



Évaluation des processus sédimentaires sur des littoraux à récifs coralliens soumis à des apports terrigènes importants, Mayotte.

**Matthieu JEANSON^{1,3}, Mathilde FACON^{2,3}, Sarah CHARROUX¹,
Yann MERCKY³**

1. ESPACE-DEV, Univ Montpellier, IRD, Univ Antilles, Univ Guyane, Univ Réunion, Montpellier, France.
matthieu.jeanson@univ-mayotte.fr
2. CREOCEAN OCEAN INDIEN, 16 rue Albert Lougnon, 97490 Sainte-Clotilde, La Réunion, France.
facon@creocean-oi.fr
3. Centre Universitaire de Mayotte CUFR, Mayotte, France

Résumé :

Les processus d'érosion, de transferts et de dépôts sédimentaires constituent une problématique environnementale majeure et représentent une des principales menaces pour les récifs coralliens de Mayotte. Afin d'évaluer le comportement des apports terrigènes sur les récifs frangeants, des relevés hydro-sédimentaires ont été réalisés sur les littoraux de Passamaïnti et Mtsamboro. Les levés topographiques effectués sur la période de l'étude ont montré des variations limitées à des ajustements morphologiques en réponse aux conditions hydrodynamiques saisonnières. En revanche, leur comparaison avec les levés plus anciens met en évidence une sédimentation importante avec une aggradation de plusieurs décimètres à Passamaïnti. Les résultats obtenus ont révélé des conditions hydro-sédimentaires contrastées, influencées par l'alternance météo-marine saisonnière. Les arrivées et les dépôts de sédiments terrigènes sont maximaux lors de la période de mousson alors que les périodes d'alizés apparaissent être propice à la remise en suspension et à la remobilisation à des sédiments. Nos observations ont également montré que la morphologie du récif frangeant influence la composition, la taille et la distribution des sédiments sur le platier.

Mots-clés :

Récif corallien, érosion, sédiment, processus hydro-sédimentaires, Mayotte

Thème 2 – Dynamique sédimentaire

1. Introduction

Les apports de sédiments terrigènes sur les récifs coralliens sont réputés avoir des influences néfastes sur la couverture et la diversité des coraux. Les volumes importants de sédiments terrigènes, s'ils sont déposés sur le récif, peuvent étouffer les coraux et/ou les stresser, augmentant ainsi leur vulnérabilité aux maladies, tandis que les sédiments remis en suspension réduisent la lumière disponible pour la photosynthèse des algues symbiotiques des coraux conduisant ainsi à une réduction de la couverture corallienne (FABRICIUS, 2005 ; RISK, 2014). Mayotte n'est pas épargnée par ce phénomène. L'île connaît une très forte croissance démographique, sa population a plus que décuplé en cinquante ans, passant de 23 000 à 260 000 habitants entre 1958 et 2017 (INSEE, 2017) ; un doublement de la population est attendu d'ici 2050. En conséquence, les apports sédimentaires terrigènes sur le littoral ont augmenté au cours des dernières décennies et certains bassins versant sont soumis à des taux d'érosion considérables notamment en lien avec l'urbanisation et la déforestation qui se produisent sur ses pentes. Les exports sédimentaires moyens sur la période 2016-2020 à l'échelle du territoire sont de 19 400 tonnes soit 0,6 t/ha/an (DESPRATS *et al.*, 2021). Ces apports sédimentaires, parfois massifs (pouvant atteindre 16 t/ha/an pour certains bassins versants), détériorent les récifs frangeants de l'île. Une bonne connaissance de la dynamique hydro-sédimentaire des littoraux récifaux le l'île apparaît donc indispensable pour planifier des opérations de gestion. Dans le cadre du projet « *Étude des processus morphodynamiques du trait de côte mahorais et de l'envasement du lagon* », financé par la DEAL de Mayotte (2019-2021), des données ont été collectées afin de réaliser une première caractérisation des processus hydro-morpho-sédimentaires récifaux sur deux sites soumis à des apports sédimentaires importants. Cet article présente une synthèse des suivis mis en œuvre et des résultats obtenus au cours de l'étude.

