

# Le positionnement en mer aujourd'hui dans l'exploration et la production d'hydrocarbures

■ Une interview d'Edouard GIUDICE, ingénieur géomètre topographe à TOTAL

*Les dernières décennies ont vu une évolution rapide des méthodes de positionnement en mer. Le positionnement de surface s'affranchit des infrastructures terrestres et de la visibilité inter-stations tandis que le positionnement sous-marin permet maintenant des prouesses techniques nécessaires aux défis des développements par grands fonds. L'auteur, interviewé par XYZ, fait le tour des innovations qui touchent aussi bien le positionnement de surface que celui sous-marin.*

**La rédaction de XYZ :** Edouard, il est difficile de t'attraper pour le numéro spécial les 40 ans de l'AFT ! Où es-tu donc, sur un chantier en mer à l'étranger ? Pourrais-tu te présenter et nous dire quelle est ta fonction au sein de la société TOTAL ?

**Edouard Giudice :** Salut Bernard ! Oui, je suis en mer actuellement, à 300 km au sud de Rio pour préparer l'implantation d'un puits de production. Je suis sur le Siem Giant (figure 1), un PSV (Platform Support Vessel). Les PSV sont des navires de ravitaillement conçus pour transporter du matériel et des fluides (fioul pour ravitailler les bateaux en mer, boue de forage). La particularité de celui-ci c'est qu'il a été amélioré. TOTAL l'a équipé d'un ROV (Remote

Operated Vehicle, figure 2) pour les travaux sous-marins et d'instruments de positionnement nécessaires pour les chantiers de développement. Le problème est qu'Internet est en général très mauvais en mer. C'est un peu le retour au 56k qu'on a connu il y a quelque temps déjà. Difficile de nous joindre !

Pour ce qui est de mon parcours, j'ai été diplômé en 2014 de l'INSA de Strasbourg. J'ai fait mon projet de fin d'études chez TOTAL pour récupérer, dépolluer et recoder en JAVA la librairie de calculs géodésiques en Fortran à laquelle toi et Frédéric Auger avaient participé bien des années auparavant. À l'issue de mon stage j'ai été embauché en tant que déve-

## MOTS-CLÉS

Positionnement, offshore, GNSS, topométrie, acoustique, exploration, développement, forage, aventure, topo vécue.

lopeur informatique pour continuer à travailler sur des outils de géodésie et géomatique au sens large. Je travaillais dans un service qui développait un logiciel de géomodélisation (modélisation 3D/4D du sous-sol) et je concevais des outils permettant aux utilisateurs de visualiser les données de l'exploration sur carte ou en 3D. C'était une excellente expérience car dans ce service je côtoyais tous les métiers de ce qu'on appelle les géosciences (géologues, géophysiciens, ingénieurs réservoir), ce qui m'a permis d'avoir une vue d'ensemble de la chaîne de traitement des données de l'exploration pétrolière. Ce qui me manquait le plus sur ce poste c'était le terrain. J'ai donc rejoint l'équipe des topographes (Surveyors en anglais) de TOTAL en 2016. Depuis, mon travail est de superviser les opérations de positionnement lors de nos chantiers d'exploration et de production. Cela veut dire que je dois dans un premier temps contrôler les instruments et logiciels de navigation et positionnement pour m'assurer que tous nos travaux seront correctement localisés. Pour cela je dois faire un contrôle qualité des calibrations (étalonnages) des instruments et des



Figure 1. PSV Siem Giant



Figure 2. Mise à l'eau du ROV depuis le Siem Giant - Brésil, juin 2019



Figure 3. Bateau d'acquisition sismique Ramform Atlas

premières données acquises. Dans un second temps, je dois organiser et superviser les opérations pour assurer leur bon déroulement. Pour te donner des exemples :

- Lors d'un forage je dois garantir que le puits sera foré aux coordonnées requises par les études d'exploration, dans les limites de la tolérance établie.
- Même chose pour le développement d'un champ pétrolier, les ingénieurs de développement du projet souhaitent positionner des structures et des pipelines à des coordonnées précises, avec une tolérance associée. Je dois donc faire en sorte que ces contraintes soient respectées.
- Pour une acquisition sismique (campagne de mesures géophysiques qui permettent d'acquérir un modèle du sous-sol, *figure 3*), je suis responsable du bon géoréférencement des données pour qu'elles soient ensuite intégrées à des logiciels comme celui sur lequel je travaillais à mon entrée chez TOTAL.

Mes missions m'amènent à beaucoup voyager, principalement en mer. C'est très enrichissant de travailler au quotidien avec des métiers aussi différents (foreurs, géophysiciens, marins, géologues...) et des personnes de cultures et horizons divers. C'est souvent l'aventure, mais du fait de l'évolution des normes de sécurité, un peu moins qu'à ton époque !

