

## Temperature variations in the Mozambique Channel during the last ~500 ka: past Indian-Atlantic ocean water mass transfers.

Supervisors: Naoufel Haddam, Natalia Vázquez Riveiros,  
Scientific collaborators: Stéphan Jorry, Gwenael Jouet (IFREMER)

Host laboratory: IFREMER, Unité de Recherche Géosciences Marines, Laboratoire Géodynamique et environnement Sédimentaire (Plouzané, France).

The southeastern coast of austral Africa is characterized by a strong western boundary current called the Agulhas Current flowing southward along the coast and passing the southern tip of South Africa toward the Atlantic Ocean. At this longitude, part of the water carried by this current “retroreflects” and flows back into the Indian Ocean. The rest is transferred to the Atlantic Ocean, bringing warm and saline Indian Ocean water. This process is known as “Agulhas Leakage”.

The comparison between ocean surface records from the southeast Indian Ocean, the southwest Atlantic Ocean, and global records suggests that this process has an important effect on the global thermohaline circulation. The enhanced transfer of warm, saline waters from the Indian to the Atlantic Ocean may have strengthened the Atlantic meridional overturning circulation prior to the interglacial periods of the last 500 ka (ka = 1000 years), therefore influencing the global climate (Caley et al., 2014; Peeters et al., 2004).

The exact path of the Agulhas Current and the magnitude of its past variations are not well known, partly due to the scarcity of sea-surface temperatures (SST) and salinity reconstructions from the Mozambique Channel. In this study, we aim to reconstruct the SST of the last ~500 ka in the Mozambique Channel. For this purpose, core MOZ4-CS09, retrieved at 1909 m offshore Juan de Nova Island in the Mozambique Channel, is ideally positioned to record the varying influence of tropical surface waters following to the Agulhas Current strength. We will use planktonic foraminifera assemblages counts in ~100 samples downcore to compute SST, and these data will be combined to  $\delta^{18}\text{O}$  also measured in planktonic foraminifera shells to assess surface salinity variations. In addition, the census of dissolution-sensitive planktonic foraminifera species, along with their fragments, will contribute to quantify the strength of carbonate dissolution in bottom waters at the location of core MOZ4-CS09. These results will complement aragonite content and benthic foraminifera assemblage data that have highlighted enhanced dissolution during some interglacial periods of the past ~500 ka (Counts et al., 2019, Haddam et al., in preparation).

The student will thus reconstruct past variations of SST in the Mozambique Channel, using the “modern analog” statistical technique applied to planktonic foraminifera census. He/she will be trained in i) **planktonic foraminifera identification and counts**, and **estimation of dissolution** from census data; ii) reconstruction of past **SST and corrosiveness of bottom water using census data and a statistical software**; and iii) **quantification of sea-surface salinity anomalies** by combining SST estimates with foraminiferal  $\delta^{18}\text{O}$  data. The results will be compared to local and distal records to better understand the route and magnitude of water mass transfers in the Mozambique Channel, and integrated in a scientific article in preparation. During this study, the student will acquire a deep knowledge in micropaleontology, paleoceanography and paleoclimatology, on a timescale spanning several glacial-interglacial cycles.

Caley, T., Roche, D. M., Waelbroeck, C., & Michel, E. (2014). Constraining the Last Glacial Maximum climate by data-model (iLOVECLIM) comparison using oxygen stable isotopes. *Climate of the Past Discussions*, 10(1), 105–148.

Counts, J. W., Jorry, S. J., Vazquez Riveiros, N., Jouet, G., Giraudeau, J., Cheron, S., Boissier, A., & Miramontes, E. (2019). A Late Quaternary record of highstand shedding from an isolated carbonate platform (Juan de Nova, southern Indian Ocean). *The Depositional Record*, 5(3), 540–557.

Peeters, F. J. C., Acheson, R., Brummer, G.-J. a, De Ruijter, W. P. M., Schneider, R. R., Ganssen, G. M., Ufkes, E., & Kroon, D. (2004). Vigorous exchange between the Indian and Atlantic oceans at the end of the past five glacial periods. *Nature*, 430(7000), 661–665.

# Variations des températures océaniques de surface dans le canal du Mozambique au cours des derniers ~ 500 ka : transferts de masses d'eaux entre l'océan Indien et l'Atlantique dans le passé.

Encadrants : Naoufel Haddam, Natalia Vázquez Riveiros,  
Collaborations scientifiques : Stéphane Jorry, Gwenael Jouet (IFREMER)

Laboratoire d'accueil : IFREMER, Unité de Recherche Géosciences Marines, Laboratoire Géodynamique et environnement Sédimentaire (Plouzané).

