



Séminaire de prospective de la Flotte océanographique française

du 29 au 31 janvier 2024

Note de synthèse

Atelier F - Engins sous-marins. Quels systèmes dans le futur ?

Rappel de la problématique

La Flotte Océanographique met à disposition de la communauté scientifique plusieurs engins sous-marins, le sous-marin 6000m Nautille, le ROV Victor 6000m, le ROV hybride Ariane particulièrement adapté aux opérations jusqu'à 2500m à partir de navires côtiers sans capacité de positionnement dynamique, les AUV AsterX et IdefX (3000m) et l'AUV 6000m UlyX, en phase finale de qualification qui devrait entrer en flotte mi-2024.

L'unité des Systèmes Sous-marins de la Direction de la Flotte Océanographique (DFO) développe et adapte les capacités des engins au travers de nouveaux développements, de programmes d'évolution des engins et de projets d'innovation. A ce titre, l'AUV profond Ulyx est, après 6 ans de développements et de mises au point à la mer, en phase d'être transféré à Genavir. Actuellement en cours, le projet de modernisation du ROV Victor 6000 va conduire à des améliorations significatives en termes de capacités scientifiques. En parallèle, le projet DeepSea'nnovation va permettre le développement de nouveaux équipements scientifiques en rupture avec les capacités actuelles.

La feuille de route de développement prévoyait initialement le développement d'un second ROV grand fond (projet ROV+) qui devait à moyen termes remplacer le Nautille. L'annonce de maintien du Nautille au sein de la flotte, avec un projet de modernisation financé dans le cadre de France 2030 (mission 8), remet en question les stratégies scientifiques et opérationnelles envisagées pour le futur. La décision de garder Nautille dans la flotte met de facto en suspend le projet ROV+ pour une dizaine d'années au moins.

L'atelier F est l'occasion d'initier les discussions avec la communauté scientifique sur la base de ce changement de feuille de route qui nécessite de revoir les stratégies d'opérations et les enjeux en termes d'évolution des engins sous-marins, tout en prenant en compte les impacts sur le bilan carbone des campagnes.

Résumé des échanges lors des 3 rounds

Chaque atelier a été articulé autour de 3 questions majeures :

1. Quels besoins nouveaux, quels types de mission et quels usages ?

Malgré le peu de scientifiques présents concernés par le littoral, les ateliers ont permis de mettre en avant un intérêt pour un petit ROV 0-200m dédié à l'inspection de sites et à de petites interventions (dépose/récupération de matériel). Il s'agirait d'un équipement rapide de mise en œuvre à partir d'embarcations légères, de navires de station ou de navires côtiers. La définition d'un tel ROV "littoral", même s'il s'agit d'un équipement léger, requiert une analyse fine des cas d'usage avec les navires ou embarcations porteurs ainsi que des modes opératoires envisagés - rappelons que la mise en oeuvre optimale d'un ROV nécessite une tenue en position à quelques mètres près en surface.

La prise en charge et la maintenance de ce type d'engin reste à définir ; avec un engin de type commercial, une formation des équipes scientifiques pour le déploiement, opération, et exploitation de données pourrait être envisageable.

La grande majorité (>70%) des plongées d'intervention sont réalisées entre 0 et 3000m d'immersion. Il semble pertinent d'analyser le besoin pour un ROV optimisé pour ces immersions, et en couple avec des AUVs adaptés. L'objectif serait de proposer un ROV plus léger, plus simple, permettant la réalisation de missions scientifiques n'impliquant pas un ensemble instrumental trop important. Ce ROV pourrait être déployé par des navires de plus petite taille (NSH, Michel Rocard, ...) et donc réduire l'empreinte carbone de certaines missions (attention toutefois à la place disponible à bord pour les équipes scientifiques et techniques). Il pourrait par ailleurs être proposé sur navire hauturier notamment dans des contextes de campagnes multi-systèmes (AUV/ROV/observatoire...). Il s'agirait d'un engin intermédiaire entre le ROV Victor6000 et le ROV hybride Ariane. Cet engin pourrait opérer avec les AUVs AsterX et IdefX, ou des nouveaux AUVs légers.