**XYZ : Je pense que les méthodes de radio positionnement ne sont plus guère utilisées, sauf dans des appli-**

**cations spéciales. Quelles sont-elles ?**

**Edouard :** En effet depuis l'avènement du GPS (puis du GNSS) ces méthodes ont petit à petit disparu, car moins précises et plus lourdes d'utilisation, en terme de logistique en particulier. Cependant il est à noter qu'au début des années 2000 lors du pic du cycle solaire #23 nous avons été confrontés à des perturbations majeures de nos systèmes de positionnement GPS (à cette époque) du fait des phénomènes de scintillation majeurs. Plusieurs de nos supports navals qui travaillaient en positionnement dynamique ont dû s'arrêter de travailler pour se mettre en sécurité. On a alors envisagé de réactiver des chaînes Sylédis autour du golfe de Guinée et au Brésil. On s'est alors vite rendu compte que ce serait difficile car il n'y avait quasiment plus d'équipement disponible et en bon état sur les étagères. On a donc dû réfléchir à d'autres moyens de compensation ou de mitigations des effets ionosphériques. Ce qui est un vaste programme et fera peut-être l'objet d'un article XYZ dans le futur.

**XYZ : Et depuis le DGPS, je suppose que les méthodes GNSS ont bien évolué ? Peut-on en dire plus ?**

**Edouard :** Le DGPS/DGNSS est encore utilisé dans notre domaine, mais il est de plus en plus remplacé par le *Precise Point Positioning* (PPP ou positionnement précis du point) en temps réel. Le PPP par augmentation de données GNSS requiert les mêmes types d'infrastructures que le DGNSS. Sa particularité est qu'il se base sur

un modèle de correction global établi et appliqué en fonction de la position du récepteur et que le traitement se fait sur les mesures de phases plutôt que des pseudo-distances. Le temps de convergence provenant de la résolution des ambiguïtés reste quand même un facteur négatif au même titre que le DGNSS. Les précisions lui sont d'ailleurs similaires, de l'ordre du décimètre. L'avantage indéniable de cette méthode sur le DGNSS c'est que du fait de son modèle global, nous pouvons nous affranchir de la distance aux stations de référence. On parle donc de méthode de positionnement absolu. C'est une méthode qui combine les orbites et horloges précises des satellites à une échelle globale via des modèles basés sur les observations réalisées au niveau de chaque station du réseau associé au service.

Aujourd'hui, les réseaux de stations que nous utilisons pour nos mesures appartiennent souvent à des entreprises qui commercialisent des solutions tout-en-un avec antennes, récepteur et corrections (Fugro avec Starfix XP, G2 et G4, C-Nav avec le C1 et le C2 et Veripos avec Ultra, Apex et Apex 2).

**XYZ : Mais si on a une ou deux, voire trois antennes positionnées, comment fait-on pour positionner le puits à forer en surface ou bien le pipe-line à poser ? Le lecteur se pose des questions !**

**Edouard :** Comme tu le dis, il est essentiel de connaître en plus de la position de l'antenne GNSS, la position en temps réel de points d'intérêt sur le navire (ligne de foi, grues, transducteur acoustique, antennes secondaires, table de rotation pour le forage...). Pour y parvenir nous mesurons dans un premier temps les bras de levier de ces points d'intérêt par rapport à un point de référence sur le navire.

Cette campagne de mesure topométrique (*Offset Survey* en anglais) est systématiquement menée à la mobilisation d'un navire pour un projet. Elle peut se faire à quai ou en mer, via des méthodes de topographie classique, généralement un cheminement au tachéomètre (*figure 4*). Lorsque ces mesures sont effectuées à quai, le





**Figure 4.** *Offset Survey* sur le rig de forage "Maersk Deliverer" - Malaisie, décembre 2017

cheminement est encadré et les précisions atteintes sont équivalentes à un cheminement classique à terre. En mer c'est plus compliqué, le cheminement est fermé, mais les fermetures peuvent parfois effrayer les topographes terrestres. Elles ne sont pas excellentes car le mouvement du navire empêche de garder le niveau de son instrument lors des stations et les compensateurs sont bien souvent désactivés pour ne pas empêcher la prise de mesure.

Maintenant que les bras de levier sont connus, il nous suffit d'appliquer le cap et l'attitude du navire à ceux-ci pour avoir les coordonnées de nos points d'intérêt.

Le cap est mesuré via un compas gyroscopique (figure 5) mais nous pouvons aussi le déduire de la ligne de base formée par deux des antennes GNSS dont nous connaissons l'orientation par rapport à la ligne de foi du navire (mesurées lors de l'*Offset Survey*). Chacune de ces deux méthodes présente des avantages et des inconvénients. La première méthode a l'avantage d'être stable et consistante, peu important les conditions. Le souci est que pour calibrer un gyrocompas quand nous sommes en pleine mer et que nous n'avons pas de référence comme à terre, il faut faire des visées angulaires sur le soleil. Comme tu peux t'en douter, ces visées dépendent grandement des conditions

