

Campagne ESSRES – Tests magnétométriques – 19-26 juillet 2008

Bref compte rendu

Jérôme Dyment, Jean Savary, Yujin Choi, Nobukazu Seama

1) Objectifs

Durant ces essais, deux instruments sont testés. Le magnétomètre deep tow (Figure 1) est un instrument mobile appartenant à l'Institut de Physique du Globe de Paris (IPGP). Il est constitué d'un poisson contenant le capteur, un magnétomètre fluxgate APS 1540, et d'un lest instrumenté d'environ 600 kg, sur lequel sont installés un profondimètre (capteur de pression de type Keller), une enceinte d'acquisition (processeur CuBloc), une enceinte de transmission (FSK), une balise acoustique BUC Posidonia (prêtée par le bord). Ce lest est raccordé au câble du SAR par un émerillon, dont le surpresseur est installé sur le lest. Ces derniers éléments sont fournis par GENAVIR Toulon. L'ensemble peut plonger à des profondeurs de 6000 m.

Cet instrument doit être utilisé lors de la campagne MAGOFOND 08, programmée sur le N.O. Le Suroît en octobre – novembre 2008 sous réserve du succès de ces essais demandés par la Commission Nationale Flotte et Engins.



Figure 1 : Le magnétomètre deep two est constitué (1) d'un lest instrumenté, au fond, sur lequel sont fixés des lingots de plomb fondus dans des containers inox fermés (~600 kg), un profondimètre, deux caissons d'acquisition et de transmission, une balise de positionnement BUC Posidonia, et l'émerillon du câble SAR et son surpresseur, et (2) d'un poisson, devant, tracté 30 m derrière ce lest, qui contient le capteur (magnétomètre vectoriel fluxgate APS)



Figure 2 : Capteur du magnétomètre vectoriel de bord, sur le pont supérieur du navire.

Le magnétomètre vectoriel de bord est un capteur fluxgate de type Bartington, intégré par Ixsea, et installé à poste sur le Pourquoi pas ? (Figure 2). Le champ mesuré par ce capteur est affecté par l'effet magnétique du navire, que l'on peut estimer et soustraire en effectuant des boucles de calibration, dites « figures huit » et en traitant les données à l'aide des coefficients déduits de ces figures. Ce traitement requiert la connaissance de l'attitude du navire, afin de replacer dans un repère géographique les données acquises dans le système de coordonnées du navire. Les données magnétiques vectorielles de bord n'égalent pas la qualité des données du magnétomètre scalaire tracté (à proton, à vapeur de césium ou à effet Overhauser). A l'inverse de ces dernières, elles ne sont pas absolues, dans la mesure où un résidu d'effet magnétique du navire à des longueurs d'onde plus grandes que celle des anomalies couramment étudiées peut subsister. Elles sont cependant utiles pour estimer rapidement le caractère bi ou tridimensionnelle des sources aimantées à l'origine des anomalies observées, et en cas de bidirectionnalité pour déterminer la direction de cette source. La position de l'instrument doit être validée et ce dernier doit être installé définitivement lors de prochains travaux. Une procédure de traitement standard doit être proposée à IFREMER, pour pouvoir directement visualiser les données et en évaluer la qualité à bord. Un outil de traitement plus élaboré pourrait par la suite être intégré dans Caraibes.

2) Essais du magnétomètre deep tow

Les tests ont eu lieu en début de campagne, au bas de la Terrasse de Meriadzek, par des fonds avoisinant 4300 m. Une première plongée de 3 heures, réalisée à très faible vitesse, a permis de vérifier l'étanchéité et la bonne tenue du système à des fonds atteignant 3000 m. Cette plongée s'est parfaitement déroulée, à l'exception d'un problème de connecteur apparu à la fin de cette plongée, juste avant la remontée sur le pont. Une seconde plongée de 2 heures a confirmé le problème et son caractère assez aléatoire malgré une inspection complète de l'instrument. Le nettoyage des connecteurs a enfin permis une troisième et dernière plongée de 24 heures, réalisée à 2 nœuds, durant laquelle l'instrument a bien fonctionné à l'exception d'une demi-heure peu avant la remontée sur le pont. Le connecteur défaillant a alors été clairement identifié et la panne reproduite sur le pont.

