**Quelques nouvelles de l’Expédition 401 depuis le JOIDES Resolution**

Parmi les 28 scientifiques embarqués, nous sommes quatre francophones à bord du JOIDES Resolution: Fadl Raad (ATER, Université de Corse), Natacha Fabregas (Doctorante, Univ. Bergen, Norvège), Mohamed Zakaria Yousfi (chercheur ONHYM, Casablanca, Maroc) et moi-même (MCF, Université de Bordeaux; Fig. 1).

L’objectif de l’expédition [Mediterranean-Atlantic Gateway](https://iodp.tamu.edu/scienceops/expeditions/mediterranean_atlantic_gateway_exchange.html) est de collecter des séquences sédimentaires du Miocène supérieur au Pliocène inférieur de part et d’autre du détroit de Gibraltar. Cela va nous permettre d’évaluer l’influence qu’a pu avoir l’écoulement sortant de la Méditerranée sur le climat lors de la mise en place de ce *Mediterranean overflow* vers 8 Ma et pendant les fluctuations extrêmes de salinité associées à la formation du géant salifère messinien (6-5 Ma). Cette expédition est la partie embarquée du projet *Land-2-Sea* IMMAGE; les sites IODP en Atlantique et en Méditerranée seront complétés par deux sites ICDP qui visent les corridors fossiles entre l’Atlantique et la Méditerranée, qui sont préservés à terre au sud de l’Espagne et au nord du Maroc (Fig. 2).

**Les news du bord**

Nous venons d’entamer la sixième semaine, qui, comme le savent tous ceux qui ont déjà embarqué, est la semaine où beaucoup éprouvent un léger passage à vide: l’excitation de la nouveauté s’est dissipée, l’épuisement engendré par les jours enchaînés de travail pointe et on n’est pas assez proche de la fin pour que l’idée de revoir la famille, manger des légumes frais ou boire une boisson forte remonte le moral! Cependant, ma propre expérience de l’Expédition 401 en tant que co-cheffe est encore plus complexe. Même si je m’y attendais, ces dernières semaines ressemblent à des montagnes russes émotionnelles, avec une palette d’émotions rarement ressenties jusqu’ici et certainement pas aussi rapprochées les unes des autres (Fig. 3)! Je me suis sentie à la fois physiquement malade d’anxiété mais aussi euphorique au point de me donner envie de chanter et même danser! Le duo que nous formons avec Rachel Flecker est incroyablement complémentaire, et je ne la remercierai jamais assez de m’avoir embarquée mais aussi donné une place dans cette aventure qui est avant tout la sienne depuis plusieurs décennies.

Dans l’ensemble, malgré certains passages tendus, les choses se sont exceptionnellement bien déroulées pour l’Expédition 401. Nous avons été incroyablement chanceux avec la météo, en évitant deux tempêtes majeures au début de l’expédition. La première a entrainé la fermeture des ports néerlandais peu de temps après que nous ayons quitté le port d’Amsterdam et la seconde a provoqué d’importantes inondations en France et au Royaume-Uni (Fig. 4).

Nous avons également eu un taux de récupération bien meilleur que ce à quoi nous nous attendions. Pour les trois sites prioritaires de l’expédition, le Miocène supérieur est enfoui assez profondément. La stratégie de forage que nous avons élaborée reposait donc sur l’hypothèse que nous aurions besoin d’utiliser le système de forage rotatif (RCB) et que, par conséquent, le taux de récupération serait probablement relativement faible. Étant donné que la base de notre intervalle temporel ciblé, 8 Ma, était estimé à une profondeur de 1,4 à 1,7 km dans deux des sites, il était impossible de réaliser plusieurs puits pour récupérer un enregistrement plus complet de la carotte (Fig. 5). Nous avons par conséquent opté pour un seul puits avec le logging (diagraphies) pour nous aider à combler les inévitables parties manquantes.

L’Expédition 397 (2022) a eu une excellente récupération avec le système *extended core barrel* (XCB) en utilisant un trépan PDC (*Polycrystaline Diamond Compact*), nous avons donc fait un usage intensif de ce système avec des résultats tout aussi bons dans les intervalles moins profonds. Et comme nous avons atteint notre cible de 8 Ma à une profondeur beaucoup plus faible que prévu dans le site U1609 (>300 m moins profond !), nous avons eu le temps de forer un deuxième puits et de couvrir la plupart, sinon la totalité, des intervalles manquants du premier.

