

3D-Representations for studying deep-sea coral habitats in the Lacaze-Duthiers Canyon, from geological settings to individual specimens

Fabri, M.-C., Dugornay, O., de la Bernardie, X., Guerin, C., Sanchez, P., Arnaubec, A., Autin, T., Piasco, R., Puig, P.

La publication en quelques mots :

Les coraux d'eaux froides sont des cnidaires (scléactiniaires) au squelette rigide qui forment des structures en 3 dimensions qui servent d'abri et de lieu de reproduction pour un ensemble d'espèces associées. Ils forment ainsi des écosystèmes de forte biodiversité. Ces coraux sont soumis à différents impacts. Dans l'Atlantique Nord-Est ils sont la cible de pêcheries ayant abouties à leur destruction. En Méditerranée ils sont essentiellement installés sur les flancs des canyons, ils sont donc naturellement protégés du chalutage de fond, mais ils vivent dans une eau proche de 14°C qui est à la limite de leur seuil de tolérance. Ces coraux sont donc protégés par différentes réglementations et sont le sujet de différentes études scientifiques.

Les coraux présents dans le **canyon de Lacaze-Duthiers** sont localisés dans le Parc du Golfe du Lion, où la pêche n'est pas réglementée. Ce canyon est situé en Méditerranée occidentale, il est connu depuis longtemps pour abriter des colonies de coraux d'eaux froides à des profondeurs allant de 250 à 550 m. En 2019, au cours de la campagne océanographique CALADU-2019, quatre zones de coraux ont pu être explorées (la tramontane qui sévit dans cette zone a bloqué le bateau au port plusieurs jours et plusieurs plongées ont été perdues). Avec les données collectées, trois échelles de travail basées sur trois types de reconstructions en 3 dimensions ont été utilisées pour mieux comprendre la distribution des colonies de coraux, leur habitat et la morphologie de leurs squelettes.

Une partie des flancs du canyon a été cartographiée à l'aide de deux sondeurs multifaisceaux, l'un monté sous la coque de l'Europe et l'autre monté sur le HROV-Ariane (notamment avec une inclinaison à 45° pour la cartographie des falaises). Des modèles numériques de terrain ont été construits avec des résolutions de 5 et 1 mètre et examinés en trois dimensions. Les **données bathymétriques** recueillies par le ROV sur les flancs du canyon ont permis de mettre en évidence une série de structures subparallèles identifiées comme des strates sédimentaires lithifiées, érodées par les courants, le long desquelles se développent les colonies de coraux. La structure accidentée de la bathymétrie est présentée dans une vidéo réalisée avec GLOBE (<https://image.ifremer.fr/data/00746/85829/#42595>). Les canyons sont souvent vastes et difficiles d'accès et n'ont donc pas encore été explorés en profondeur. L'accès à ces environnements difficiles à l'aide de véhicules robotisés sous-marins dédiés tels qu'Ariane et à l'installation d'un sondeur multifaisceaux incliné à 45° ont permis de cartographier des habitats cachés dans des endroits improbables.

Les assemblages coralliens ont été explorés, filmés, photographiés et finalement reconstruits en 3 dimensions sous forme de **modèles photogrammétriques** présentant l'avantage d'être géoréférencés et à l'échelle (16 modèles, surface totale de 4370 m²). Un travelling vidéo dans un modèle réalisé avec le logiciel MATISSE est accessible sur internet (<https://image.ifremer.fr/data/00746/85828/#42585>). Ces assemblages coralliens reconstruits en 3D ont permis de géolocaliser les deux espèces de coraux coloniales, *Madrepora oculata* et *Desmophyllum pertusum* (syn. *Lophelia pertusa*) et leur distribution à l'échelle du canyon a ainsi pu être interprétée. Les densités moyennes (jusqu'à 4,3 colonies par m²) et les structures de populations ont pu être calculées. Les tailles des colonies ont été mesurées pour les deux espèces (tailles moyennes de 28 cm pour *D. pertusum* et 18 cm pour *M. oculata*, tailles