La qualité des données acquises est assez bonne (Figure 3). Le capteur, un magnétomètre vectoriel fluxgate, permet l'acquisition de trois composantes qui ne sont pas orientées donc doivent être sommées vectoriellement pour donner une valeur du champ total. Les variations importantes de ces composantes montrent que le système n'est pas très stable, avec des oscillations longitudinales du poisson qui reflètent probablement un déplacement par à-coups du lest, qui se cabre et offre une plus grande résistance au déplacement.

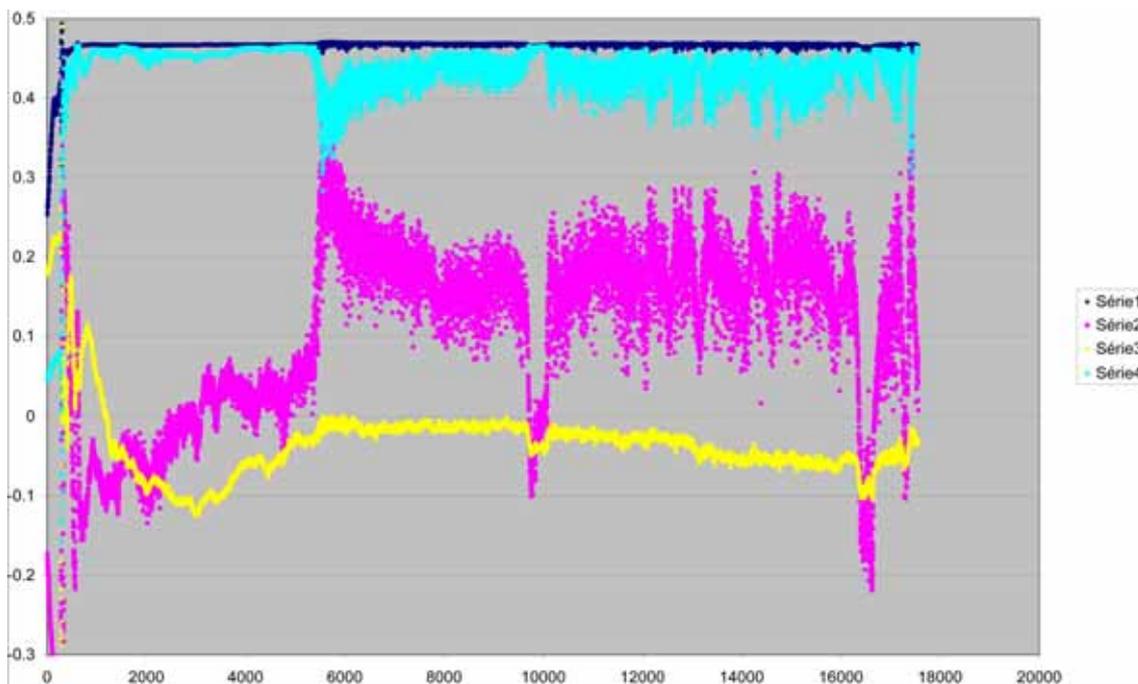


Figure 3 : Exemple de données magnétique brutes collectées avec cet instrument lors des six premières heures de la plongée n°3. Les composantes X (\parallel à la direction d'allongement du poisson), Y (\perp à la direction d'allongement du poisson, dans le plan horizontal) et Z (\perp à la direction d'allongement du poisson, dans le plan vertical) sont représentées en magenta, jaune et cyan, respectivement. Le champ total est représenté en bleu foncé. Les axes sont marqués en numéro d'échantillon en abscisse et en Gauss (= 100 000 nT) en ordonnée. Pour mémoire, le champ total dans cette région avoisine 47 000 nT. Les oscillations du poisson dans le plan longitudinal du poisson (i.e. perpendiculaire à l'axe Y) génèrent les variations de X et Z observées.

