

Des carottes sédimentaires géantes non déformées prélevées à toutes les profondeurs par le *Marion Dufresne*

Entièrement modernisé en 2015, le *Marion Dufresne*, navire océanographique opéré par l'Institut polaire français (IPEV), a prélevé à plus de 4000 mètres de profondeur le plus long échantillon jamais réalisé en carottage : une carotte sédimentaire de 60 mètres de long présentant un échantillonnage parfait. C'est durant une campagne de carottage dans l'océan Austral que le nouvel équipement du navire a pu être testé et a montré ses nouvelles capacités qui ne sont que le début d'une longue série de carottages au service de la paléoclimatologie et de la paléocéanographie. En effet, ces outils, conçus par des ingénieurs du CNRS travaillant au sein de l'IPEV, sont majeurs dans la compréhension des aléas climatiques : ils permettent d'étudier des archives sédimentaires remontant sur plusieurs cycles climatiques, dépassant parfois les 800 000 ans obtenus dans la glace, ou avec une résolution pouvant être décennale selon les environnements de prélèvement.

Le *Marion Dufresne*, navire spécialement conçu pour les opérations de carottage long, est équipé du carottier géant à piston appelé CALYPSO développé dès l'origine par le CNRS et l'IPEV. Le CALYPSO permet de prélever des carottes sédimentaires de très grande longueur, jusqu'à 75 mètres quand les autres types de carottiers se limitent à 35 mètres, dans des tubes surmontés d'un poids d'environ 7 tonnes. Après immersion, le CALYPSO est lâché soudainement quelques mètres au-dessus du fond. Le remplissage des tubes est assuré par la dépression d'un piston retenu de façon contrôlée à l'interface eau/sédiment.

Avant sa jouvence de 2015, le *Marion Dufresne* était capable de déployer des tubes de 60 mètres mais au-delà de 2 000 mètres de fond et de 40 mètres de tubes les déformations induites par l'ancien système étaient importantes, rendant l'analyse des prélèvements difficile : les strates sédimentaires pouvaient être étirées voire déformées avec de l'eau de mer à la place du sédiment initial. Désormais, le *Marion Dufresne* est capable de déployer des tubes de 75 mètres de façon régulière. Durant la campagne ACCLIMATE¹, la maîtrise améliorée des opérations de carottage a permis d'obtenir par 3600 mètres de profondeur le remplissage du tube à 99% et donc de prélever 59,48 mètres de sédiments. La qualité du prélèvement est excellente en terme de conservation de la géométrie du sédiment dans sa configuration *in-situ* : le sédiment n'est pas déformé dans le tube. C'est la première fois au monde que des carottes géantes de sédiment marin d'une telle qualité sont prélevées.

Tous les autres carottages de la campagne, dont certains à plus de 4000 mètres et dans divers environnements sédimentaires, ont témoigné d'une même qualité, avec un taux de récupération similaire. La reproductibilité du résultat démontre les capacités exceptionnelles

¹ Responsable de mission Mme Claire Waelbroeck, Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement (CNRS-CEA-UVSQ)



de ces nouveaux équipements, fruits des efforts nourris des agents CNRS impliqués dans le développement de cette technologie à l'IPEV et à la division technique de l'INSU du CNRS.

La qualité de ces prélèvements est due tout d'abord à un nouveau câble synthétique d'élasticité minimale développé avec un industriel français, l'entreprise Cousin Trestec, permettant un meilleur contrôle du positionnement du piston à l'interface eau/sédiment lors du carottage. Ensuite, l'augmentation des capacités des équipements formant l'ensemble du système de carottage du bord joue un rôle majeur dans ces résultats : le treuil grand fond de capacité de traction de 45 tonnes permet l'arrachement des tubes géants du sédiment, le portique est plus ergonomique et sa résistance est augmentée, les tangons de manipulation sont instrumentés et permettent une bien meilleure maîtrise des opérations de débordement. Enfin, la suppression du pavois sur plusieurs mètres a permis d'améliorer la gestion et la sécurité des opérations, et de gagner un temps d'opération précieux. Parallèlement, les équipements acoustiques de dernière génération tels les sondeurs multifaisceaux et le sondeur de sédiment permettent une meilleure imagerie du sous-sol sédimentaire et donc une meilleure connaissance des environnements à carotter. Enfin, l'instrumentation du carottier lui-même présente des capteurs océanographiques permettant des mesures *in-situ* des paramètres environnant comme la température et la salinité des masses d'eau traversées.

