

Développements autour du sonar latéral pour la reconnaissance morphologique détaillée des zones côtières

J.-M. AUGUSTIN et S. BERNE
IFREMER - Centre de Brest

Introduction

En mer, toute étude à caractère géologique ou de génie civil nécessite une reconnaissance géophysique préliminaire, mettant en œuvre des moyens relativement peu coûteux et utilisés de façon simultanée :

- positionnement radio-électrique précis,
- bathymétrie fine,
- sonar latéral pour la connaissance de la nature lithologique du fond de la mer.,
- sismique réflexion très haute résolution pour la détermination des séquences sédimentaires.

Pour la reconnaissance des zones côtières, l'IFREMER réalise actuellement un effort pour l'amélioration de ces différents outils ; plus particulièrement cette note présente les développements réalisés pour l'acquisition en mer et le rejeu à terre des données fournies par un nouveau type de sonar latéral ainsi que l'exploitation géologique qu'ils permettent.

I. Rappel

Les applications du sonar latéral à la géologie marine sont connues depuis 1958 (Chesterman et al.) ; le principe réside dans l'utilisation de deux transducteurs, montés sur un poisson remorqué, émettant un signal de très courte durée d'impulsion et dont le lobe d'émission est très étroit en gisement (plan horizontal) et très large en site (plan vertical) ; ce signal rétrodiffusé par le fond de la mer avec plus ou moins d'intensité selon sa topographie et sa nature, sera capté par les mêmes transducteurs et visualisé sous forme de lignes successives suivant l'avance du navire, produisant une image s'apparentant à une photographie aérienne.

Jusqu'à ces dernières années, l'utilisation de données analogiques conduisait à deux types de déformations géométriques sur les sonogrammes :

- pour une émission perpendiculaire à la route suivie, le signal rétrodiffusé transversalement à l'antenne (fig. 1)