Notre conclusion à l'issue de ces tests est que le système est viable. Il a été validé aux pressions d'usage (profondeur maximum atteinte de 4100 m, profondeur supérieure à 3000 m durant 17 heures d'affilé) et a fait la preuve de sa bonne tenue en profil à 2 nœuds, dans des conditions parfois difficiles (nécessité de tourner pour rester dans la boîte ZONEX). Suite à ces tests, les améliorations suivantes seront effectuées avant la campagne MAGOFOND 08 de manière à optimiser le système :

- le changement de deux connecteurs et d'un câble, l'acquisition de câbles de rechange et de bouchons pour tous les connecteurs, ainsi que de produit nettoyant spécial pour connecteurs ;
- l'amélioration des fixations mécaniques de différents éléments du capteur magnétique (poisson) ;
- l'adjonction de 400 kg de lest ;
- la réalisation d'une nouvelle pièce d'attache du lest, de manière à le maintenir horizontal et à assurer un meilleur assemblage avec l'émerillon du câble SAR ;

Ces deux derniers éléments visent notamment à assurer une meilleure pénétration du lest dans l'eau, et donc une meilleure stabilité du système, favorisant ainsi l'acquisition de meilleures données. La perte de place dans le lest et le déplacement horizontal de ce dernier entraîneront le placement de la BUC et d'un éventuel Pinger sur le câble.

3) Essais du magnétomètre vectoriel de bord

L'analyse des données acquises en 2007 (Figure 4) et en 2008 montre que les données peuvent être traitées sans grande difficulté avec les outils dont disposent nos collègues japonais. Ce faisant, nous mettons en évidence un bruit qui apparaît varier en fonction de l'heure locale : perturbation de courte longueur d'onde en période diurne et se caractérisant pas de longs créneaux en période nocturne. La position relativement proche, sur un plan horizontal, du capteur, situé sur le pont supérieur, et de la cage d'ascenseur, qui se déplace entre les ponts 2 et 7, laisse penser que les mouvements de l'ascenseur génèrent les perturbations observées. De jour, l'ascenseur est très utilisé, ce qui génère les perturbations de courte longueur d'onde ; de nuit, l'ascenseur n'est que rarement utilisé, et son effet, se caractérise donc par des créneaux, qui reflètent l'étage (proche ou lointain du capteur) auquel il reste stationné.

Pour remédier à ce problème, nous avons tenté de déplacer le capteur, mais outre le fait que celui-ci ne dispose que de 5 m de câble supplémentaires, insuffisants pour effectuer un test significatif, nous avons constaté que les connecteurs de ce capteur sont totalement oxydés et doivent être impérativement changés. Il est proposé que, après cette réparation, un câble d'une trentaine de mètres avec les connecteurs idoines soit fabriqué et que les électroniciens fassent fonctionner le capteur en différents points potentiellement adéquats durant les prochaines missions. Ces points sont situés, pour l'un, sur l'aileron bâbord, à son extrémité, contre la rambarde, devant une antenne radio de secours – qui reçoit principalement et n'émet que quelques minutes par semaines, et pour l'autre, sur la face avant du mat arrière, au milieu contre la rambarde de sécurité. Un tel fonctionnement nécessitera, pour chaque configuration testée du capteur, la réalisation de quelques figures huit (d'une vingtaine de minutes chacune) de manière à pouvoir exploiter utilement les enregistrements. Les figures huit sont effectuées en partant du cap tenu sur un bord jusqu'à retrouver le cap d'origine puis en réitérant sur l'autre bord - il est impératif de repasser par le même cap, l'objectif étant de parcourir l'ensemble des caps de part et d'autre.

Afin d'essayer de réaliser de telles mesures durant la campagne de tests, nous avons utilisé le capteur du magnétomètre deep tow pour mesurer le champ à l'extrémité de l'aileron bâbord. Les mesures effectuées sont encore en cours d'analyse.

Notre conclusion à l'issue des tests du magnétomètre vectoriel de bord est que ce capteur ne présente pas de problème majeur autre que celui imputé à l'ascenseur. La prochaine étape consiste à trouver l'emplacement optimal pour ce capteur, avant de le fixer définitivement. Il sera alors indispensable de réaliser des figures huit dans des zones variées, avec si possible de fortes différences de latitude, de manière à dériver des coefficients de calibration moyens et d'être alors à même de fournir en temps réel un signal magnétique utilisable par les scientifiques embarqués.

