

## Relevé de conclusions du Workshop Techno Flotte 2015

(11-12 mai 2015, Paris)

Le workshop a ménagé beaucoup de temps de questions/réponses et de discussion. Le dénominateur commun de ces échanges était un souci partagé entre scientifiques et ingénieurs d'optimiser l'usage de l'infrastructure Flotte et de ses équipements. On retrouve notamment cet objectif dans :

- les sollicitations pour créer des modules automatisés de « mesure en route »,
- les demandes d'automatisation de processus d'acquisition, pour gagner du temps et/ou de la place,
- les demandes d'exploitation des transits,
- l'usage plus banalisé des moyens de télécommunication avec la terre.

### **Les géosciences**

Les thématiques scientifiques abordées par les Géosciences marines sont nombreuses et nécessitent de conduire des campagnes hauturières pluridisciplinaires multi-instrumentées associant notamment les outils de géophysique, de géochimie, de sédimentologie et de géotechnique. Les navires de l'Ifremer les plus adaptés sont *L'Atalante* et le *Pourquoi pas?* de par leur capacité à accueillir et à mettre en œuvre les engins sous-marins, la sismique ainsi que d'autres équipements mobiles (observatoires, piézomètre,..) et d'effectuer des opérations de carottage profonds. La capacité multi-engins du *Pourquoi pas?* est particulièrement appréciée.

L'outil sismique est primordial pour les Géosciences marines et le renouvellement complet du parc est attendu. Il est souligné que le renouvellement des sismiques multi-traces 4500m, rapide (300m), HR2D (1200m) et 3D (600m) est d'ores et déjà acquis et que la mise à niveau du système de déploiement des sources sera traité en 2016. Une demande pour la mise à niveau de la sismique THR Plateau (15-50m) est identifiée.

Pour ce qui concerne les instruments d'échantillonnages,

- les bathysondes vont évoluer vers des systèmes propres (sans pollution métallique de l'environnement), avec des capacités en transmission de données (dont la vidéo) et d'alimentation électrique plus importantes.
- la nécessité de bien positionner les outillages au fond (carottier, dragues,..) a été mentionnée. Par ailleurs, il peut être intéressant d'instrumenter le lest du carottier pour acquérir davantage de données (rejoint l'idée de transit valorisé pour d'autres équipements).
- le besoin de se doter d'un outil du type du MeBo (forage carotté) pour des opérations par petits fonds (15-200m) est évoqué. Il devrait permettre une pénétration jusqu'à 50m dans les roches et les sédiments grossiers. Pour un tel outil, il faut peut être interagir au niveau européen et examiner les coopérations ou échanges possibles.

Les systèmes sonars font partie des outils indispensables en Géosciences et il est nécessaire de continuer à axer nos efforts sur l'amélioration des systèmes existants et le développement de nouvelles fonctionnalités (imagerie quantitative, colonne d'eau, réflectivité...)

La surveillance multiparamétrique des fonds marins requiert des installations permanentes composées d'un nœud central et de stations périphériques multi-capteurs (OBS, méthane, ADCP,...) alors qu'actuellement les capteurs sont indépendants et à autonomie limitée.

Il est souhaitable d'augmenter la capacité d'emport du *Victor*, de remettre à niveau la télémanipulation ainsi que le module de route et de disposer d'un ascenseur sur câble pour optimiser de manière significative le temps de plongée. Les performances des AUVs sont aussi à améliorer (autonomie, charges utiles,...). Le découplage Navire/AUV (le navire escorte l'AUV actuellement) et les missions multi-AUV optimiseraient grandement le temps à la mer.

### **La physique de l'océan**

La physique de l'océan étudie les processus dynamiques océaniques et contribue à l'effort international de surveillance de l'océan global. Les mesures recueillies servent une communauté scientifique étendue (biogéochimie, halieutique, biologie...)

Dans les prochaines années et si l'on excepte l'instrumentation directement gérée par les laboratoires, le changement va principalement concerner les capacités croissantes des bathysondes (tendance convergente avec la communauté Géosciences). L'augmentation de volume va demander davantage d'espace pour assurer le stockage, la récupération des échantillons, la préparation des plongées suivantes et la maintenance. Le besoin de disposer d'un hangar dédié est évoqué. Les installations de déploiement seront elles aussi impactées avec le besoin de treuils plus performants et d'espaces de mise à l'eau et de récupération plus importants. De nouveaux systèmes de manutention (chariots) deviendront indispensables.