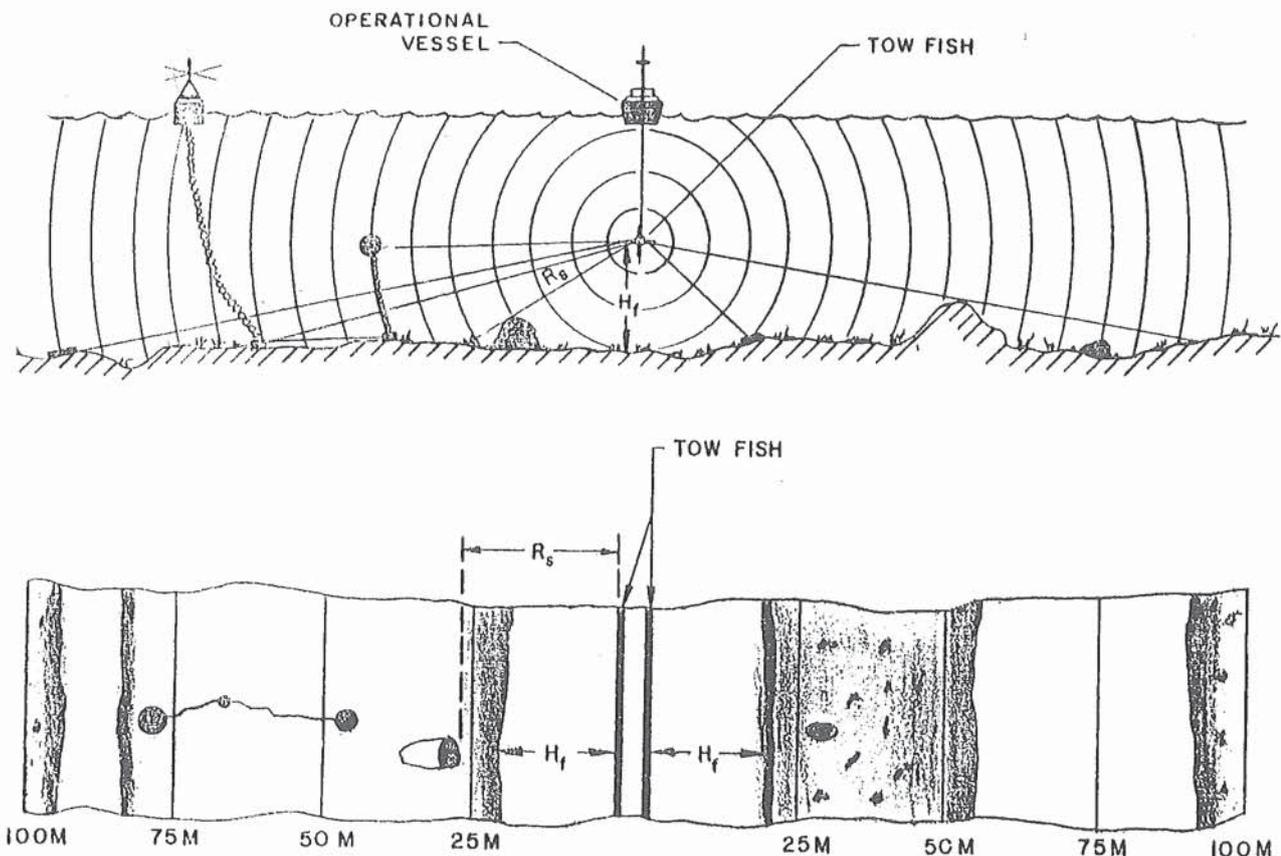


Fig. 1 : Schéma de principe du sonar latéral (d'après EGG) - H_f = altitude du poisson. - R_s = distance oblique.

et visualisé par une ligne sur l'enregistreur graphique correspondait à des trajets obliques et donc à une déformation des distances vraies sur le fond dépendant de l'altitude du poisson (fig. 2) : on visualisait d'autre part le trajet des ondes acoustiques dans l'eau, d'où une perte de place sur le support graphique ;

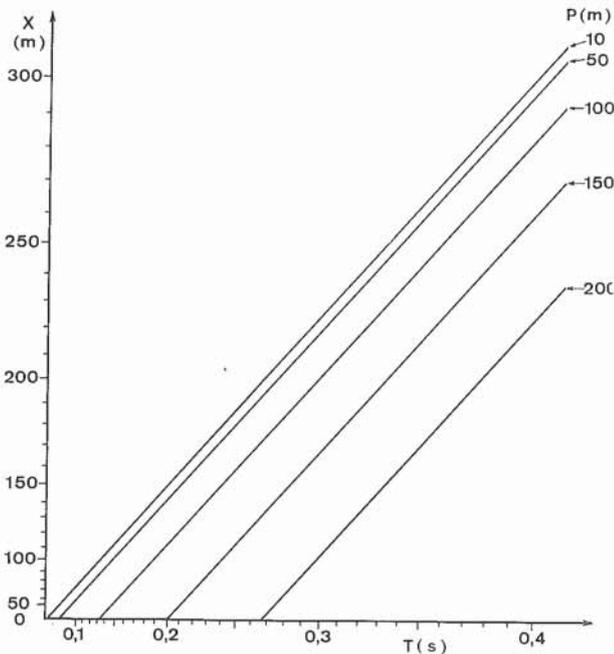


Fig. 2 : Variation du temps d'arrivée T_s d'un écho situé à une distance horizontale X en fonction de l'altitude P du poisson (Cholet, 1968).

— parallèlement à la route suivie, l'image du fond de la mer subissait une compression variant avec la vitesse du navire, la vitesse de déroulement du papier des enregistreurs graphiques étant constante (fig. 3).

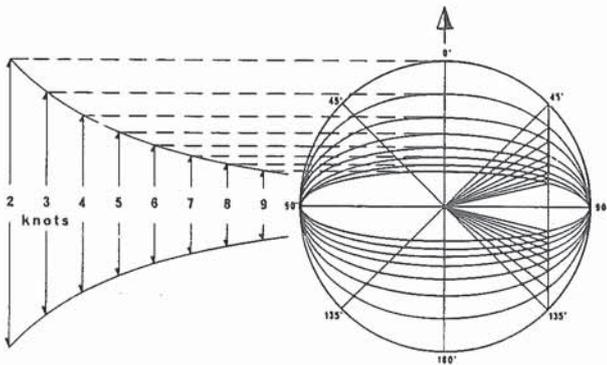


Fig. 3 : Ellipses de distorsion pour la correction de l'effet de compression parallèle à la route (Flemming, 1976).

