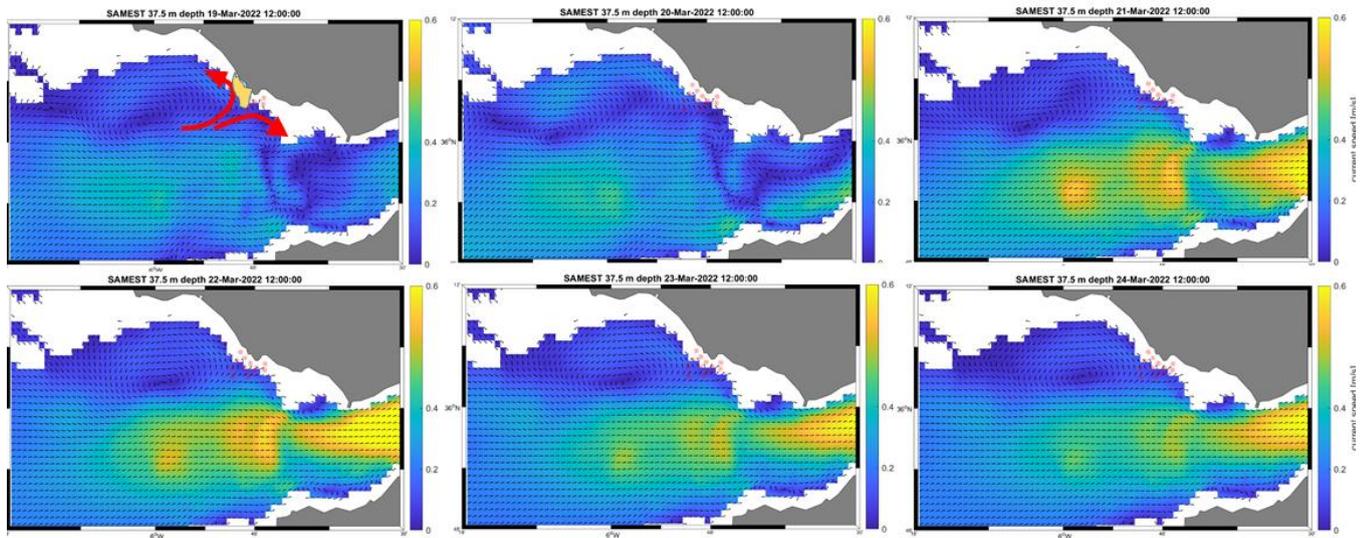


Fig.3. Exemple de modélisations hydrodynamiques à l'aide du Code SAMPÀ à 37,5m (profondeur moyenne du banc) pour la période du 19 au 24 mars 2022. La gamme de couleurs correspond à l'intensité du courant en $m \cdot s^{-1}$. Les flèches rouges résument la divergence de circulation à l'approche du banc sableux (en orange) de part et d'autre du Cap Camarinal. La période correspond à un fort vent d'Est (30 nœuds) pour le 19 et 20 mars. Les intensifications des courants n'apparaissent cependant qu'à partir du 21 mars. Les coefficients de marée évoluent de 100 à 50 pour la période considérée.

Les modélisations courantologiques ont permis une première estimation du transport sur le fond obtenu à partir d'un modèle de transport de sédiments 1D (SEDTRANS). Cette estimation réalisée par E. Garel de l'Université d'Algarve s'est également basée sur la série temporelle du mois de mars 2022 en considérant la présence d'un sable moyen avec un diamètre moyende 0,5 mm. Les calculs sont basés sur les vitesses de surface horaires. Les résultats obtenus sur la zone modélisent un flux sédimentaire résiduel mensuel net orienté d'Ouest en Est dans la zone de Paloma et relativement décalé de la zone du banc sableux qui lui présente un équilibre de flux (Fig.4). Cette modélisation suggère un transport longshore (parallèle à la côte) dans la zone Paloma-Tarifa avec un possible export vers le large.

