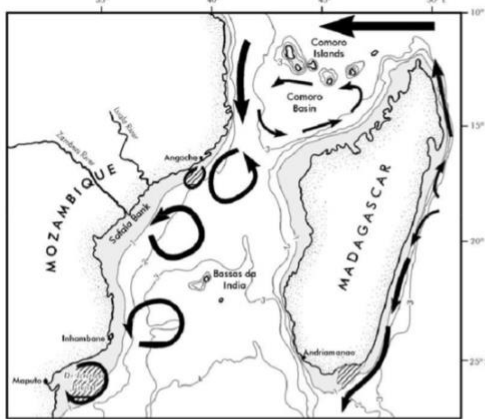


## Modelisation de la circulation océanique profonde autour d'une contourite dans le canal du Mozambique

La circulation océanique dans le sud-ouest de l'océan Indien est dominée par les eaux du Courant Sud Équatorial (SEC) qui s'écoule vers l'ouest (Tomczak et Godfrey, 1994). En atteignant la côte est de Madagascar vers 17°S, le SEC se divise en deux branches opposées: le Courant Nord de Madagascar (NMC) qui s'écoule vers le nord et le Courant Est de Madagascar (EMC) qui s'écoule vers le sud (Chapman et al., 2003). En atteignant la côte africaine à 11°S, le NMC se divise également en deux. La branche nord alimente le Courant Côtier Est Africain (EACC) (Chapman et al., 2003). La branche sud traverse le Canal du Mozambique, générant dans le canal de grands anneaux, ou tourbillons, qui se propagent vers le sud et dominent la circulation dans le canal (Schott et McCreary, 2001). Les récentes études menées dans le cadre d'une collaboration entre le LOPS, Geo-Ocean et nos partenaires sud-africains et italiens primatologues, dans le canal du Mozambique, ont permis de mettre en évidence, grâce aux investigations océaniques récentes du projet PAMELA, l'existence d'un pont terrestre intermittent, reliant l'Afrique et Madagascar à différentes phases reliées à la géodynamique globale de la Terre. Ces résultats permettent de mieux comprendre l'endémisme et l'évolution de la végétation et de la faune sur l'île de Madagascar, jusqu'alors expliquée par le paradigme du Rafting ou Sweepstake dispersal, à l'aide de radeaux de végétation (Master et al.,

Courants de surface dans le Canal du Mozambique



Modèle proposé de formation des contourites (Babonneau et al., 2022°)

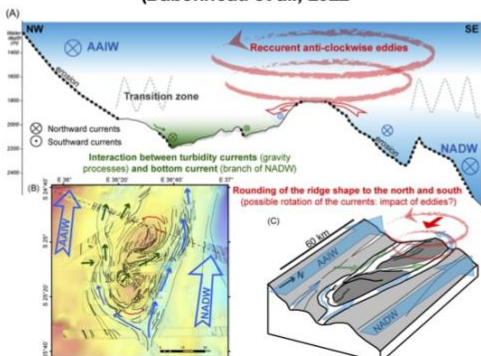
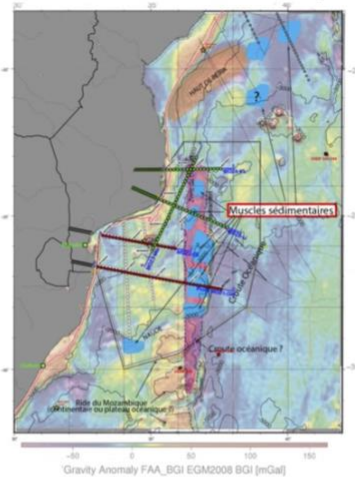
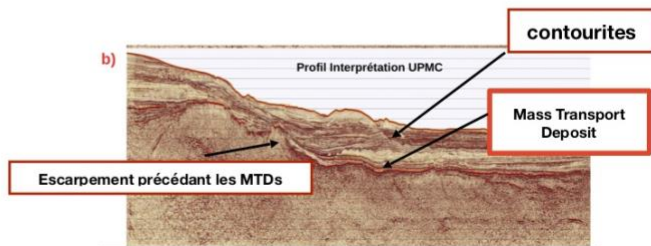


Figure 15 - (A) Interpretation of present processes on the profile, (B) interpreted bathymetric map with probable current directions, and (C) schematic 3D illustration of the current trajectories and processes. In blue: the main bottom currents, in green: possible interactions of gravity processes (turbidity currents) with bottom currents, in red: schematisation to the possible impact of deep anti-clockwise eddies on the morphology of the bathymetric high.