La véritable surprise cependant, est venue de notre second site, dans le Golfe de Cadix, lorsque nous avons utilisé le trépan PDC associé au système de forage rotatif. Bill Reinhart, notre surintendant des opérations, a fouillé dans les archives IODP pour trouver la configuration lors de la dernière utilisation, mais n’a rien trouvé. Nous avons quand même tenté le coup et les résultats ont été spectaculaires. Pour le puits U1610A, notre taux de recupération avec le système couplé XCB-PDC a atteint 93% entre 500 et 830 m et 80% pour le système RCB-PDC entre 830 et 1390 m. Nous pensons que la plupart de ce que nous n’avons pas récupéré était du sable non consolidé, qu’il aurait été presque impossible de récupérer quelle que soit la technique de forage utilisée. Ce taux de récupération sans précédent a aidé à apaiser la déception occasionnée par notre incapacité à enregistrer les données diagraphiques, excepté pour les 220 premiers mètres du puits. Une couche de boue a rendu difficile l’extraction de l’équipement de forage et s’est avérée être une barrière infranchissable pour les outils diagraphiques.

Tous ces imprévus (carottage d’un puits supplémentaire à la fin de notre premier site, cible moins profonde que prévue et échec des diagraphies sur le second site) ont fait que nous étions toujours, miraculeusement, dans les temps. Nous étions donc en mesure d’envisager de nous diriger directement vers la Méditerranée et notre dernier site prioritaire profond dans la mer d’Alborán, ou de retourner sur la marge portugaise occidentale pour essayer de récupérer en prime la même succession du Miocène supérieur sur le site U1385. La question était de savoir s’il y avait ou non une fenêtre météorologique suffisamment exploitable pour forer le site U1385 qui, étant en plein Atlantique, est beaucoup plus vulnérable aux tempêtes que notre site relativement abrité en Méditerranée. Si la réponse était - oui, il y a une fenêtre météo - alors nous devions saisir cette opportunité parce qu’il n’y aurait aucune garantie que les conditions soient assez bonnes pour forer U1385 lorsque nous aurions terminé en Méditerranée. Nous avons choisi d’aller vers le site U1385, mais avons fixé une date limite de départ pour notre site principal final. Il s’agissait de s’assurer que nous disposions de suffisamment de temps pour terminer le forage et les diagraphies de cet enregistrement méditerranéen ambitieux de 1700 m, quelles que soient les conditions météorologiques et de forage.

Ce site de la mer d’Alborán est essentiel à l’Expédition 401 et au projet plus large IMMAGE, car il enregistre la séquence de la connexion Atlantique-Méditerranée (détroit fossile) pendant la Crise de Salinité Messinienne. Si les sédiments sont là et que nous les récupérons, ils révéleront à la fois la chronologie et la nature des échanges Méditerranée-Atlantique.

Une fois terminées, ces carottes ayant collecté l’enregistrement de ce transect proximal à distal du Miocène supérieur-Pliocène le long de l’écoulement de la *Mediterranean overflow*, feront partie d’un projet beaucoup plus vaste qui reliera l’Expédition 401 aux Expéditions 397 et 339, ainsi qu’aux Leg ODP 161 et DSDP 13 (Fig. 6). Collectivement, ces carottes, dont certaines ont déjà des décennies et ont fait l’objet d’un travail approfondi, ont encore beaucoup de secrets à révéler. Ensemble, elles représentent un héritage incroyable pour les futurs chercheurs qui travaillent à comprendre le climat local, régional et mondial ainsi que la tectonique et les processus sédimentaires.

Après la fin de l’Expédition 401 à Naples à la mi-février, il n’y a plus que deux autres expéditions IODP prévues sur le *JOIDES Resolution*. Pour de nombreux techniciens, foreurs et membres du personnel d’*Entier*, il s’agit de leur dernière expédition IODP. L’expertise qu’ils apportent s’est accumulée au cours de plus d’un demi-siècle de forages scientifiques, d’abord avec le *Glomar Challenger*, puis avec le *JOIDES Resolution*. Bien que la perte du *JR* soit un coup dur pour la communauté qui dépend des données dérivées de forages océaniques, le navire peut, à terme, être remplacé. En revanche, la perte d’expertise technique qui résultera de la résiliation des contrats qui soutiennent les équipes techniques d’IODP, tant en mer que dans les rôles de soutien à terre, est catastrophique et se traduira par des années de forages scientifiques océaniques moins efficaces et moins efficients, même une fois (si?) qu’un navire de remplacement sera sécurisé. Ces équipes réalisent les rêves des scientifiques. Sans eux, notre science ne serait peut-être que des rêves.