2. Site d'étude

Mayotte a une superficie de 374 km² et est composée de deux îles volcaniques principales culminant à 660 m d'altitude, ainsi qu'une trentaine d'îlots d'origine volcanique ou corallienne dispersés dans un lagon de 1 500 km² qui est délimité par un récif barrière presque continu de 157 km. Mayotte est soumise à un climat tropical humide comprenant deux saisons, une saison des pluies de mousson avec des vents chauds et humides du secteur nord à nord-ouest pendant l'été austral (novembre à avril) et une saison sèche avec des alizés frais et secs du sud-est pendant l'hiver austral (mai à octobre). Les précipitations annuelles moyennes sont d'environ 1500 mm, concentrées à plus de 90% durant la saison des pluies. Les conditions de vent se reflètent directement dans le régime hydrodynamique du système récif-lagon, qui se caractérise par des contrastes marqués dans le climat saisonnier des vagues, celles-ci provenant du nord pendant l'été austral et du sud pendant l'hiver (JEANSON *et al.*, 2013).

Le premier site de l'étude, Mtsamboro (figure 1a), est localisé au nord-ouest de Grande-Terre. Le littoral est caractérisé par une plage longue de près de 500 m enserrée entre deux caps rocheux. Le haut de plage, sableux, est assez pentu et est prolongé par un bas de plage sablo-vaseux avec une pente plus douce. Un récif frangeant, large de 400 m, occupe la partie inférieure de la zone intertidale. Le second site (figure 1b) est situé au nord-est de l'île à proximité des villages de Tsoundzou et Passamaïnti. La partie supérieure de la zone intertidale de cette côte est caractérisée par la présence d'une mangrove qui a été en grande partie détruite par la création de la rocade de Mamoudzou au début des années 2000, la superficie de la mangrove passant de 53,96 ha en 1950 à 34,93 ha en 2016 (JEANSON *et al.*, 2019). La partie inférieure de la zone intertidale, de pente très faible, est constituée de sédiments sablo-vaseux avec quelques barres sableuses. Enfin, un front récifal, plus ou moins marqué, délimite le platier et le lagon.

3. Méthodologie

Des profils topographiques ont été réalisés afin de caractériser la morphologie et les variations altitudinales des plages et des platiers récifaux (figure 1). Ces levés ont été effectués à l'aide d'un GNSS RTK Trimble R8S, pour les plus récents, et avec une station totale LEICA TC407 pour les plus anciens. Ces profils ont été effectués à partir de bornes fixes en béton qui ont été nivelées et géoréférencées directement à partir de repères géodésiques de l'IGN et raccordées au système altimétrique de Mayotte (SHOM 1953). La marge d'erreur a été estimée à ± 5 cm en intégrant à la fois la précision de l'appareil et les incertitudes liées à l'opérateur sur le terrain en estran sablo-vaseux.



Figure 1. Localisation des différentes mesures et prélèvements effectués dans le cadre de l'étude sur le site de Mtsamboro (a) et de Passamaïnti (b).

Le long des profils topographiques, des sédiments ont été prélevés à la surface du substrat afin d'appréhender les variations spatiales et temporelles des dépôts sédimentaires. Parallèlement, des pièges à sédiments ont été installés sur l'estran et dans les petits fonds (-12 et -20 m) afin de quantifier les transits et les taux de sédimentation. La granulométrie

Thème 2 – Dynamique sédimentaire

des échantillons sédimentaires récoltés a été déterminée ainsi que de la proportion en carbonate de calcium et en matière organique. Des sondes de mesures de turbidité ont été également installées dans les petits fonds lagonaires. Parallèlement aux relevés topo-sédimentaires, afin de caractériser les conditions d'agitation, des capteurs de pression (RBRsolo³ D) ont été déployés sur les sites étudiés. Les capteurs ont été fixés sur des cornières en métal préalablement enfoncées dans le substrat de l'estran. Lors des différentes campagnes, quatre capteurs ont été déployés sur chaque site. Tous les instruments ont été synchronisés à la même heure et ont enregistré en continu avec une fréquence d'acquisition de 2 Hz. Les données brutes issues de ces appareils ont été traitées à l'aide d'un programme informatique de traitement sous Python qui réalise une analyse spectrale et permet d'obtenir les différents paramètres des vagues. L'ensemble des méthodologies employées est détaillé dans JEANSON *et al.*, (2021).

4. Résultats

4.1 Levés topographiques

Les mesures topographiques sur le site de Mtsamboro n'ont pas mis en évidence de variations majeures entre mars 2020 et septembre 2021. Pour le profil P200 (figure 2a) par exemple, la plage sableuse a montré de légères variations altitudinales saisonnières avec plus de sédiments lors des levés opérés en saison sèche. Sur le platier récifal, aucun changement majeur n'est détectable ou hors marge d'erreur.