La mesure en continu et en routine sur les navires, déjà en place sur une bonne partie des navires, pour certaines mesures (ADCP, TSG et fluorimètre), est à étendre et à développer à d'autres instruments (Ferrybox, CO<sub>2</sub>, PH, CPR,...). L'amélioration des mesures météo est aussi nécessaire (couche limite, irradiance, précipitations,...). (voir plus bas sur les modules de mesure en route / routine).

Il est par ailleurs évoqué :

- la difficulté de récupérer des engins et instruments fragiles (eg gliders). Des dispositifs appropriés permettraient de limiter les dommages et de permettre des déploiements plus fréquents ;
- le besoin de disposer d'un système acoustique simple et dédié pour permettre le largage et le suivi de la remontée des mouillages. Les UCTD (sondes non perdables de température et salinité) pourraient être installées en systématique sur les navires et serviraient de manière plus large aux utilisateurs des SMF ;
- une plus grande accessibilité aux données de navigation en temps réel est demandée ainsi que la mise à disposition de produits Mercator type pour les campagnes océanographiques.



3. Favoriser l'appropriation des données et les services associés en temps réel et en temps différé.

Un certain nombre de besoins est directement identifié :

- généraliser l'exploitation des images photo/vidéo sous la forme de mosaïques géo-référencées 2D/3D sur une majorité des engins sous-marins et mettre en place des outils logiciels pour intégrer ces processus dans les environnements opérationnels des engins ;
- évoluer dans la définition fonctionnelle des modules du ROV Victor 6000 afin de disposer d'une architecture de charge utile modulaire au niveau des équipements et adaptable à une campagne donnée ;
- augmenter le niveau d'automatisation des outils et fonctions de télémanipulation afin de sécuriser des manipulations sensibles et de garantir un niveau homogène des performances de ces manipulations ; développer une nouvelle génération d'ascenseur, opéré par câble et interfacé par le ROV via un mécanisme de docking et d'échange automatisé de « colis » d'échantillons ou d'outillages.
- développer et exploiter les fonctions de communication sous-marine des AUVs pour fournir des accès à des échantillons de données dans certaines phases de la plongée et éventuellement par des manœuvres « rendez-vous » avec des relais (sur ROV ou déployé par câble);
- augmenter l'autonomie des AUVs en terme de mise en œuvre opérationnelle (plongée sans escorte navire), en terme d'énergie (endurance 24h) et en terme d'intelligence embarquée (détection temps réel, reprogrammation automatique de la mission), implémenter des algorithmes de détection temps réel d'indicateurs spécifiques, afin de d'orienter les stratégies de plongée multi-échelle ;
- augmenter les caractères interopérable et interchangeable des charges utiles et des outils-services associés ;
- développer des technologies de transmission de données et d'énergie sans contact en particulier pour la récolte des données et la maintenance des observatoires.

Le maintien des engins à leur état d'excellence, la prévention des obsolescences et la recherche de la fiabilité opérationnelle sont également soulignés.

### ***L'halieutique et les ressources vivantes***

Les campagnes halieutiques de surveillance en vue de collecter les indices d'abondance et de biomasse se sont largement étoffées au cours de ces quinze dernières années. Elles produisent maintenant des indicateurs éco-systémiques plus larges sur différents compartiments écologiques (mammifères, œufs, larves,..) et visent à étudier et comprendre les processus écologiques. La tendance est la collecte d'une information de plus en plus abondante et diversifiée, ce qui va nécessiter d'optimiser les travaux à bord et d'automatiser les processus.

L'effort doit être maintenu pour disposer d'une flotte homogène, en équipant la flotte côtière des mêmes instruments et logiciels que le NO *Thalassa*.

Il est exprimé le besoin :

- d'atteindre le niveau de bruit rayonné recommandé par le CIEM ;
- d'une plus grande automatisation du traitement de la capture des engins de pêche en salle de tri, ce qui va nécessiter de nouveaux matériels et logiciels ;

- de remplacer le sonar actuel par un équipement de nouvelle génération et d'équiper les navires de systèmes acoustiques large bande (EK 80) pour l'étude du méso-zooplancton et micro-necton. Une réflexion doit être menée pour rationaliser les instrumentations en développant des équipements capables de fournir plusieurs types de données à la fois (couplage CUFES-Zoocam-flowcam) ;
- de développer le concept de téléprésence pour permettre d'être plus efficace et moins cher en autorisant le traitement à terre des données acoustiques et optiques ;
- de développer des outils d'assistance vidéo qui viendraient efficacement améliorer le travail des observateurs en passerelle pour les campagnes d'observation, d'identification et de comptage des mammifères marins, des oiseaux et des déchets (DCSMM).

## ***La biogéochimie***

La biogéochimie marine a pour objectif de décrire le cycle des éléments à une grande échelle spatiale. Elle nécessite des campagnes pluridisciplinaires mettant en œuvre une instrumentation très nombreuse (rosette, mouillage, flotteurs, carottiers, MVP..).