maximales de 1 m et 0,5 m, respectivement, buissons de 2,5 m de long). En outre, les engins de pêche perdus ont été quantifiés, les palangres mesurées et leurs densités calculées (0,16 m/m², jusqu'à 0,30 m/m²). L'orientation des colonies, dirigées face aux courants dominants, visible sur les reconstructions 3D et positionnée dans un SIG a permis de déduire les courants dominants sur les zones de coraux et d'apporter des informations sur leur habitat préférentiel des différentes espèces. Le développement des reconstructions 3D sur de grandes surfaces offre un nouveau potentiel pour les études scientifiques sur les habitats structurellement complexes (affleurements rocheux et pentes abruptes), d'autant plus que les mesures quantitatives sont essentielles pour cartographier l'étendue de l'habitat et pour mettre en œuvre des programmes de gestion et de conservation. La cartographie répétée est un outil efficace pour suivre la dynamique temporelle des habitats, tant en relation avec le changement climatique que de la pression humaine croissante. La capacité de gérer et de protéger les habitats marins dépend de la connaissance détaillée de l'écosystème benthique, y compris de leur état de santé et des signes d'impact anthropiques. Les reconstructions 3D dans le canyon Lacaze-Duthiers témoigneront de ce que nous avons observé en 2019, et elles serviront de référence pour les futurs programmes de surveillance.

Cinq espèces de scléactiniaires d'eaux profondes ont été collectées et des **scans micro-tomographiques** ont été réalisés pour visualiser l'organisation intrinsèque de leur squelette. Ces scans sont issus d'une série d'environ 1000 radios (rayons X) d'un même échantillon (réalisés par le laboratoire Subatech, Université Nantes). Ce jeu de données a été créé dans le but de visualiser les critères morphologiques des squelettes de coraux en trois dimensions. Les spécimens étudiés sont des scléactiniaires, également appelés coraux durs en raison de leur squelette externe fait d'aragonite. Les scléactiniaires appartiennent à la sous-classe des Hexacoralliaires en raison de leur symétrie hexamérale (par 6). Le squelette est composé de calices solitaires ou coloniaux selon l'espèce. Les scans micro-CT de *M. oculata*, *D. pertusum*, *Desmophyllum dianthus*, *Caryophyllia smithii*, et *Dendrophyllia cornigera* ont permis des coupes longitudinales et transversales, mettant en évidence les critères morphologiques d'identification des espèces et l'examen multidirectionnel des spécimens. Les vidéos de l'intérieur du squelette des cinq espèces de scléactiniaires échantillonnées lors de la campagne CALADU-2019 sont disponibles sur le site (<https://image.ifremer.fr/data/00745/85674/#42590>). Grâce à cette technique nous avons comparé les squelettes des deux espèces coloniales, et nous avons pu mettre en évidence qu'il existait un fin canal de communication entre les calices d'une colonie de *Desmophyllum pertusum* (syn. *Lophelia pertusa*), alors que les calices d'une colonie de *Madrepora oculata* sont tous indépendants.

PUBLI :

Fabri, M.-C., Dugornay, O., de la Bernardie, X., Guerin, C., Sanchez, P., Arnaubec, A., Autin, T., Piasco, R., Puig, P., 2022. 3D-Representations for studying deep-sea coral habitats in the Lacaze-Duthiers Canyon, from geological settings to individual specimens, Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers 187, 103831, <https://doi.org/10.1016/j.dsr.2022.103831>.

POSTER et FILM IMMERSIF :

Les fichiers numériques des reconstructions en 3 dimensions dédiées à ces études scientifiques ont été utilisés pour créer un film immersif permettant au spectateur de naviguer d'une échelle à l'autre (canyon, massif de corail, branche de corail) en se laissant porter par une histoire imaginée par le service communication. Un poster dédié décrit les différentes techniques utilisées.

<https://archimer.ifremer.fr/doc/00815/92726/>

Ce poster est dédié à l'accompagnement d'un film immersif (360°) imaginé et conçu par le pôle audio-visuel du service communication de l'Ifremer (pôle audio-visuel). Ce film a été techniquement produit par Pix-Factory, il doit être regardé dans un casque de réalité virtuelle (Oculus Quest 2). Le poster permet d'expliquer aux spectateurs les différentes techniques utilisées pour produire les reconstructions en 3 dimensions : la bathymétrie pour le canyon, la photogrammétrie pour le massif de corail et la micro-tomographie pour les spécimens de corail.

Ce poster fait aussi le lien entre le film immersif (360°) et les travaux scientifiques publiés avec ces techniques de reconstruction (Fabri et al., 2022). Ainsi les fichiers numériques des reconstructions en 3 dimensions dédiées aux études scientifiques ont été utilisés pour créer le film permettant au spectateur de naviguer d'une échelle à l'autre en se laissant porter par une histoire imaginée par le service communication.