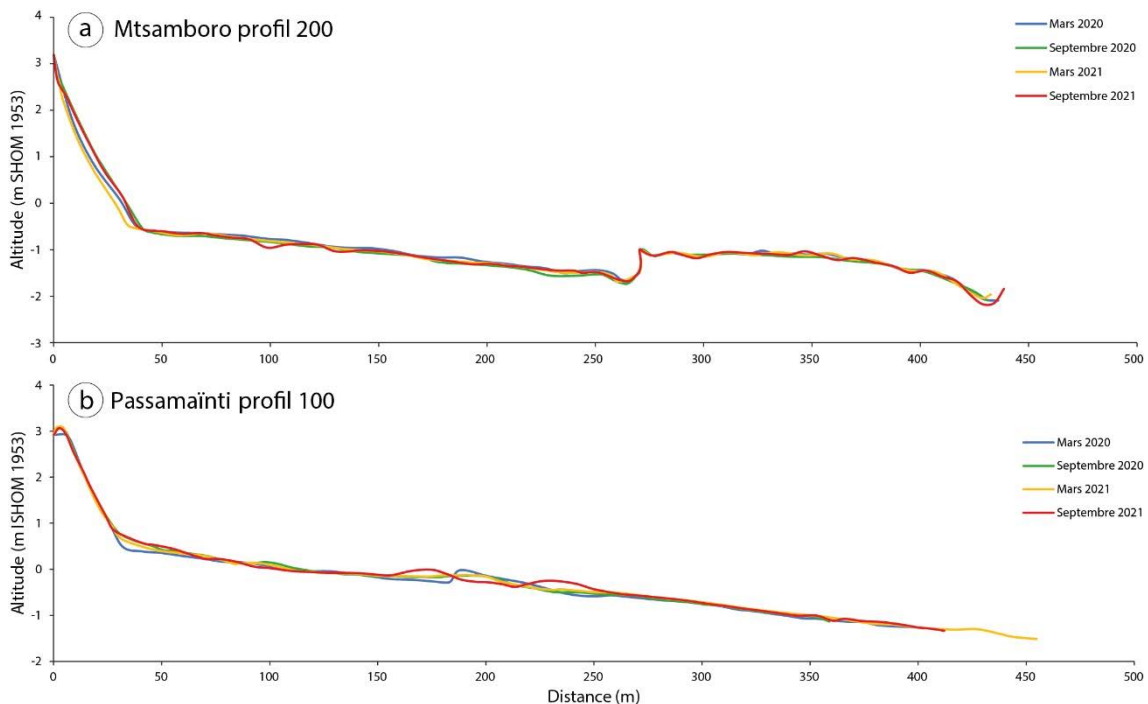


Figure 2. Exemple de suivi topographique de l'estran sur les sites de Mtsamboro (a) et de Passamaïnti (b).

Sur le site de Passamaïnti, les levés successifs ont également montré des évolutions limitées de la morphologie de l'estran sur la période de l'étude. Au niveau de P100 (figure 2b), le profil du haut de plage est stable. Une légère aggradation (+0,30 m) a été observée entre 25 et 45 m de distance. Une mobilité de barres sableuses, présentes à mi-estran, a également été observée au gré des levés successifs.

4.2 Caractérisation sédimentologique

Sur le platier récifal de Mtsamboro, les sédiments sont principalement composés de sables grossiers et de graviers d'origine biodétritique (coraux). Les sédiments fins terrigènes ont été peu présents voire absents dans les échantillons les plus proches du front récifal notamment en saison sèche. Cependant, leur proportion a augmenté, sur le platier, en direction de la dépression d'arrière récif. Les sédiments de cette dernière sont ceux qui comportent la plus grande proportion de sédiments fins. La plage est constituée principalement de sables (figure 3). Les analyses sédimentologiques ont également mis en évidence la variabilité temporelle du recouvrement sédimentaire avec une proportion beaucoup plus élevée en particules fines non carbonatées dans les sédiments prélevés en saison humide avec des valeurs pouvant atteindre 85% dans la dépression d'arrière récif. A Passamaïnti, les sédiments ont présenté une granulométrie plus homogène spatialement le long des profils, avec une majorité de sables fins à moyens et de particules fines. Comme à Mtsamboro, la proportion de ces dernières a été plus importante en mars qu'en septembre. Les sédiments récoltés par les pièges installés sur les platiers récifaux ont également montré cette tendance d'une plus grande proportion de sédiments fins en mars qu'en septembre mais les quantités de sédiments piégées n'étaient pas nécessairement plus importantes en saison humide qu'en saison sèche.