La maintenance des installations et instruments est une priorité absolue et doit continuer à être assurée au plus haut niveau dans l'avenir.

Les bathysondes sont de première importance pour la biogéochimie et il est important de disposer à bord de conditions de déploiement améliorées (treuils hydrologiques en particulier). Il est par ailleurs identifié le besoin de se doter d'équipements complémentaires ou en remplacement de matériel obsolète :

- un conteneur propre supplémentaire en complément de celui acquis récemment et destiné aux prélèvements des éléments trace ;
- un (voire deux) conteneur radio-isotopes en remplacement de l'ancien ;
- un conteneur pour les mesures en continu et à haute fréquence (O<sub>2</sub>/Ar, SN, PCO<sub>2</sub>,...) associé à un système de prélèvement par pompage propre ;
- des espaces réfrigérés et des congélateurs supplémentaires au moins sur L'Atalante ;
- de nouveaux capteurs pour mesurer les éléments trace dans l'eau et quantifier les particules dans la colonne d'eau.

## ***Les grands fonds***

L'intervention et l'exploration dans les grands fonds jusqu'à 6000m est un point fort de la flotte et la demande des moyens techniques correspondants est confirmée dans plusieurs domaines de l'environnement profond et des géosciences. Les opérations sur des fonds de plus de 3000m sont aujourd'hui limités aux engins Victor6000 et Nautile. La capacité de réaliser des cartographies à haute résolution (de l'ordre du mètre) sur des zones de plusieurs dizaine de km<sup>2</sup> n'est plus maintenue depuis l'arrêt du SAR.

La modernisation des fonctions scientifiques de Victor6000 se dessine à un horizon de 2 à 4 ans. En effet, après 20 ans de vie opérationnelle et l'évolution constante des modes opératoires, une réflexion sur la refonte de l'architecture fonctionnelle des modules scientifiques (modules de prélèvement de mesures en route) est recommandée.

Le besoin exprimé pour le ROV Victor 6000 vise :

- la mise à disposition d'une capacité d'emport augmentée pour prélèvements et outillages ; dans ce contexte des fonctions innovantes d'un ascenseur avec interface de docking sont envisagées, la manœuvre de connexion et d'échange de colis entre ROV et ascenseur se trouveraient largement accélérée ;
- une composition à la carte d'une partie d'un module permettra d'adapter celui-ci de façon optimale aux objectifs d'une campagne, la banalisation des interfaces simplifiera l'installation simplifiée pour des capteurs scientifiques d'opportunité ;
- la poursuite de développements performants pour l'imagerie optique inclura des outils/services pour l'exploitation intégrée des images et des données d'engin ; les outils de mosaïques géoréférencées 2D et reconstructions 3D de la scène sont désormais dans l'état de l'art et donneront lieu à des outils opérationnels simplifiés ; les algorithmes de détection et de classification en temps réel permettront une sélection et une appropriation des grands volumes d'images en cours de plongée et de campagne ;
- La télémanipulation pourra bénéficier de nouvelles technologies actuellement expérimentées sur le HROV dans une démarche d'automatisation de gestes et d'assistance à l'opérateur visant un gain en rapidité et en précision des manipulations.

Plus généralement, les schémas de mise en œuvre simultanée de plusieurs engins, en particulier la combinaison d'un engin d'intervention et d'un AUV, sont progressivement introduits et démontrent un potentiel certain pour optimiser le déroulement et la productivité des campagnes. Dans ce contexte, le besoin pour un AUV profond 6000m avec une endurance accrue (24 à 36 heures) est posé. L'introduction d'un tel engin permettra de mettre en cohérence les moyens grands fonds.

Un AUV hauturier devra permettre l'association de plusieurs instruments dimensionnant dans une même charge utile (ex. sondeur multifaisceaux et sondeur de sédiments) pour garantir une synchronisation spatiale parfaite. L'architecture des charges utiles multi-instruments favorisera également l'intégration de nouveaux capteurs scientifiques (ex. spectromètre de masse).

Pour toutes les applications grand fond, la géolocalisation acoustique est un enjeu majeur, et les modes hybrides de positionnement avec un ou plusieurs transpondeurs déployés au fond seront évalués et introduits dans les modes opératoires des engins.

Le Nautilie est décrit comme un moyen possédant une valeur ajoutée (charge utile, mobilité, manipulation en visuel direct) pour les interventions au fond. Dans un contexte d'incertitude sur l'avenir du sous-marin, il est relevé que les fonctions scientifiques devraient être modernisées pour entamer un nouveau cycle opérationnel dans les meilleures conditions.