**Figure 1**: les quatre francophones de l’Exp. 40. De la gauche vers la droite: Natacha Fabregas (sédimentologie, Univ. Bergen, Norvège), Fadl Raad (propriétés physiques et diagraphies, Univ. Corse), Mohamed Zakaria Yousfi (biostratigraphie, ONHYM, Maroc) et Emmanuelle Ducassou (co-cheffe de l’expédition, Univ. de Bordeaux). *Credit E. Bravo and IODP-JRSO*.

**Figure 2**: paléogéographie des connexions Atlantique-Méditerranée au Miocène supérieur montrant les sites de forages du projet IMMAGES (Land-2-Sea). Étoiles rouges: sites IODP. Triangles jaunes: sites ICDP.

**Figure 3**: courbe des émotions vécues par un co-chef d’expédition IODP. Exemple de l’Exp. 401. *Dessinée avec R. Flecker et mise en forme par J.F. Hernandez-Molina*.

**Figure 4**: la tempête Harvey et notre site de forage U1610 dans le Golfe de Cadix. *Credit S. George*.

**Figure 5**: plan des opérations de l’Exp. 401. *Scientific Prospectus (2023).*

**Figure 6**: sites des Exp. 339 (2011-2012), 397 (2022) et 401 (2023-2024). *Credit J.F. Hernandez-Molina.*

**Les décisions de forage et les conditions météorologiques**

Inévitablement, les décisions sur l’endroit où aller ensuite semblent devoir être prises au milieu de la nuit avant que les prochaines prévisions météorologiques ne soient disponibles. Trois heures après avoir décidé d’aller au site U1385, une tempête avec une houle suffisamment forte pour rendre à la fois le carottage et les diagraphies impossibles est apparue dans les prévisions pour les jours à venir. Nous avons eu le temps d’obtenir nos carottes du site U1385K... juste. Nous sommes donc descendus à 385 m sans récupération, 15 m au-dessus de l’endroit où Exp 397 avait cessé de forer, 10 ka au-dessus de la limite Mio-Pliocène, sachant que nous serions en mesure de faire correspondre pic à pic leurs enregistrements de gamma rays (NGR) et ceux que nous mesurerions sur nos carottes... sauf... que nous n’avons pas eu de récupération ! Nous avons réessayé avec des demi-carottes, en ajustant les paramètres de forage et avons finalement commencé à récupérer du sediment… 27 m plus bas. Nous avions manqué la limite Mio-Pliocène et la partie supérieure de notre intervalle cible. Nous avons continué à récupérer de belles carottes qui étaient pleines des cycles sédimentaires attendus et nous avons atteint la cible de 8 Ma à une profondeurs moins importante que prévue (encore une fois). Et ensuite? Tempête annoncée dans moins de deux jours, donc aucune chance de forer un deuxième puits et de s’échapper avant son arrivée. Au lieu de cela, Bill a suggéré que nous forions et continuions à carotter jusqu’à ce que le pilonnement ne devienne trop important, puis que nous restions sur place pour laisser passer la tempête. C’est ce que nous avons fait, en croisant les doigts pour que nous récupérions réellement l’enregistrement du Messinien supérieur cette fois-ci.

**Pourquoi forer le Miocène supérieur au site U1385?**

Le site U1385 est un site qui a déjà été foré en 2011 par l’Expédition 339 (puits A à D) pour le Pléistocène et en 2022 par l’Expédition 397 (puits E à J) pour le Pliocène. Grâce à ces expéditions antérieures, nous savons que les cycles climatiques calés sur les rythmes astronomiques sont exceptionnellement bien préservés ici. L’Expédition 397 a foré un transect de sites proximaux (peu profonds) à distaux (profonds), couvrant l’ensemble des principales masses d’eau de l’Atlantique nord-est. Sur les deux sites profonds (U1586 et U1587), ils ont également récupéré des successions complètes de du Miocène supérieur. L’objectif de l’Expédition 401, en retournant sur le site U1385, était d’achever le transect bathymétrique du Miocène qui nous permettra de relier (1) les enregistrements proximaux et distaux de l’Expédition 401 à la *Mediterranean Overflow Water* et (2) le climat méditerranéen à la paléocirculation atlantique et au système climatique mondial.