Dans les petits fonds lagunaires, les sédiments récoltés dans les pièges sont majoritairement composés de particules fines, avec des proportions variant de 66 à 95%. Les quantités de sédiments piégées étaient plus importantes en saison humide qu'en saison sèche, ainsi qu'en septembre 2021 où un épisode pluvieux important a été observé. Les taux de sédimentation varient entre 0,5 g/m²/h en saison sèche sur Mtsamboro, à 14,2 g/m²/h en saison des pluies sur Mtsamboro et Passamaïnti. Sur les deux bassins versants, les taux de sédimentations sont plus élevés sur les fonds de -20m que sur les fonds de -10m.

4.3 Caractérisation des matières en suspension

Les taux de matières en suspension dans les petits fonds lagunaires sont élevés à toutes les saisons, même en l'absence de pluies. Les mesures sont du même ordre de grandeur à Mtsamboro et Passamaïnti et varient entre 5 et 15 mg/L. Un maximum de 32 mg/L a été mesuré sur Mtsamboro après un épisode pluvieux de forte intensité et sur plusieurs jours.

Thème 2 – Dynamique sédimentaire

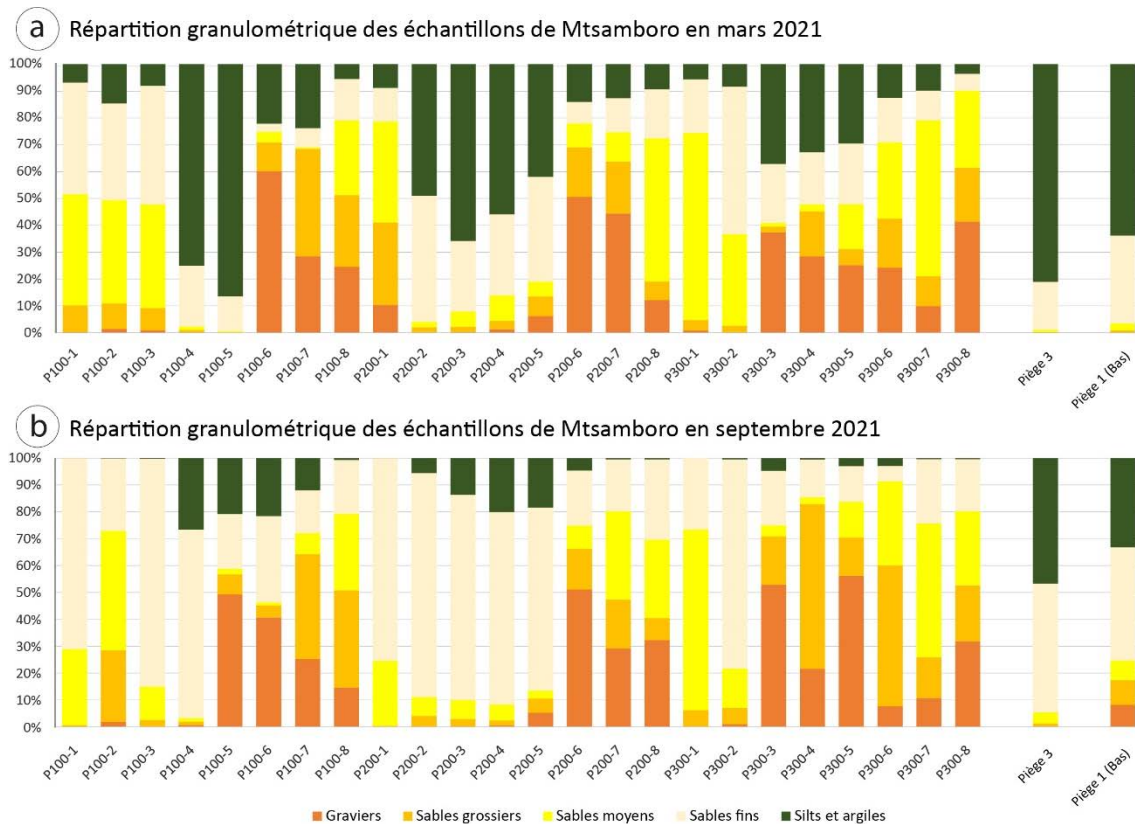


Figure 3. Granulométrie des sédiments de surface sur les sites de Mtsamboro en mars 2021 (a) et septembre 2021 (b).