Muscles sédimentaires observés (Contourites) dans le Canal du Mozambique



Modèle d'évolution proposé de formation des contourites



3 Phases :

- 1- Epaulement (soulèvement)
- 2- Eboulement
- 3- Muscle sédimentaires

2021,2022 ; Genin et al., 2022 ; Pellen et al., 2022 : Aslanian et al., 2022, 2023). De tels ponts terrestres intermittents créent des seuils bathymétriques qui doivent impacter de façon drastique la distribution des courants marins profonds et de surface (Le Hir et al., in press) — les courants du canal du Mozambique nourrissent l'un des courants les plus forts du monde : le courant des Aiguilles —, et par voie de conséquence jouer un rôle important sur l'évolution du paléo-climat. Cette étude est l'objet du doctorat de Theo Le Hir (2024-2027).

La forme détaillée de la topographie du fond a également un impact direct sur la direction et l'amplitude des courants profonds. Le forçage de la circulation de méso-échelle ou de la marée conduit à la mise en place de circulations profondes, avec une orientation préférentielle et une amplitude proportionnelles aux gradients de topographie (Schubert et al., 24). Or, la partie occidentale du canal du Mozambique, de la ride de Davie jusqu'au sud de la Vallée de Natal, présente une série de muscles sédimentaires, ovoïdes de plus de 50 km de diamètre et de plusieurs centaines de mètres d'épaisseur, situés sur le chemin des tourbillons de surface anticycloniques qui vont nourrir le courant des aiguilles, plus au sud (Moulin, Aslanian et al., 2019). Babonneau et al. (2022) et Lopes et al. (2023) ont proposé que ces muscles sédimentaires, ou contourites, soient formés par la redistribution des sédiments par les courants de fond interagissant avec des courants de turbidité sporadiques et les tourbillons. Une étude détaillée des profils sismiques imageant les contourites au large du corridor du Limpopo, le long de la plaine continentale du Mozambique, montre une évolution en trois phases (Moulin, Aslanian et al., 2019) : 1- formation d'une pente par soulèvement du bord continental ; 2- dépôt d'un éboulement qui forme un premier relief sur le fond marin ; 3- formation de la contourite sédimentaire.

L'idée de ce travail est donc d'étudier l'influence des contourites que nous avons imagées et échantillonnées durant la campagne Pamela sur les courants océaniques locaux. Nous étudierons en particulier le rôle joué par le forçage des tourbillons anticycloniques de passage sur la structure et la variabilité de ces courants. Nous analyserons donc la circulation océanique profonde autour de cette structure topographique à différents stades de son évolution, telle que décrite par les données géologiques, à l'aide de simulations réalistes à haute résolution de la zone réalisées avec le modèle CROCO. Nous caractériserons la structure verticale et spatiale des courants moyens ainsi que leur variabilité, en nous concentrant sur la génération de courants extrêmes.

### **Compétences requises :**

Compétences en modélisation numérique indispensables.  
Travail en équipe, ouverture d'esprit, curiosité, autonomie.

### **En collaborations avec**

- LOPS : Jonathan Gula – Theo Le Hir - Pierrick Penven - Thierry Huck
- Geo-Ocean-Ifremer : Daniel Aslanian - Maryline Moulin – Estelle Leroux
- Geo-Ocean-IUEM/CNRS: Marina Rabineau – Nathalie Babonneau

**Durée :** 5 ou 6 mois

### **Références :**

- Aslanian, D., Pellen, R., Masters, J., Genin, F., Rabineau, M., Mazza, P., Moulin, M., Thompson, J., Suc, J.-P., Popescu, S. M., Fauquette, S., Linol, B., Doucouré, M., Huck, T., Penven, P., Le Hir, T. & Zhang, Y., L'endémisme de Madagascar : démonstration d'une méthode holistique, *PANGAEA* N° 42, Avril 2022
- Aslanian, D., Pellen, R., Rabineau, M., Moulin, M., Leroux, E., Delaunay, A., Baby, G., Courgeon, Bastien Linol, S., Suc, J.-P., Popescu, S., Fauquette, S., Mazza, P., Couette, S., Delpero, M., Huck, T., Penven, P., Le Hir, T., Zhang, Y., Genin, F., Masters, J., 2023. The postulation of intermittent land bridges as an explanation for reiterated colonization events of Madagascar by African vertebrates: An in-depth review and novel insights in

honour of the late Judith Masters and Fabien Génin. *Earth Science Review* 246 (2023) 104585. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2023.104585>.