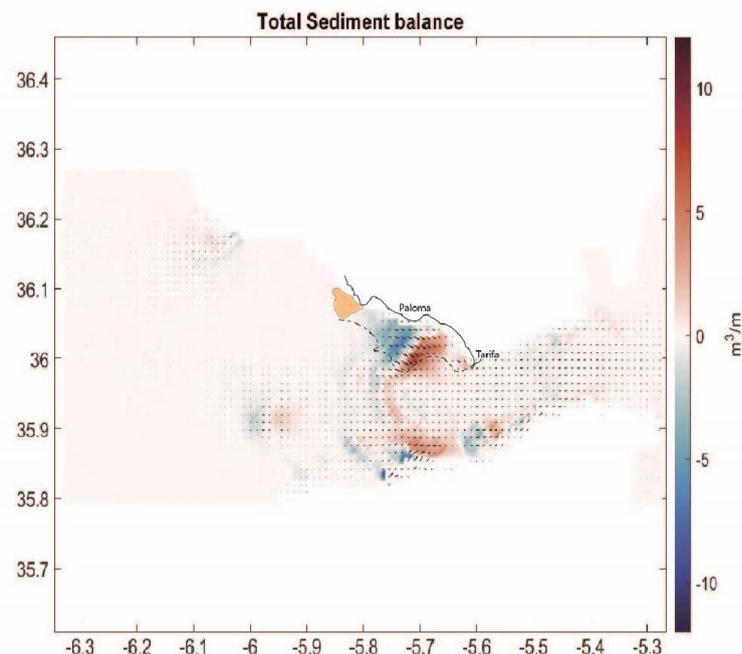


Fig. 4. Modélisation SEDTRANS de la balance sédimentaire pour un sable moyen dans la zone d'étude pour le mois de mars 2022. Les zones en bleu sont en érosion, les zones en rouges sont en accumulations. La zone du banc est représentée en orange.

La troisième opération réalisée cette année a consisté à échantillonner le fond sur une courte campagne (MORFEO3) réalisée en mer du 2 au 4 octobre. La campagne a été opérée à partir d'une vedette louée à une entreprise spécialisée dans les travaux océanographiques (entreprise, Navíos de Aviso S.L, Huelva, Espagne), (Fig. 5). 4 scientifiques rattachés au projet ont participé à la mission : M Lujan E Garel, P Daguinos, P Le Roy. Les prélèvements ont été réalisés par benne Van Veen (Matériel UBO et Algarve). 71 points d'échantillonnages ont été réalisés avec succès (Fig.5). Les échantillons montrent une nature sableuse d'origine mixte détritique terrigène (continentale) et biogène (marine). Stockés à Cadiz, ils feront l'objet d'une analyse dans les prochains mois (granulométrie, calcimétrie, intégration SIG)



Fig. 5. Opérations de prélèvements sédimentaires par benne pendant la mission MORFEO 3 (2-4 oct 2024)

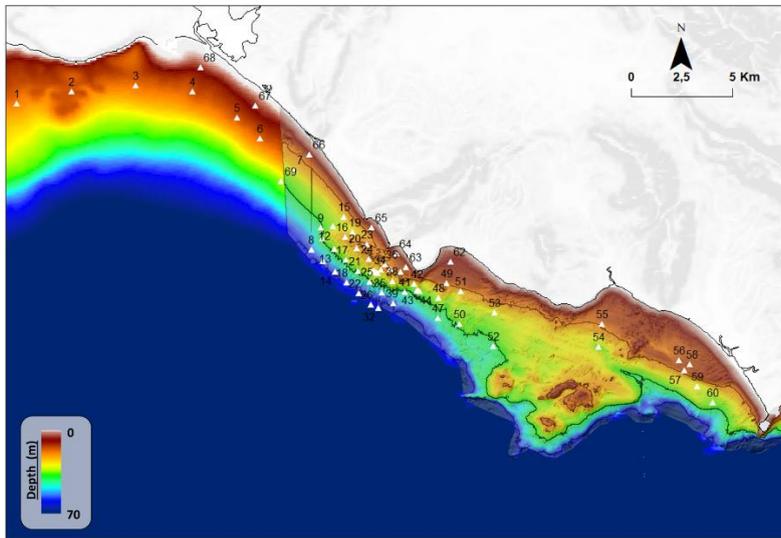


Fig. 6. Plan de position des prélèvements réalisés durant la mission MORFEO3 avec 67 bennes réalisées entre 5 et 70m de profondeur.