4.4 Mesures hydrodynamiques

Les mesures des vagues réalisées sur les sites ont bien montré les différences d'expositions et la variabilité climatologique saisonnière. Sur les 2 sites, les hauteurs de vagues mesurées sont plus importantes en saison sèche (septembre) qu'en saison humide (mars) (figure 4). Sur le site de Mtsamboro (figure 4a), la hauteur significative des vagues a atteint régulièrement 0,30 et 0,45 m en septembre 2021, sous l'influence de renforcement des alizés, alors qu'en mars, l'agitation est plus variable et en moyenne plus faible. Sur le site de Passamaïnti, qui est protégé des vagues et des houles océaniques par un large récif barrière et plusieurs îlots, les hauteurs de vague observées (figure 4b) sont nettement plus faibles qu'à Mtsamboro. Cela a notamment été le cas en mars 2021 où la hauteur des vagues est toujours restée très faible ($> 0,05$ m), le site étant particulièrement abrité des vagues de nord-nord-ouest liées à la mousson.

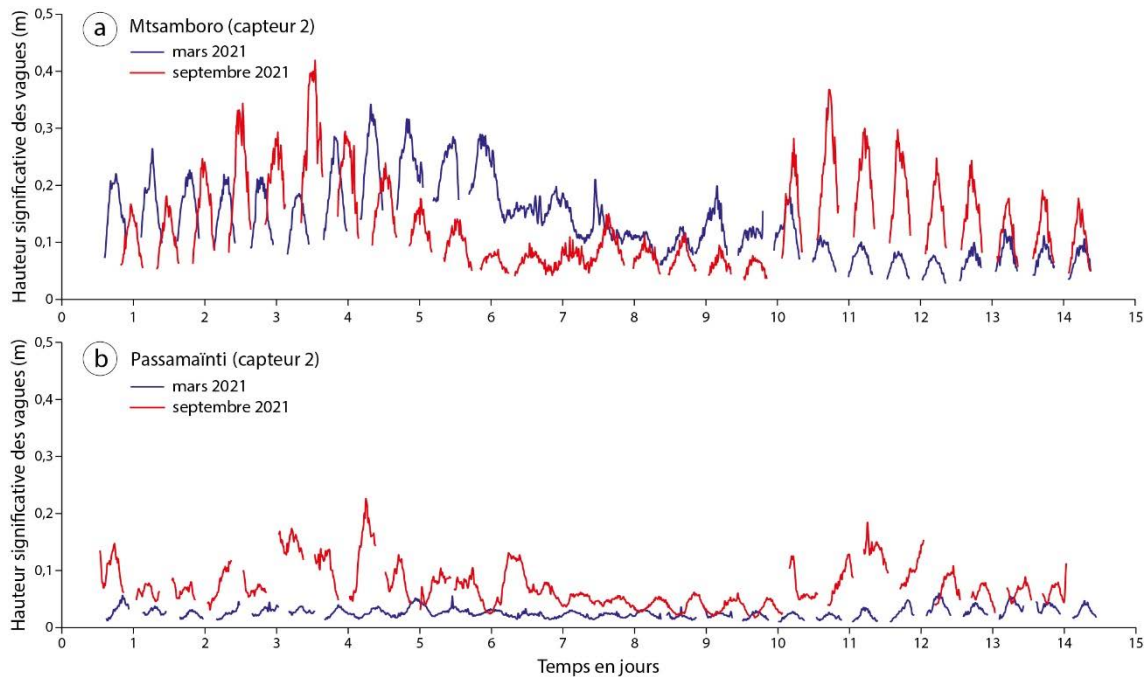


Figure 4. Hauteurs significatives des vagues lors des campagnes de l'année 2021 sur le récif frangeant de Mtsamboro (a) et de Passamaïnti (b).