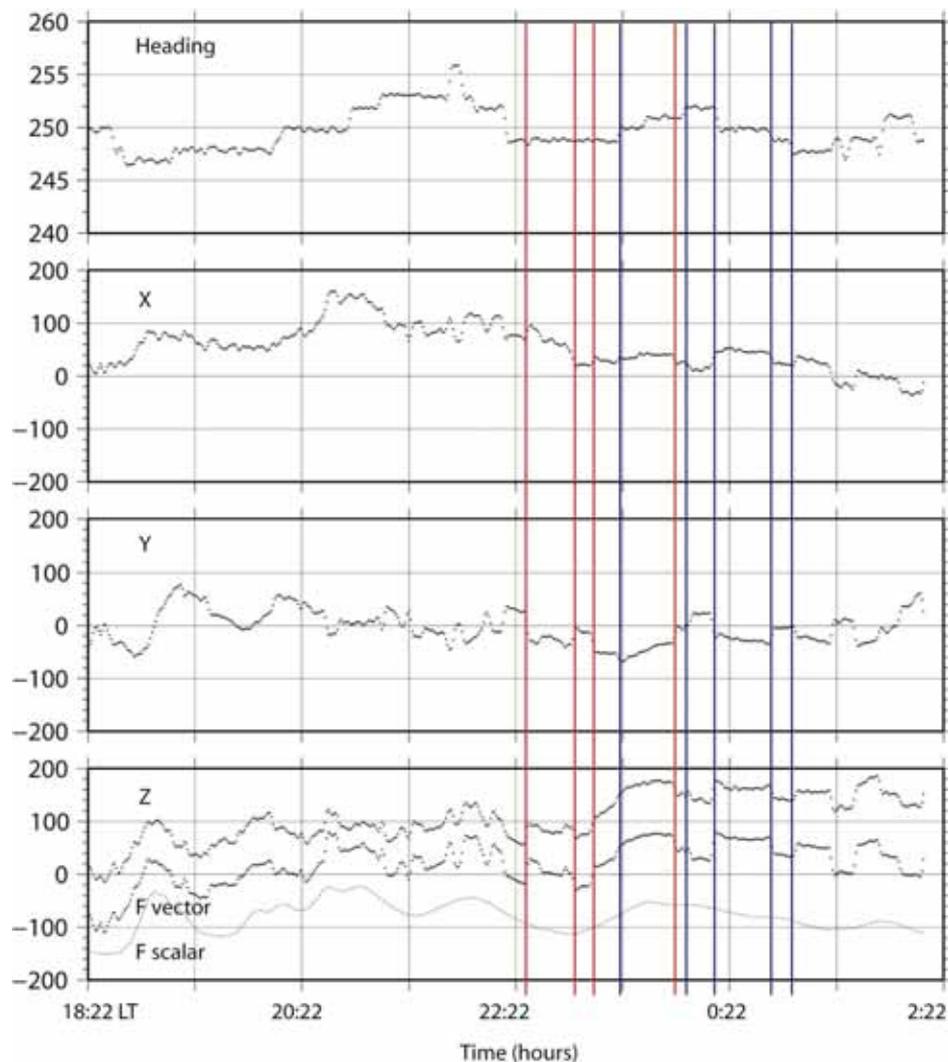


Figure 4 : Exemple de données traitées du magnétomètre vectoriel de bord. Ces données ont été acquises lors de la campagne de test d'août 2007 (PONBRE), durant laquelle le magnétomètre scalaire tracté avait été utilisé pour valider les mesures du magnétomètre vectoriel de bord. De haut en bas : cap ($^{\circ}$), composantes X, Y et Z de l'anomalie (nT), et anomalie de champ total F déterminée à partir des mesures vectorielles et mesurées par le magnétomètre scalaire. L'abscisse est exprimée en temps local. La bonne coïncidence des données des deux instruments est très encourageante. Les créneaux superposés au signal déduit du magnétomètre vectoriel proviennent, d'une part, d'une correction incomplète des effets magnétiques du navire dépendant de son orientation (en bleu ; corrélation avec le cap) qui résulte du peu de figures huit utilisées pour calculer les coefficients de calibration, et d'autre part d'un autre effet (en rouge ; pas de corrélation avec le cap), dont les caractéristiques paraissent différentes le jour et la nuit et que nous imputons aux mouvements de l'ascenseur.