### ***La communication terre-mer***

La communication navire-terre en lien permanent satellite est désormais disponible sur beaucoup de navires (dont des navires côtiers) ; le débit est relativement limité mais suffit à offrir des services de base à bord. Sur tous ces abonnements satellite, le débit peut être augmenté significativement pour la durée d'une campagne, moyennant finances.

Exemples :

- Mission BICOSE. Nuit des abysses 1,5 Mbps et 10 k€ pour une semaine,
- Visioconférence 512 kbps et 2 k€ pour une semaine.

Les fonctionnalités envisageables avec ces bandes passantes améliorées sont diverses :

- la « téléprésence » : concept global, incluant des fonctions de visioconférence, qui permet de piloter une partie de la campagne océanographique à partir d'une salle équipée à terre ;
- la réception en temps quasi-réel à terre de flux de données ciblés et compressés est une manière d'impliquer une équipe élargie dans la campagne ; si cette transmission n'est pas possible, on peut se contenter de donner accès à des interfaces logiciels du bord, pour des scientifiques autorisés situés à terre (déport d'outils) ;
- le suivi (scientifique et technique) de modules automatisés de mesure « en route ou en routine » (voir paragraphe correspondant) ;
- le suivi à des fins de communication d'une campagne vers un public élargi (Internet, smartphone) sur la base d'une sélection d'informations et de données ;
- L'amélioration de la télémaintenance technique à partir de la terre.

Toutes ces possibilités suscitent de l'intérêt de la part des scientifiques, qui suggèrent que les surcoûts puissent être intégrés au « coût de la campagne ». Il est aussi souligné que ce mode de fonctionnement nécessite une évolution des stratégies de campagnes, et des habitudes qui vont avec.

### ***La valorisation des données des campagnes***

Le centre de données SISMER référence et décrit l'ensemble des campagnes océanographiques françaises (catalogue des campagnes) et propose de référencer toutes les données et méta-données correspondantes ; le taux de collecte des informations de ces méta-données et des données scientifiques n'est cependant pas optimal, car il y a une apparente contradiction entre les intérêts :

- de la TGIR Flotte qui doit favoriser l'archivage et la publication des données pour valoriser scientifiquement l'infrastructure et montrer tout l'apport des campagnes océanographiques dans la connaissance en sciences marines ;
- des scientifiques chefs de mission, qui se réservent l'exclusivité d'accès aux données, le temps de publier leurs résultats issus des campagnes.

La présentation rappelle et précise qu'une donnée peut être archivée de manière pérenne dans un centre de données sans être immédiatement disponible publiquement. La politique de données de campagnes proposée constitue un consensus entre les intérêts de la TGIR et ceux des scientifiques :

- référencement et archivage pérenne de toutes les données de campagnes en bases de données ;
- application d'un délai d'embargo de 2 ans, renouvelable 2 fois, avant publication des données de campagnes ;
- attribution d'un DOI (Digital Object Identifier) à chaque jeu de données de campagne, facilitant ainsi le référencement et la citation des données et donc de la campagne.

L'ensemble des propositions formulées est jugé pertinent par l'assemblée, tant côté scientifique que côté TGIR Flotte.

## ***Les modules de mesure en route/en routine***

En complément des campagnes scientifiques dédiées, le suivi global et continu de l'océan est indispensable pour de nombreuses disciplines (océanographie physique, biogéochimie,...). Les réseaux d'observation globaux tels que les satellites constituent une première approche qui doit être complétée par des observations in situ. Le réseau de profileurs Argo constitue un second élément de ces réseaux. Un troisième élément s'appuie sur les mesures effectuées en continu depuis les navires et éventuellement transmises automatiquement à terre, avec un minimum d'intervention humaine. Des exemples de systèmes fonctionnant dans les pays étrangers ont été identifiés : pluviométrie, analyse du flux d'eau (Ferrybox, RCRV1, OSC pour les voiliers). Ce système est partiellement en place sur les navires de l'Ifremer mais encore actuellement largement incomplet.

L'implantation sur les navires d'une chaîne de capteurs adaptée (PH, PCO<sub>2</sub>, CPR, irradiance, précipitations, Ferrybox,...) et exploitée en routine permettrait d'accroître de manière significative la quantité des données acquises sans mobiliser de campagne dédiée. La pertinence de collecter les données des sondeurs multifaisceaux au regard des contraintes apportées (volume, autorisations,...) a été soulevée. Les questions importantes seront de définir les mesures concernées, le niveau de qualité et le circuit de validation des données collectées ainsi que la mise en œuvre opérationnelle des instruments (mise en route, entretien courant, étalonnage,...)