© www.teledynemarine.com



**Figure 5.** Gyrocompas Teledyne TSS Meridian

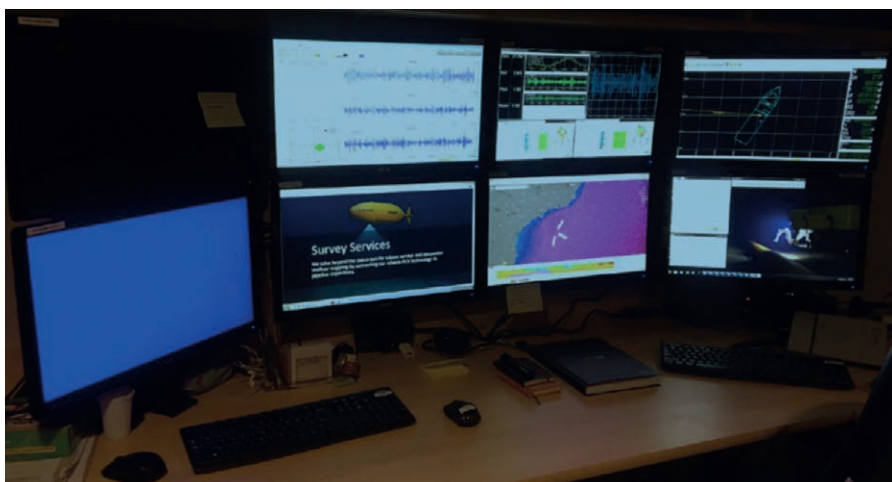
nuageuses, ce qui n'est pas forcément facile quand nous travaillons en milieu tropical pendant la mousson ! La méthode GNSS, quant à elle, ne nécessite pas de conditions de calibration particulières. L'incertitude sur notre cap sera fonction directe des incertitudes de notre *Offset Survey* et notre position GNSS. L'inconvénient étant que ce n'est pas une valeur dont l'incertitude absolue sera "stable". Dans les deux cas, nous estimons après calibration une incertitude finale du cap de  $0.01^\circ$ . Pour ce qui est de l'attitude du bateau (tangage et roulis), elle est mesurée par ce qu'on appelle une MRU (*Motion Reference Unit*, Figure 6). Pour les MRU de dernière génération nous pouvons garantir après calibration le centième de degré ( $0.01^\circ$ ) en incertitude.

© www.kongsberg.com



**Figure 6.** Kongsberg Seatex MRU 5

Maintenant que nous avons les coordonnées de l'antenne GNSS, les bras de levier de chaque point, le cap et l'attitude du bateau, une simple transformation affine nous donnera la position en temps réel de tous nos points d'intérêt. Bien évidemment, avec les technologies actuelles, tous les instruments dont je parle ici sont interfacés avec un logiciel de navigation qui récupère les données, les consolide et affiche les points sur un modèle graphique du bateau avec un fond de carte. Pour que cela fonctionne correctement il faut que les instruments soient synchronisés sur la même référence de temps. Cette synchronisation se fait via un PPS (*Point Per Second*) qui est un signal généré par le récepteur GNSS et qui est distribué à tous



**Figure 7.** Poste de travail "Online" à bord du Siem Giant



les instruments, une sorte de métro-  
nome du positionnement. L'équipe qui  
gère les données temps réel à bord du  
bateau est appelée *Online* en opposi-  
tion à l'équipe *Offline* qui s'occupe du  
post-traitement.

Pour nos bilans d'erreurs, il faut tenir  
compte de la longueur des bras de  
levier (les bateaux sur lesquels nous  
travaillons font souvent plus de 70 m  
de large et peuvent atteindre plus de  
200 m en longueur) et des conditions  
de mobilisation et calibration des équi-  
pements. L'incertitude associée à la  
position de nos points d'intérêt est de  
20 à 50 cm en temps réel.

**XYZ : Donc là nous sommes en surface,  
mais sur Lapa Field au large du Brésil  
la profondeur est de plus de 2 000 m !**



**Figure 8.** Transducteur USBL Kongsberg  
HiPAP 500

## Comment faire pour mettre les objets au bon endroit et comment ensuite mesurer les coordonnées au fond ainsi que les profondeurs ?

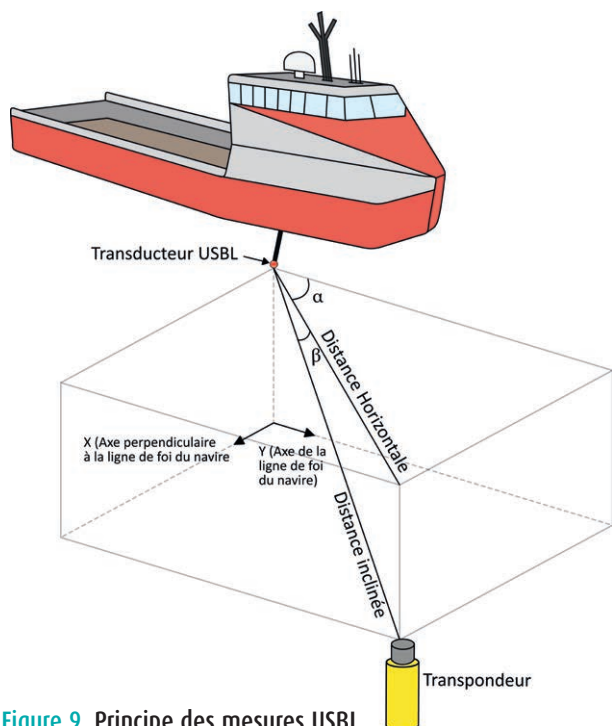
**Edouard :** En effet, sur le champ de  
Lapa nous sommes à des profon-  
deurs qui varient de 2 000 à 2 200 m.  
Pour mesurer les profondeurs nous  
équiperons nos ROV de digiquartz, qui  
sont des instruments de mesure de  
pression. Le fonctionnement d'un  
digiquartz est basé sur un résonateur  
à cristal de quartz dont la fréquence  
des oscillations varie en fonction de la  
pression. Ces instruments possèdent  
une incertitude de 0.01 % de la profon-  
deur mesurée. Il ne faut pas non plus  
oublier de compenser les marées, afin  
de donner notre profondeur en référé-  
nce à un MSL (*Mean Sea Level*) ou  
un autre niveau marin de référence.  
Les tables de marées avec lesquelles  
nous travaillons nous sont fournies  
par un département spécialisé de notre  
entreprise.