- Babonneau N.**, Raison F., Genêt A., Lopes U., Fierens R., Miramontes E., Révillon S., **Rabineau M.**, Droz L., Belleney D., **Moulin M.**, **Aslanian D.**, 2022. Contourite on the Limpopo Corridor, Mozambique margin: long-term evolution, facies distribution and Quaternary processes, *Sedimentology* . doi: 10.1111/sed.13045
- Chapman, P., Di Marco, S., Davis, R., Coward, A., 2003. Flow at intermediate depths around Madagascar based on ALACE float trajectories. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* 50, 1957–1986. doi:10.1016/S0967-0645(03)00040-7.
- Evain, M., Schnürle, P., Leprêtre, A., Verrier, F., Watremez, L., Thompson, J.O., Dias, N. A., Loureiro, A., de Clarens, P., **Aslanian, D.**, **Moulin, M.** Crustal structure at the transition between the North-Natal Valley and strike-slip Limpopo segments, offshore Mozambique, *Solid Earth*, 12, 1865–1897, 2021. <https://doi.org/10.5194/se-12-1865-2021>
- Garabato, A.N., fingerprints of geological-scale change in the antarctic circumpolar current: insights from the present day, “Oceanic gateways: modern and ancient analogues and their conceptual and economic implications” workshop, The Geological Society, 23 - 25 Nov 2022
- Génin, F., Mazza, P. P. A., Pellen, R., **Rabineau, M.**, **Aslanian, D.** and Masters, J. C. Geographic dispersal assisted by co-evolution: the case of Madagascar, *Biological Journal of the Linnean Society*, 137 (2) , pp.163-182, 2022.
- Le Hir, T.**, **Penven, P.**, **Huck, T.**, **Pellen, R.**, **Moulin, M.**, **Rabineau, M.**, **Aslanian, D.** Impacts of the closure of the Mozambique Channel on the southwest Indian Ocean circulation: A regional numerical simulation, *Journal of Marine Systems*, in press
- Lopes U.**, **Babonneau N.**, Fierens R., Révillon S., Raison F., Miramontes E., **Rabineau M.**, **Aslanian D.**, **Moulin M.** 2023. Foraminiferal sandy contourite of the Mozambique Channel: facies characterization and Paleooceanographic record, *Marine Geology* 459 (2023) 107031. <https://doi.org/10.1016/j.margeo.2023.107031>
- Masters, J., Génin, F., Zhang, Y., Pellen, R., **Huck, T.**, Mazza, P. P. A., **Rabineau, M.**, Doucoure, M. and **Aslanian, D.**, Biogeographic mechanisms involved in the colonisation of Madagascar by African vertebrates: rifting, rafting and runways, *Journal of Biogeography*, 2021, 00:1–19. DOI: 10.1111/jbi.14032.
- Masters, J.C., Génin, F., Pellen, R., Mazza, P., Zhang, Y.R., **Huck, T.**, **Rabineau, M.**, **Aslanian, D.** 2022. Geodispersal as a biogeographic mechanism for Cenozoic exchanges between Madagascar and Africa. In: Goodman, S.M. (Ed.), *The New Natural History of Madagascar*. **Princeton University Press**, including 553 figures and 243 tables, 279 contributions from 539 contributors, Princeton, 78–81.
- Moulin, M.**, **Aslanian, D.**, M. Evain, A. Leprêtre, P. Schnürle, F. Verrier, N. Dias, J.-L., Duarte, A. Loureiro, R. Castro, E. Kaestle, N. Cubas, C. Corela & L. Matias, Pamela MOZ35 Project – Final confidential report, 236 pp, July, 2019.
- Pellen, R., **Aslanian, D.**, **Rabineau, M.** Reconstruction of land-sea DTMs at several geological periods: Example of the Mozambique Channel and Madagascar, *SEANOE*, 2022, DOI: 10.17882/89892
- Schubert, R., **J. Gula**, E. Capó et al. The ocean flows downhill near the seafloor and recirculates uphill above, 30 January 2024, PREPRINT (Version 1) available at Research Square [<https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3872319/v1>]
- Schott, F.A., McCreary, J.P., 2001. The monsoon circulation of the Indian Ocean. *Progress in Oceanography* 51, 1–123. doi:10.1016/S0079-6611(01)00083-0.
- Zhang, Y., **Huck, T.**, Lique, C., Donnadieu, Y., Ladant, J.-B., **Rabineau, M.** and **Aslanian, D.**, Early Eocene vigorous ocean overturning and its contribution to a warm Southern Ocean, *Clim. Past*, 16, 1263–1283, 2020, <https://doi.org/10.5194/cp-16-1263-2020>

#### Contacts :

Jonathan Gula (Jonathan.Gula@univ-brest.fr)

Daniel Aslanian (aslanian@ifremer.fr)