5. Discussion et conclusion

Les observations hydro-sédimentaires réalisées au cours de cette étude tendent à montrer le rôle majeur de la géomorphologie de la zone intertidale et des processus hydrodynamiques sur la sédimentation. À Mtsamboro, il apparaît clairement que la dépression d'arrière récif favorise le dépôt de sédiments fins et vaseux sur ce secteur de la zone intertidale, en raison de sa plus faible altitude qui engendre la présence et le maintien d'eaux calmes à marée basse. Le platier récifal est caractérisé par des sédiments plus grossiers (figure 3) et d'origine biodétritique du fait de sa plus grande proximité avec le front récifal, recouvert de coraux vivants, qui fournit des sédiments par l'action mécanique des vagues ou par des processus de bioérosion. Sur le site de Passamaïnti, l'estran est plus homogène d'un point de vue géomorphologique et sédimentaire. Les sédiments s'organisent et se différencient sous l'action (1) des conditions d'agitation et des marées avec la présence de barres sableuses plus ou moins marquées en fonction des saisons (figure 2) et (2) des apports saisonniers de sédiments terrigènes en provenance des bassins versants. Sur les deux sites, il apparaît que les sédiments de surface de la zone intertidale comportent une plus grande quantité de particules très fines (silts et argiles) en saison humide (mars) qu'en saison sèche (septembre) (figure 3). Les données hydro-sédimentaires (précipitations, flux liquides et flux solides) du bassin versant nord de Mtsamboro attestent cela (DESPRATS, 2021b), avec des apports solides de plusieurs centaines de tonnes durant les 3 mois précédents les missions des mois de mars 2020 et 2021 contre quasiment aucun apport solide lors des 3 mois précédents les missions de

Thème 2 – Dynamique sédimentaire

septembre 2020 et 2021. Malgré les très faibles apports en sédiments en provenance des bassins versants lors des saisons sèches, les mesures ont montré un transport sédimentaire actif lors de ces périodes. L'agitation et les mouvements des masses d'eaux générés par des conditions météo-marines plus énergétiques permettent la remobilisation des stocks sédimentaires préalablement déposés lors des périodes calmes de la saison des pluies. Les sédiments sont remis en mouvement vers le lagon (particules fines) ou vers la plage (sable) lors de la saison sèche sous l'action des vagues et des courants de marée. Il apparaît donc que les conditions hydrodynamiques sont des paramètres importants à prendre en compte pour la modélisation du transit et des échanges sédimentaires dans les zones intertidales et subtidales récifales de Mayotte.

6. Références bibliographiques

DESPRATS J.F., LANDEMAINE V., ROLLAND G., COLLIAUX, C., FOUCHER, A., LANINI, S., EVRAD, O., RINAUDO J.D., VIGNEROT B., BEUDART F., MUCIG, C., CERDAN O., SAID K., VITTER M., BELTRAMO, M., GUILLOUX E., ARNAUD M., MAVOUNA A. (2021a). *Projet LESELAM 3 (Lutte contre l'Erosion des Sols et l'Envasement du LAGon à Mayotte)*, Rapport d'avancement 2021, Décembre 2021 BRGM/RP- 71363-FR, 61 p.

DESPRATS J.F., ROLLAND G., LANDEMAINE V., RINAUDO J.D., VIGNEROT B., BEUDART F., MUCIG, C., CERDAN O., SAID K., VITTER M., VANHOOYDONCK P., SALVADOR S., BAILBY E., CARME E., MAVOUNA A. (2021b). *Projet LESELAM 2 (Lutte contre l'Erosion des Sols et l'Envasement du LAGon à Mayotte)*, Rapport de synthèse, Mars 2021, BRGM/RP- 70664-FR, 52 p.

FABRICIUS K. (2005). *Effects of terrestrial runoff on the ecology of corals and coral reefs: review and synthesis*. Marine Pollution Bulletin, 50, pp 125-146. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2004.11.028>

JEANSON M., ANTHONY E.J., DOLIQUE F., AUBRY A., (2013). *Wave characteristics and morphological variations of pocket beaches in a coral reef-lagoon setting, Mayotte Island, Indian Ocean*. Geomorphology, 182, pp 190-209. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2012.11.013>

JEANSON M., DOLIQUE F., ANTHONY E.J., AUBRY A., (2019). *Decadal-scale dynamics and morphological evolution of mangroves and beaches in a reef-lagoon complex, Mayotte Island*. Journal of Coastal Research, SI 88, pp 195-208.

JEANSON M., FACON, M., CHARROUX, S., MERCKY Y., FABREGAS A., LEVASSEUR, V. (2021). *Étude des processus morphodynamiques du trait de côte mahorais et de l'envasement du lagon*. Rapport final, décembre 2021, Centre Universitaire de Mayotte, CREOCEAN OI, DEAL de Mayotte.

RISK M.J. (2014). *Assessing the effects of sediments and nutrients on coral reefs*. Current Opinion in Environmental Sustainability, 7, pp 108-117. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2014.01.003>