Pour ce qui est de la mesure des coor-  
données d'un objet sous-marin il y a  
trois techniques employées (*table 1*),  
toutes basées sur des mesures acous-  
tiques : USBL, SBL et LBL.

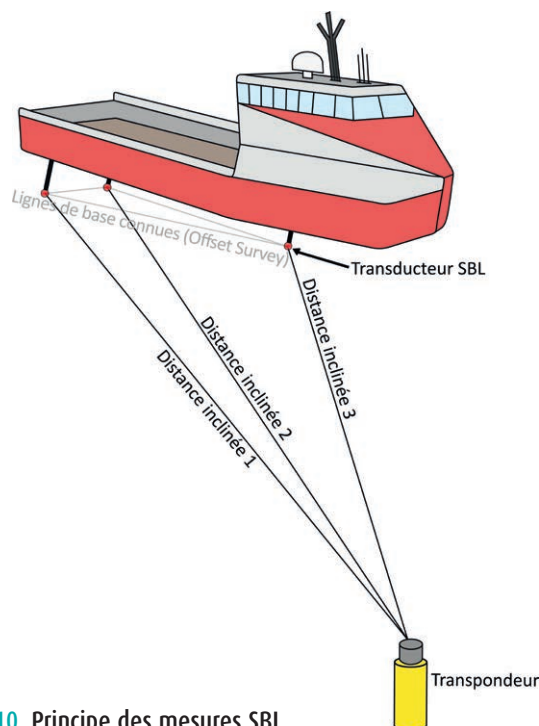
L'USBL (*Ultra Short BaseLine*) est celle  
qui équipe la plupart des navires qui  
travaillent sur nos champs pétroliers  
(*figure 8*). Elle est aussi appelée SSBL  
(*Super Short Base Line*).

Un transducteur, généralement situé à  
l'extrémité d'une perche sous la coque  
du navire, propage une onde acous-  
tique interceptée par un transpondeur,  
interprétée et renvoyée au transducteur.  
Le temps de trajet aller/retour mesuré,  
soustrait de la durée d'analyse par le  
transpondeur (appelée TAT pour *Turn  
Around Time*) auquel on applique la  
célérité de l'onde dans la colonne d'eau  
fournit la distance inclinée (*Slant Range*).  
En parallèle la mesure de différence de  
phase sur les éléments composant la  
partie réceptive du Transducteur permet  
de déterminer les 2 angles  $\alpha$  et  $\beta$ . Le  
transpondeur est ainsi positionné en  
coordonnées polaires par rapport au  
transducteur (*figure 9*).

L'utilisation de l'USBL est très répandue  
pour le positionnement des ROV.  
On l'utilise aussi pour permettre à  
un navire de conserver une posi-  
tion statique (*Station Keeping*). Dans  
ce cas, le transpondeur est situé sur  
un support fixe au fond de l'océan  
alors que le système DP (*Dynamic  
Positioning*) calcule les corrections  
nécessaires pour maintenir une posi-  
tion relative constante du navire. Cette  
méthode de positionnement s'ajoute,  
en redondance, au positionnement  
de surface pour garantir une position  
statique, indispensable par exemple  
lors de déploiement de structures sous  
l'eau.

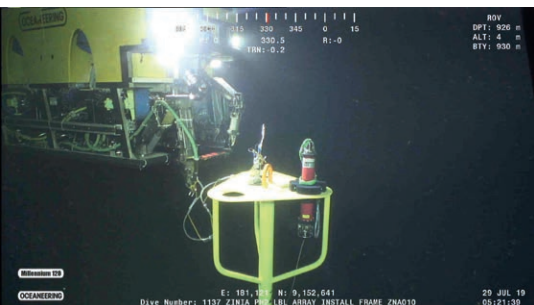


**Figure 9.** Principe des mesures USBL



**Figure 10.** Principe des mesures SBL





**Figure 11.** Support permanent pour transpondeur acoustique, mise en place du transpondeur par ROV

La SBL (*Short BaseLine*) est moins fréquente, car elle demande plus de matériel sur le bateau. Le signal est transmis du transducteur au transpondeur puis intercepté en retour par plusieurs hydrophones (généralement entre 2 et 8 situés sous la coque du navire). Cette méthode n'est basée que sur des mesures de distance. En effet, la position relative des hydrophones étant connue de façon précise, ces derniers forment des lignes de base. Ce sont les intersections de distances hydrophones/transpondeur qui nous fourniront les coordonnées de notre mobile sous-marin (*figure 10*). Cette méthode est parfois utilisée par des bateaux de forage pour lesquels la problématique de positionnement reste forte et nécessite de minimiser le déploiement d'équipements au sol. Le LBL (*Long Base Line*). Cette dernière technique consiste à déployer un réseau de transpondeurs au fond de l'eau, formant ainsi des lignes de bases encore plus grandes (de 50 m à 2 000 m). De par la précision accrue