L'utilisation de flottilles de petits engins a été brièvement évoquée lors d'un des ateliers notamment dans la perspective de réaliser des surveys grande échelle en côtier/littoral. Ce type de projet se développe côté recherche, mais son implémentation sur le terrain n'est pas encore démontrée. Une expérience de ce type pourrait être développée dans un futur proche. L'Ifremer (DFO/SM sur le programme Octo'Pouss de la DI) accueille la société start-up DE.ES qui développe une flottille d'engins low-cost pour la photogrammétrie des fonds en littoral. DE.ES est aujourd'hui en mesure de réaliser des prestations avec un faible nombre d'engins (un AUV au fond et un USV le suivant en surface). Notons également Ocean Infinity capable d'opérer plusieurs AUVs profonds Hugin en parallèle, tout en restant dans l'état de l'art avec chaque engin réalisant sa mission de façon indépendante. Il existe également des projets BPI France adossé à France2030 sur ce sujet. Il semble important de poursuivre la veille technologique et l'accompagnement sur certains projets phares afin d'identifier des scénarios viables et réalistes d'un point de vue scientifique et opérationnel. Les modes opératoires seraient fort probablement basés sur de la prestation par des entreprises spécialisées.

L'ensemble des ateliers a mis en avant la nécessité de maintenir l'adéquation entre navire support et engins au regard des enjeux scientifiques des campagnes. Pour la flotte des navires hauturiers, il est stratégique de prévoir la capacité d'opérer plusieurs engins sur une même campagne, notamment le couple AUV et engins d'intervention HOV/ROV particulièrement efficace, et d'avoir la capacité de déployer simultanément différents équipements complémentaires (USV, navette fond-surface, observatoire...) de façon à optimiser les campagnes (utilisation optimale du temps bateau, maximisation de l'acquisition de données et observations). Dans les ateliers, ce sujet a été l'objet d'un certain nombre d'échanges qui ont aussi permis de remonter quelques points précis, notamment la nécessité d'avoir des moyens de déploiement optimisés en latéral sur les navires (meilleure efficacité selon la météo), et de prendre en compte le déploiement au cours d'une même campagne d'UlyX avec Victor ou Nautila sur le navire qui remplacera l'Atalante. Ces scénarios multi-engins devraient conduire à des missions optimisées jour/nuit et potentiellement à une réduction de l'impact environnemental, en comparaison de plusieurs missions avec un seul engin. Les méthodes et outils de déploiement des engins de la flotte sont d'ailleurs développés dans ce sens, à l'opposé de LARS (*Launch and Recovery System*) plus indépendant des moyens techniques des navires mais peu adapté à des missions multi-engins.

Il a par ailleurs été notifié lors d'un atelier de la nécessité de rendre les AUVs plus autonomes afin de pouvoir libérer réellement le navire pour d'autres opérations. Actuellement, les AUVs sont escortés lors des opérations notamment pour garantir un positionnement précis du vecteur et donc une qualité maximale des données produites. La question d'un mode non escorté se reporte sur la précision du géoréférencement des données souhaitée, l'impact du déploiement d'un champ de balises sur le fond ou d'un USV pour le positionnement de l'AUV. Certains types de plongées pourraient se faire en mode non-escorté avec une qualité dégradée de navigation et de géo-référencement, mais en adéquation avec les objectifs scientifiques. Ce mode de fonctionnement devrait faire objet de plongées techniques et opérationnelles afin de mieux les caractériser.

Enfin, il a été mis en avant la nécessité de mieux organiser et préparer les campagnes afin d'optimiser le temps navire. L'organisation des campagnes hauturières avec une activité H24 doit prendre en compte le rythme légal de travail à la mer, les contraintes météorologiques, ou les imprévus techniques, lors de la campagne, avec une flexibilité de travail accrue. Le travail de préparation en amont est primordial pour trouver la meilleure adéquation entre les contraintes du bord, les contraintes des engins, la planification des travaux scientifiques, et l'utilisation optimale des équipements pour optimiser les opérations et acquisitions de données. Cela implique d'introduire, le plus en amont possible dans le schéma de programmation, une réunion d'analyse technique du besoin avec les différentes parties prenantes : chef de mission, DFO/PON, DFO/SM, Genavir-DSM (et éventuellement DFO/NSE et Genavir-DOL).