Cette mission s'est intégrée à un séjour d'un mois de Paul Daguinos à l'université de Cadiz (14 sept-14 oct) qui a travaillé sur les données antérieures et a préparé les opérations à mener. Le travail réalisé dans l'année sur la morpho-bathymétrie de la zone et structures géologiques a également conduit à une présentation au XI congrès de géologie espagnol en juillet 2024 (Lujan et al., 2024).

| Opérations | Interprétation bathymétrique | Interprétation sismique | Intégration SIG | Modélisations Hydrodynamiques | Modélisations Hydro-sédimentaires | Prélèvements sédimentaires | Traitement Echantillons (granulométrie, Calcimétrie, analyse spatiale) |
|-----------------------------|------------------------------|-------------------------|-----------------|-------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|--|
| Réalisés Année indiquée (I) | X (2023) | X (2023+24) | X (2023-24) | X (2023-2024) | X (2024) | X (2024) | |
| En Cours | | | X | X | | | |
| A faire | | | | | | | X |

Publications scientifiques:

Daguinos, P., Luján, M., Lobo, F.J., Le Roy, P., Le Dantec, N., Menier, D. 2022. Distribution of bedform fields on a narrow, coastal margin : the example of Cape Paloma continental shelf in the strait of Gibraltar. 18ème Congrès Français de Sédimentologie, Brest – Livre des résumés, 2022, Publ. ASF n°82, Paris, 297 p.

Daguinos, P., Luján, M., Lobo, F.J., Penagos, M.B., Le Roy, P., Le Dantec, N., Menier, D. Lobo, F.J. 2023. Large-scale sand body dynamics and sediment routing on a low-supply continental shelf: The example of the Tarifa continental shelf. 28 ème Réunion des Sciences de la Terre, Rennes, 30 octobre-3 novembre 2023.

Luján, M., Daguiños P., Lobo, F.J., Le Roy P., Achab, M. y equipo científico de MORFEO. 2024. Geomorfología submarina de las plataformas adyacentes al Umbral de Camarinal (Estrecho de Gibraltar, sur de Iberia). XI Congreso Geológico de España. Avila, 2 to 6 Juillet 2024.

Un article est en préparation

Perspectives de prolongation :

Les différents travaux réalisés dans l'année ont permis de concrétiser le projet initié en 2023 et de consolider les collaborations entreprises en intégrant un partenaire portugais complémentaire. Une nouvelle communication en congrès (Lujan et al., 2024) a permis de faire connaître les travaux en cours. Une autre communication sur l'étude est prévue en juin 2025 lors du congrès de sédimentologie internationale IAS38 meeting à Huelva Il reste néanmoins au terme de ces deux années des travaux à réaliser pour compléter l'étude de la zone. Un premier article débuté en 2023 reste à finaliser. Des modélisations hydrodynamiques et hydro-sédimentaires sont à mener pour des périodes différentes. Les nouvelles données sédimentaires restent à analyser et l'équipe aimerait lancer un projet de stage de Master au printemps 2024 pour mener cette étude entre les trois universités partenaires. Enfin les nouveaux résultats obtenus seront intégrés à la thèse de P Daguiños qui doit soutenir son travail début 2025. Ils serviront ainsi à comparer les contextes de plates-formes d'Iroise et sud-espagnole.

Bilan financier projet 2024.

| Opérations | Montant (euros) | Participant.e.s | Financement SEA-U | Complément ISblue | Autre |
|---|-----------------------------------|--|-------------------|-------------------|--------|
| Participation Congrès RST Rennes déc. 2023 | 204,00 inscription + 200,00 | Paul Daguinos UBO | | | 404,00 |
| XI congrès Géologie espagnole | 250,00 | M Lujan (Cadiz) | | | 250,00 |
| 38 IAS Meeting Huelva (Juin 2025) | 290,00 | P Le Roy | | | 290,00 |
| Achat Disque Dur BECHTLE DIRECT | 149,67 | P Le Roy | 149,67 | | |
| Expédition Matériel Prélèvement LEGENDRE CELTIC | 328,00 | Equipe complète | 328,00 | | |
| Aérien missions Brest/Cadiz JANCARTHER | 723,71 | P Daguinos P Le Roy | 723,71 | | |
| Logement Séjour 1 mois (P Daguinos) + + séjour pendant mission en mer | 2250,47 | P Daguinos P Le Roy M Lujan E Garel | 1 250,47 | 1000,00 | |
| Location Navire 3 jours (NAVIOS DE AVISO) | 3 050,00 | P Daguinos P Le Roy M Lujan E Garel | 3 050,00 | | |
| Total : | 7 445,85 | | 5 501,85 | 1000,00 | 944,00 |