ainsi obtenue, le positionnement LBL équipe aujourd'hui la majorité des bateaux de forage DP. L'inconvénient majeur réside néanmoins dans le nombre de transpondeurs à déployer et le temps de calibration de l'ensemble du réseau ainsi constitué. Nous effectuons donc généralement un pré-déploiement des transpondeurs à l'aide d'un *Field Support Vessel* combiné à l'utilisation de réseaux de supports acoustiques permanents (*figure 11*). Ces supports sont déployés au début du développement d'un champ et sont déterminés en coordonnées de façon précise par trilatération. C'est une sorte de réseau géodésique sous-marin sur lequel nous pouvons nous appuyer pour déterminer les coordonnées d'un mobile. Un comparatif de ces méthodes est disponible dans le *tableau 1*.

Techniques acoustiques	Lignes de base mesurées	Précisions (1σ) 3D relatives	Avantages / Inconvénients
USBL	Entre éléments internes du transducteur (de 1 à 50 cm)	0.3% de la distance mesurée	+ 1 seul Transpondeur nécessaire - Peu précis (+/- 7 m par 1400 m WD)
SBL	Entre plusieurs hydrophones (de 5 à 50 m)	0.15% de la distance mesurée	+ Bon compromis entre méthode et précision + 1 seul Transpondeur nécessaire - Peu de navires équipés de SBL
LBL	Entre le transducteur et les transpondeurs (de 50 à 2000 m)	0.05% de la distance mesurée	+ La plus précise des méthodes + Permet le positionnement simultané d'un ROV - Nécessite 4 Transpondeurs minimum

**Tableau 1.** Comparaison des méthodes acoustiques

**XYZ : Mais je me pose maintenant la question de savoir comment on mesure la vitesse du son dans l'eau !**

**Edouard :** Comme expliqué plus haut, la vitesse de propagation du son dans l'eau a une influence directe sur le calcul de distance et constitue donc un facteur déterminant lorsqu'on cherche à améliorer la précision finale d'un positionnement. Deux types de capteurs permettent cette détermination : les capteurs SVP (*Sound Velocity Probe*) qui effectuent une mesure directe de célérité sur une distance très courte et les capteurs CTD (*Conductivity / Temperature / Density*) qui permettent un calcul de salinité puis de pression pour enfin déduire la célérité comme fonction de la profondeur. Cette dernière nécessite des algorithmes de calculs ("*Equation UNESCO: Chen and Millero*" ou "*Equation Del Grosso*") la rendant moins fiable que par mesure directe. Comme observé en *figure 12*, la variation de célérité est plus importante entre 0 et 600 m de fond. C'est sur cette couche, appelée thermocline, que les facteurs de conductivité (donc de salinité) et de température varient rapidement, générant des variations souvent aléatoires et extrêmement néfastes pour nos mesures. Ce phénomène a pu être observé au large de l'embouchure du Congo (cas du champ Moho-Bilondo situé par environ 600 m de fond). Au-delà de 800 m, les variations sont plus réduites, la conductivité et la température se stabilisent et la détermination de célérité s'affine.

**XYZ : Et comment être sûr de la justesse et de la précision de tous ces instruments si on travaille avec des systèmes satellitaires dont les stations sont à des centaines, voire des milliers de km ou même qui travaillent sans stations physiques mais plutôt avec des orbites diffusées par des sociétés spécialisées ?**

**Edouard :** La première chose essentielle dans nos observations, et nous l'avions bien vu à l'époque où j'étais à l'école, est la redondance. Tous les équipements que nous mobilisons à bord des navires sont doublés, voire triplés pour certains. De plus, à chaque mobilisation d'un navire pour un chantier nous vérifions et calibrons à nouveau, si