Le Marion Dufresne est l'un des plus grands navires océanographiques d'Europe avec 120,5 mètres de long. Fleuron de la flotte océanographique française, ses équipements scientifiques embarqués en font un navire unique au monde par ses capacités de carottages sédimentaires. Construit en 1995 et propriété des Terres australes et antarctiques françaises (Taaf), le Marion Dufresne, armé par la CMA-CGM, est un navire polyvalent à deux fonctions principales : la première est l'organisation et la mise en œuvre de campagnes océanographiques par l'IPEV sur toutes les mers du globe pendant les 2/3 de l'année. Sa seconde fonction est le ravitaillement des îles subantarctiques françaises (Crozet, Kerguelen, Amsterdam) quatre fois par an, sous la responsabilité des Taaf à partir de l'île de La Réunion. 15 millions d'euros du Plan d'Investissement d'Avenir (PIA) ont été alloués à la modernisation des équipements et appareils scientifiques du navire *Marion Dufresne*. Cette action est intégrée au projet EquipEX CLIMCOR² porté par le CNRS au nom du Centre de carottage et de forage national et s'insère dans le cadre du Plan d'évolution de la flotte océanographique française (FOF). Le second investisseur, les Taaf, a emprunté la somme de 10 millions d'euros en mai 2014 auprès de l'Agence française du développement pour la modernisation du navire.

Contacts Presse :

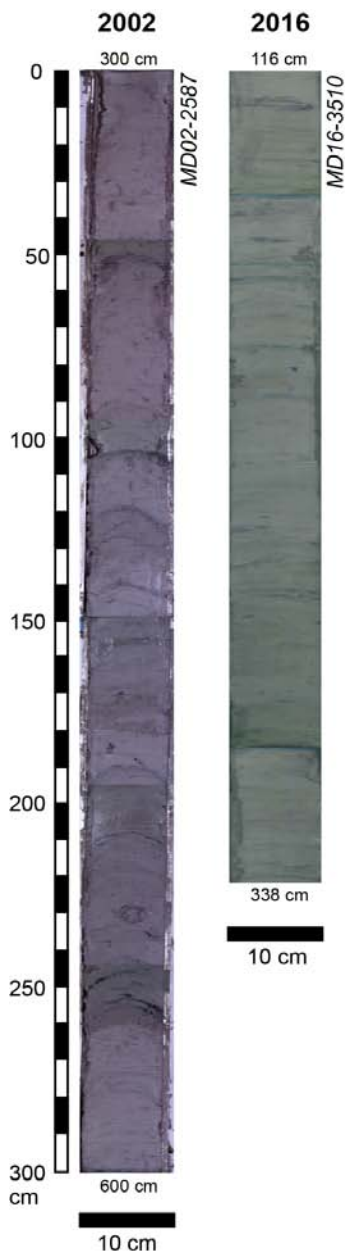
IPEV : Aude Sonnevile - 02 98 05 65 05 - communication-ipev@ipev.fr

CNRS : presse@cnrs.fr - 01 44 96 51 51

² Projet d'équipements d'excellence porté par le programme investissement d'avenir de l'Agence nationale de la recherche et qui a pour champ scientifique les sciences du système terre-écologie-environnement. Site CLIMCOR : <http://climcor-equipex.dt.insu.cnrs.fr/>

Illustrations

Carottier Calyspo, avec les tubes montés à hauteur d'épaule des personnels de gauche et le poids de 7 tonnes en jaune à droite au niveau du portique, prêt au déploiement
 ©David VAUQUELIN - KleyFrance - IPEV



Sur ces photographies, la même période de temps est couverte par 3 mètres de sédiment prélevé en 2002 et 2.2 mètres en 2016.

Ces différences de prélèvement soulignent le fort étirement de la séquence sédimentaire lors du carottage en 2002 et l'absence totale d'étirement en 2016. L'arrondissement nettement visible des couches noires dans la séquence de 2002 reflète une déformation du sédiment lors du processus de carottage par « pistonnage ». La disparition de telles déformations dans le prélèvement de 2016 souligne l'excellente qualité des carottes sédimentaires prises dorénavant sur le *Marion Dufresne*, même par plus de 4000 mètres de fond. La différence de couleur entre les photos reflète l'amélioration de la qualité du matériel photographique.