Cela implique aussi de mieux former les scientifiques à l'utilisation des engins (e.g., participation à des campagnes d'essais), des outils informatiques de traitement de la donnée (e.g., formation pré-campagne) et de leur instrumentation (information détaillée sur engins, instrumentation, métadonnées). Cela est d'autant plus important pour les jeunes chercheurs qui réalisent leurs premières campagnes (ou demandes de campagne) avec engin.

Il est aussi nécessaire d'être plus vigilant sur la documentation des engins et la communication autour de leurs capacités réelles (au regard des capacités mises en perspective dans différentes communications institutionnelles et des projets de développement), ainsi que les évolutions prévues de ces systèmes (priorités de développement et campagnes d'essais à venir). Par exemple, l'entrée en flotte d'UlyX sera réalisée sur un périmètre de fonctionnalités validées ; les travaux se poursuivront pour l'intégration des autres charges utiles prévues (e.g., sonar latéral, sondeur de sédiments) et la validation de scénarios de mission scientifique non acquis lors du transfert en mi-2024. Pour cela, des périodes de disponibilité d'Ulyx pour des interventions techniques, et des missions techniques de validation, devront être aménagées. Une mise à jour régulière de la communication autour de la capacité des engins, des capteurs disponibles et de leurs performances réelles est nécessaire.

2. Quelles sont les conséquences du prolongement du Nautille dans la stratégie d'exploration sous-marine ?

Les scientifiques familiers du Nautille ont mis en avant, de façon unanime, la nécessité d'une refonte complète de la face avant avec de nouveaux bras manipulateurs, un nouveau panier ainsi que de nouvelles interfaces pour les équipements scientifiques tout en conservant les spécificités d'un engin lourd et puissant. Il est aussi important de pouvoir bénéficier des nouveaux équipements scientifiques développés dans le cadre de la modernisation Victor ou dans le cadre de DeepSea'nnovation, en allant notamment vers une standardisation des interfaces, des processus de validation de la donnée et de son traitement avec des logiciels en adéquation.

L'intérêt de pouvoir plonger avec 2 scientifiques à bord a été largement évoqué lors des différents ateliers ; cette stratégie, mise en œuvre par HOV ALVIN (WHOI, USA) permettrait une approche un peu plus pluridisciplinaire des plongées et une meilleure formation des jeunes chercheurs avec la possibilité d'embarquer un binôme « senior/junior » à bord. En revanche, cela impliquerait une révision des rôles du pilote et du copilote. La répercussion sera aussi sur les scientifiques qui devront de ce fait assumer des formations et des responsabilités de co-pilote. Des essais ont été réalisés il y a quelques années avec un scientifique en tant que co-pilote. L'une des conclusions a été que la somme des tâches attribuées au co-pilote prend le pas sur la réalisation de tâches scientifiques et que le bénéfice n'est pas évident dans la configuration actuelle. Dans un contexte de modernisation, avec une refonte des interfaces et des fonctionnalités nouvelles pour faciliter le pilotage, il est peut-être possible de proposer de nouveaux schémas d'opérations qui permettront d'envisager d'embarquer 2 scientifiques pour certains types de plongées, et définir la faisabilité et les limites de ce scénario.

Enfin, les ateliers ont permis de faire remonter le besoin prioritaire pour l'utilisation de navettes fond-surface permettant des mises en œuvre rapides et la récupération d'échantillons frais lorsqu'il s'agit de biologie ou de fluide :

- déploiement simple incluant la possibilité de récupération de nuit,
- réduction des distances à parcourir sur le fond entre le site de travail et la navette.

Ce besoin avait déjà été identifié dans le cadre du scénario à 2 ROVs et doit maintenant être impérativement instruit dans le cadre du scénario « Victor+Nautille ». Cette navette fond-surface devrait être opérable par un ROV et Nautille, donc avec une ergonomie adaptée.

Dans un projet évoqué par la Direction de la Flotte Océanographique, les travaux de type R&D menés dans l'unité SM dans le cadre du projet ROV+, notamment sur des objectifs de perception visuelle 3D, les automatismes d'assistance à la manipulation et la réalité augmentée, devraient être finalisés pour Victor 6000, Ariane, et éventuellement Nautille.