## Problématique :

La côte sud-est de l'Afrique australe est caractérisée par un fort courant appelé le courant des Aiguilles. Il circule vers le sud le long de la côte, puis contourne la pointe sud de l'Afrique du Sud en direction de l'océan Atlantique. Une partie de l'eau transportée par ce courant retourne vers l'océan Indien. Le reste est transféré dans l'océan Atlantique, transportant les eaux chaudes et salines de l'océan Indien vers le bassin Atlantique. Ce processus s'appelle « Agulhas Leakage ».

La reconstruction des variations passées des propriétés des eaux de surface au sud-est de l'océan Indien et au sud-ouest de l'océan Atlantique suggère que ce processus a un impact important sur la circulation thermohaline. En effet, le transfert accru des eaux chaudes et salées, depuis l'océan Indien vers l'océan Atlantique, peut avoir renforcé cette circulation à la prémisses des périodes interglaciaires des derniers 500 ka (ka = 1000 ans), et influençant ainsi le climat à l'échelle globale (Caley et al., 2014 ; Peeters et al., 2004). Néanmoins, le trajet exact du courant des Aiguilles et ses fluctuations passées ne sont pas bien contraintes, notamment à cause de la rareté en données de températures océaniques de surface (SST, pour « Sea-Surface Temperature ») et de salinité de surface dans le canal du Mozambique.

## Zone d'étude :

La carotte MOZ4-CS09, prélevée à 1909 m au large de l'île Juan de Nova dans le canal du Mozambique, est idéalement positionnée pour retracer les flux d'eaux tropicales en fonction de l'intensité du courant des Aiguilles. Cette carotte a déjà fourni plusieurs enregistrements sédimentaires de haute qualité et à haute résolution, contraints par un modèle d'âge robuste (Counts et al., 2019), qui garantissent la qualité de cette étude. La teneur en aragonite et les assemblages de foraminifères benthiques de cette carotte renseignent sur l'intensité des transports sédimentaires, et suggèrent une influence variable de la dissolution lors des derniers ~500 ka.

## Objectifs, et stratégie :

L'objectif de l'étudiant(e) sera de reconstruire les variations passées en SST dans le canal du Mozambique en utilisant la technique des analogues modernes, appliquée aux données de recensement des foraminifères planctoniques. L'étudiant(e) sera formé(e) à i) **l'identification et le comptage des foraminifères planctoniques et leurs fragments (~ 100 échantillons)**; ii) puis, **à l'aide de ces données, la reconstruction des SST, et la reconstitution des propriétés corrosives de l'eau du fond**; et iii) l'estimation qualitative des anomalies de salinité de surface calculée à partir des valeurs de SST et du  $\delta^{18}\text{O}$  déjà mesuré sur les coquilles des foraminifères planctoniques. Les résultats obtenus seront comparés aux données locales et globales pour mieux comprendre l'itinéraire et la magnitude des transferts de masses d'eau dans le sud-est de l'océan Indien, et intégrés à un article scientifique en préparation. Ce stage permettra à l'étudiant(e) d'acquérir des connaissances approfondies en micropaléontologie, en paleocéanographie et en paléoclimatologie, sur une échelle de temps recouvrant plusieurs cycles glaciaires-interglaciaires.

Caley, T., Roche, D. M., Waelbroeck, C., & Michel, E. (2014). Constraining the Last Glacial Maximum climate by data-model (iLOVECLIM) comparison using oxygen stable isotopes. *Climate of the Past Discussions*, 10(1), 105–148. <https://doi.org/10.5194/cpd-10-105-2014>

Counts, J. W., Jorry, S. J., Vazquez Riveiros, N., Jouet, G., Giraudeau, J., Cheron, S., Boissier, A., & Miramontes, E. (2019). A Late Quaternary record of highstand shedding from an isolated carbonate platform (Juan de Nova, southern Indian Ocean). *The Depositional Record*, 5(3), 540–557. <https://doi.org/10.1002/dep2.57>

Peeters, F. J. C., Acheson, R., Brummer, G.-J. a, De Ruijter, W. P. M., Schneider, R. R., Ganssen, G. M., Ufkes, E., & Kroon, D. (2004). Vigorous exchange between the Indian and Atlantic oceans at the end of the past five glacial periods. *Nature*, 430(7000), 661–665. <https://doi.org/10.1038/nature02785>