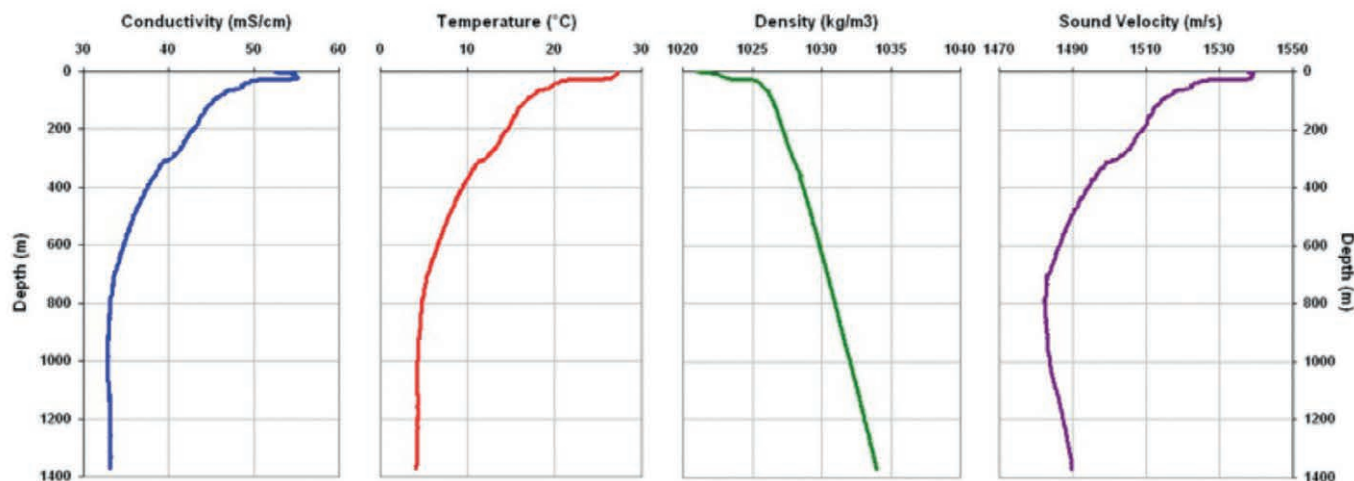


Figure 12. Conductivité, Température, Densité et Célérité comme fonctions de la profondeur

nécessaire, l'ensemble des instruments de positionnement. Tous les logiciels de navigation sont aujourd'hui équipés d'outils qui analysent en temps réel les différences de valeurs entre les instruments. Au moindre écart dépassant une tolérance que nous fixons en fonction du chantier, le logiciel va générer une alerte. Lorsque cette alerte est déclenchée, si l'instrument fautif est identifié mais que son non-fonctionnement n'impacte pas les opérations nous continuons à travailler et nous analysons le log (enregistrement) des données pour essayer de comprendre ce qu'il s'est passé. Si nécessaire nous arrêtons les opérations et calibrons à nouveau l'équipement. Lorsque nous sommes sur des champs déjà développés, nous avons des structures qui sont connues en coordonnées avec une faible incertitude. Il nous arrive parfois de nous rendre sur ces structures afin de prendre des séries de mesure et de vérifier que l'écart entre notre position calculée et la position connue reste dans les tolérances que nous nous sommes fixées.

**XYZ : Comment se passent les relations entre le représentant de TOTAL et les employés de la société de positionnement qui travaillent pour la société (de construction, de forage, d'acquisition sismique) qui travaille, elle, directement pour TOTAL ?**

**Edouard :** Il existe deux cas. Soit nous contractons directement la société de positionnement (c'est le cas pour le forage par exemple), soit c'est la société que nous contractons

pour un travail qui sous-contracte elle-même une autre société pour le positionnement (c'est souvent le cas en construction et développement). Dans le premier cas ce n'est pas compliqué, nous sommes en lien direct avec la société. Elle a été sélectionnée via un appel d'offres selon trois critères : technique, financier et HSE (hygiène, sécurité, environnement). À l'issue de la sélection ils nous envoient une procédure pour les opérations prévues, nous la révisons et la commentons. Cette procédure sera ensuite mise à jour selon nos discussions et elle sera suivie pendant les opérations. Dans le cas où le positionnement est sous-traité par une société de construction par exemple, notre interlocuteur est officiellement la société de construction. Le procédé d'appel d'offres est le même, sauf que c'est la société de construction qui postule pour l'ensemble du chantier et l'équipe projet TOTAL nous contacte pour noter techniquement le lot lié au positionnement. Cette société de construction lance ensuite son appel d'offres pour le positionnement et sélectionne elle-même son sous-traitant. Lors des opérations, toute requête ou instruction doit passer par le représentant à bord de la société de construction. Dans les faits il ne nous est pas interdit bien entendu d'échanger avec les sous-traitants. Au final cette situation est parfois un peu lourde car la multiplication des intermédiaires ne facilite pas la rapidité de communication, mais dans l'ensemble tout se passe plutôt bien.

**XYZ : Et quel est le rythme de travail à bord, peux-tu nous décrire une journée type ?**

**Edouard :** Les journées peuvent être très différentes en fonction du type de mission. Pour une campagne de cartographie d'un champ par exemple, je me réveille vers cinq heures du matin. À six heures, j'échange avec l'équipe de nuit pour savoir comment tout s'est passé, me tenir informé du progrès des opérations et d'événements qui pourraient sortir de l'ordinaire. Je dois ensuite rédiger un rapport quotidien que j'envoie aux chefs de projet à terre pour qu'ils soient tenus au courant du travail accompli. À sept heures nous avons le *Morning Meeting* avec les représentants de tous les corps de métiers présents à bord (ingénieurs projet, ROV, topographes, chef de pont, capitaine...) pour faire le bilan des opérations des dernières vingt-quatre heures et prévoir celles des prochaines. À neuf heures c'est le *Morning Call* avec les membres du projet en ville et les autres bateaux du champ. Chacun détaille ses opérations accomplies et ses opérations prévues. Cet appel est important car il nous permet d'être informés sur l'évolution du projet dans l'ensemble et sur certains champs il y a beaucoup de bateaux, donc cela nous permet aussi de mettre en évidence un potentiel conflit dans les opérations des différents navires. Le reste de la journée j'alterne entre deux activités. La première est de suivre les opérations avec les membres de l'équipe Online, nous suivons d'un œil attentif le positionnement du ROV qui vient



inspecter les structures, pipelines et cartographier les éléments posés au fond de l'eau. La deuxième est de mettre à jour le plan du champ et revoir les rapports générés par le contracteur sur les opérations précédentes. Il faut savoir qu'un champ peut s'étaler sur plusieurs centaines de kilomètres carrés et contenir des centaines de kilomètres de pipelines et aussi des dizaines de structures émergées ou sous-marines. Mon rôle est de m'assurer que dans les rapports toutes les informations relatives à l'objet mesuré figurent correctement, que les coordonnées sont bonnes et que tout événement y est correctement reporté. Comme tout se passe sous l'eau, hors de portée de notre vue, ce sont ces rapports et ces plans qui serviront de base à la maintenance du champ lors de la production, il est donc essentiel qu'ils soient parfaits et qu'aucune erreur ne se glisse à l'intérieur.