3. Quelles stratégies pour l'instrumentation scientifique des engins ?

L'interopérabilité et la standardisation des instruments et des capteurs sont unanimement saluées par les scientifiques présents dans les ateliers. Il semble donc important de poursuivre dans cette voie :

- Mise en œuvre des capteurs standardisés (UlyX, Victor et prochainement Nautille ?)
- Standardisation des interfaces de l'instrumentation pour faciliter l'intégration sur les différents engins (approche modulaire)

- Mise en place d'un guide de bonnes pratiques pour le déploiement des équipements, d'un protocole de validation scientifique de la donnée et de logiciel informatique de traitement de la donnée.
- Documentation détaillée, protocoles, et informations sur les données acquises (format, archivage, etc)
- Mise en place de formations pour les utilisateurs de ces équipements.

Par ailleurs, il apparaît pertinent de développer et pérenniser l'harmonisation des équipements et des interfaces au niveau national mais aussi au niveau international.

Les modalités d'exploitation d'une instrumentation de nouvelle génération restent à l'étude :

- Transfert à Genavir de capteurs qui gère maintenance/calibration et l'utilisation à la mer (cela peut conduire à la nécessité d'élargir le champ de compétence de Genavir).
- Mise en place d'une plateforme d'exploitation des équipements scientifiques développés par les laboratoires avec support des tutelles (parc instrumental avec ou sans mission de service)
- Analyse au cas par cas en fonction des instruments proposés
- Les schémas à mettre en place dans DeepSea'nnovation pourront par la suite être utilisés pour de futurs développements

Une coordination des infrastructures inter-instituts apparaît indispensable et urgente pour proposer un modèle de mise à disposition des équipements et des parcs instrumentaux à l'ensemble de la communauté scientifique, ce qui dépasse le cadre du projet DeepSea'nnovation.

La question de la mise à disposition des données et plus généralement du cycle de vie de la donnée a été posée. Ce point est traité dans le projet DeepSea'nnovation et pourra être étendu aux futurs équipements mis à la disposition de la communauté scientifique.

La DT-INSU ayant arrêté l'exploitation des gliders, il n'y a plus, dans le paysage national, d'opérateurs pour cette catégorie d'engins. Deux représentants de la communauté utilisatrice présents lors des ateliers interrogent sur la possibilité que la FOF prenne en charge la/es flottes de gliders existante(s). Il est par ailleurs à noter que des projets sur ce type d'engins sont actuellement en cours (e.g., glider profond) dans le cadre de F2030, avec une extension des fonctionnalités et potentiellement une communauté utilisatrice élargie.

Principales recommandations, leviers et pistes d'action

- 1/ Mise en place d'un groupe de travail scientifique engins sous-marins de la FOF : réunion GTS UlyX, ROVs et élargissement en vue de traiter la modernisation du Nautile.
- 2/ Analyse de l'impact carbone de l'utilisation des différents engins sur les campagnes, et optimisation des opérations.
- 3/ Réflexion à mener sur les besoins de la communauté scientifique littorale et côtière. Un instrument petits-fonds (3 – 10m) serait une alternative précieuse à l'intervention de plongeurs, pour la récupération de matériel ou des prélèvements. Cette réflexion pourrait aussi considérer des couples AUV - ROV plus léger, pour des fonds de <3000 (~70% des plongées avec engins profonds).
- 4/ Montage d'un projet « Victor+ » visant à développer sur cet engin certaines des innovations dans les domaines de la perception et de la manipulation assistée telles que envisagées sur ROV+, de nouveaux ascenseurs, l'intégration sur plusieurs engins des équipements DeepSea'nnovation etc...
- 5/ Maintien d'un nouveau ROV dans la feuille de route (report du ROV+, développement ou acquisition d'un ROV plus faible fond).
- 6/ Consolidation des stratégies concernant l'instrumentation scientifique en particulier les capteurs standardisés sur les engins et les développements innovants prévus dans le cadre de DeepSea'nnovation.
- 7/ L'ensemble des recommandations et attentes exprimées confirme l'importance de compétences et capacités technologiques de la FOF permettant de conduire des projets de développements innovants d'envergure, de réaliser de la veille technologique active et des actions de R&D pour répondre aux demandes actuelles et anticiper les besoins futurs de l'IR* vecteur d'une science marine d'excellence.