**XYZ : Je suppose donc que toutes les communications écrites et orales sont en anglais ?**

**Edouard :** Exactement, la langue de l'*Offshore* c'est l'anglais. Il est essentiel dans ce travail de savoir communiquer à l'oral et à l'écrit en anglais. Nous voyageons en permanence dans des pays aux quatre coins du monde et il faut se rendre à l'évidence, aussi belle que soit notre langue, elle n'est pas la plus répandue.

Dans certaines situations il est parfois difficile de communiquer avec les

locaux qui ne pratiquent pas forcément l'anglais. Dans ces cas-là, nous avons recours à des traducteurs mais je prends en général cela comme un défi et j'essaie d'apprendre les éléments de base pour me débrouiller dans les langues locales. Ici au Brésil par exemple, il n'y a que cinq personnes qui parlent anglais sur la vingtaine de membres à bord. J'en ai profité pour apprendre un peu de portugais. C'est enrichissant et cela permet de faciliter les relations au quotidien. Il ne faut pas oublier que nous sommes amenés à passer parfois quatre à six semaines isolés sur notre bateau. Nous gardons à l'esprit que l'humain est très important et que bien que cela soit notre rôle en tant que superviseur de s'assurer que le travail sera bien fait, il faut aussi que l'on garde une bonne ambiance à bord.

**XYZ : Merci Edouard, on se rend mieux compte de la façon dont tu diriges et tu contrôles ces travaux topographiques qui sortent de l'ordinaire. Et quel est ton pire souvenir, ta plus grosse difficulté dans ce métier.**

**Edouard :** Pour la plus grande difficulté je pourrais parler de l'éloignement. Nos missions peuvent être longues et parfois compliquées. Cela demande quand même un effort de s'éloigner de ses proches et ses amis sur des périodes aussi longues sans forcément pouvoir communiquer avec eux. Avec les technologies actuelles l'accès à

l'information et la communication sont immédiats lorsqu'on est à terre. Lors de nos voyages en mer, c'est une toute autre histoire. Je me rends compte de la dépendance que nous avons à Internet et ce métier me force à m'en passer. Pour un mauvais souvenir de mission, il est mitigé car tout se finit bien, mais je pourrais parler de la mission que j'ai faite cette année en Angola. Nous étions en train de faire une campagne de mesures sur un champ nouvellement développé et tout s'est très bien passé pendant les trois premières semaines. Au début de la quatrième semaine nous avons réalisé que le système USBL commençait à devenir erratique. Cela arrive parfois, de façon passagère, et c'est généralement lié à des interférences. Pas cette fois-là... Nous avons passé presque cinq jours à vérifier tous les instruments et logiciels du bateau sans pouvoir identifier la source du problème. Nous avons même calibré le système USBL deux fois sans succès. Je n'en dormais plus tellement ce problème me tracassait. Toutes mes journées étaient consacrées à la recherche du problème ou à un contournement de celui-ci. La pression était palpable sur le bateau car le chantier prenait un retard qui commençait à impacter les opérations des autres navires sur le champ. C'est ici que le mauvais souvenir se transforme en bonne histoire... Je discutais avec un mécanicien du bateau pendant une pause de midi et j'avais l'impression d'entendre un bruit court et aigu

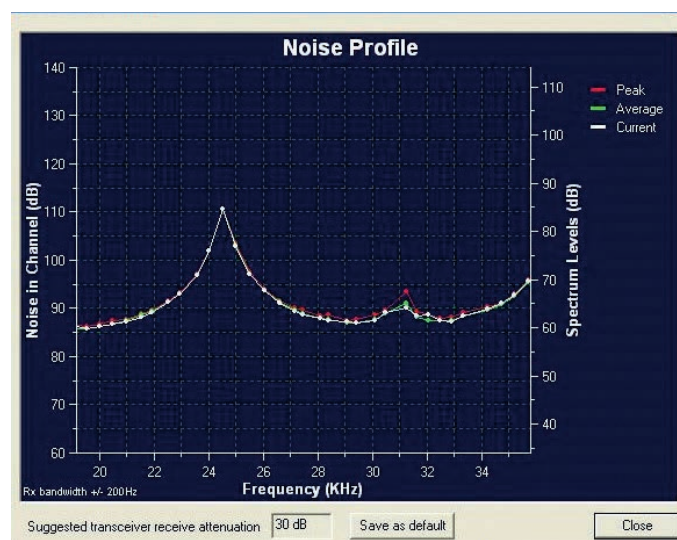


Figure 13. Noise plot avec antifouling

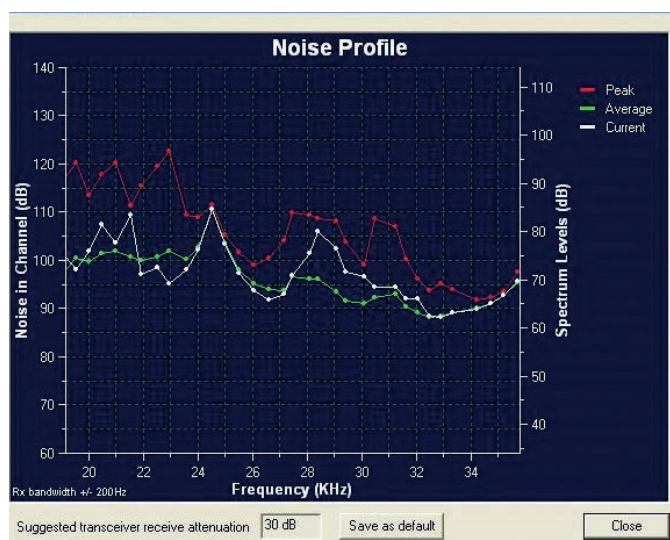


Figure 14. Noise plot sans antifouling





Figure 15. Opération Caspian Shark - Azerbaïdjan, mai 2018

à intervalles réguliers. Je pensais que le manque de sommeil et le stress commençaient à me peser et le bruit recommençait encore et encore. C'en est devenu obsédant au point d'en parler au mécanicien pour vérifier que je ne commençais pas à perdre la tête. Le mécanicien me confirme qu'il y a bien un bruit et m'explique que c'est dû à un nouveau système d'*antifouling* (antisalissure et anticoquillages) qu'il a commencé à installer sur la coque en début de semaine pour la protéger. Il se lance alors dans une explication du système et me raconte que cela fonctionne avec des ultrasons et que c'est la raison pour laquelle on entend ce petit bruit. Au mot ultrason mon cerveau, malgré la fatigue, a cliqué et je lui ai demandé d'éteindre son système pour faire des tests. Le logiciel qui gère les mesures acoustiques permet de faire un *Noise Plot*. C'est un outil qui analyse le niveau sonore dans l'eau en fonction des fréquences. Nous avons fait un test avec le système éteint puis avec le système allumé. Les résultats étaient sans appel, des pics de partout (figures 13 et 14) ! Il n'y avait aucun doute sur les interférences générées par ce système. Une fois éteint tout était rentré dans l'ordre et nous avons pu reprendre le cours de nos opérations. Après avoir contacté le fabricant de l'*antifouling*, nous avons appris qu'il émettait des pulsations à des ondes aléatoires dont la plage de

fréquence contenait entièrement celle du système USBL, tout cela sous notre coque... Quelle tuile !

**XYZ : Et pour terminer par une note optimiste, quels ont été tes meilleurs moments liés à ton activité de travaux en mer.**

**Edouard :** Un superbe souvenir technique a été le drone flottant DriX d'iXblue que nous avons testé en Azerbaïdjan l'année dernière. C'est un drone qui fait environ 7 m de long et qui peut être équipé avec plusieurs types d'instruments. Nous l'avons équipé d'un GNSS, d'une centrale inertielle et d'un système acoustique pour déterminer les coordonnées exactes d'une tête de puits qui venait d'être forée. La journée était magnifique, la météo était si clémente que la mer Caspienne avait des allures de lac. C'était une incroyable vision que de voir ce petit appareil orange glisser sur l'eau et naviguer autour du rig de forage (figure 15). On aurait cru voir un requin futuriste. J'étais "scotché" à mes jumelles ! On a d'ailleurs affectueusement surnommé cette opération *Caspian Shark*. Pour ajouter au plaisir, les résultats de nos mesures se sont avérés être excellents. Les meilleurs moments dans mon travail sont généralement liés à l'humain. Il n'y a rien de plus passionnant que d'écouter des vieux briscards raconter leurs histoires de jeunesse avec théâtralité comme s'ils revivaient

leurs 20 ans. Je pourrais aussi citer les fameux *Churasco* du dimanche midi sur le bateau ici au Brésil, où nous sortons barbecue et tables sur le pont et tout le monde se trémousse sur un fond de *Samba Carioca* en allant chercher son morceau de viande. Il y a eu aussi une partie de pêche à la ligne à main mémorable avec les cuisiniers philippins d'un bateau au Congo, pendant laquelle j'ai bien été moqué pour mes piètres talents de pêcheur.

Un dernier moment agréable, qui se répète à chaque mission pour toute personne qui fait ce travail et qui est toujours aussi plaisant, c'est de mettre un pied dans l'avion qui va nous ramener à la maison pour un repos bien mérité auprès des siens ! ●

## Contact

Edouard GIUDICE, edouard.giudice@total.com

## ABSTRACT

*The last decades have seen a rapid evolution of the methods of offshore positioning. The surface positioning does not anymore need terrestrial infrastructures and visibility between stations while the subsea positioning allows now technical feat necessary to the challenges of the developments by deep waters. The author, interviewed by XYZ, goes around the innovations both surface and subsea positioning.*