Pour pallier ces inconvénients et produire une représentation orthonormée à partir de sonogrammes, plusieurs méthodes ont été proposées, basées sur des procédés optiques (Clay 1964, Cholet et al., 1968, Sanders, 1969, Berkson et al., 1973) ou graphiques (Flemming, 1976). Plus récemment, de nombreux laboratoires ont développé sur ordinateur des méthodes de report cartographique, après digitalisation des enregistrements graphiques.

L'introduction des microprocesseurs a permis la naissance d'une nouvelle génération d'équipements produisant en temps réel des images corrigées géométriquement et stockant les données brutes sous forme numé-

rique. L'utilisation simultanée de systèmes de positionnement radio-électriques dont la précision est de l'ordre du mètre, la pratique systématique de la "vérité-terrain" (photo-vidéo sous-marine, prélèvements) et l'emploi à terre de moyens informatiques capables de traiter l'énorme quantité de données que représente l'imagerie sonar permettent aujourd'hui de réaliser une cartographie géologique détaillée et rapide (1 km²/h en moyenne) du fond de la mer.

II. Acquisition des données en mer

II.1 Le sonar latéral

II.1.1. Le poisson est équipé de deux antennes émettant latéralement des signaux de 105 kHz de fréquence, à courte durée d'impulsion (0,1 ms) et à une cadence variable proportionnelle à la portée sélectionnée : cadence d'émission (en secondes) = 0,0015 fois la portée (en mètres).

Le lobe d'émission est étroit dans le plan horizontal (1,2°) et large de 20 ou 50° dans le plan vertical (fig. 4). En fait, l'utilisation des lobes secondaires élimine presque complètement la zone aveugle à la verticale du poisson, mais la résolution y est bien moindre.

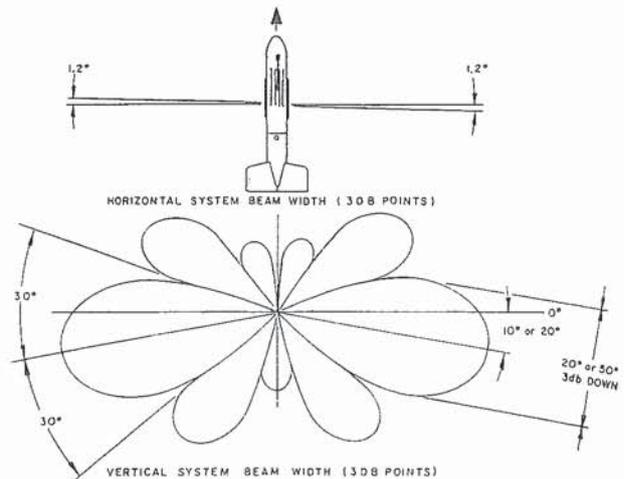


Fig. 4 : Lobes d'émission du sonar EGG (d'après EGG).

La portée annoncée de 500 m pour chaque voie n'est en fait atteinte qu'au prix d'une dégradation importante de la qualité de l'image.

Dans la pratique, on utilise surtout les portées 100 et 200 mètres, voire 300 mètres pour des profondeurs d'eau plus importantes. A l'inverse, la portée efficace est souvent inférieure à 50 mètres par très faible profondeur d'eau (moins de 10 mètres).

Le poisson est relié à l'enregistreur par un câble électroporteur à 7 conducteurs, par l'intermédiaire d'un treuil à collecteur tournant, permettant une télécommande des mouvements du poisson. Compte tenu de l'atténuation du signal dans le câble, la longueur de celui-ci est limitée à 600 mètres, ce qui permet une profondeur d'investigation maximum d'environ 150 mètres.

II.1.2 L'enregistreur SMS 960 associe plusieurs fonctions :

- toutes les fonctions électroniques classiques (TVG, amplification, y compris la numérisation du signal),
- la détermination de l'altitude du poisson (détection d'un seuil) servant au calcul par microprocesseurs de la position réelle de chaque pixel de l'enregistrement (correction d'obliquité),

- la suppression du trajet des ondes acoustiques dans l'eau permettant de juxtaposer les voies gauche et droite,
- l'asservissement du défilement du papier à la vitesse du navire (correction de la compression),
- la visualisation des données ramenées dans un repère orthonormé par une table traçante numérique sur papier électro-sensible (16 niveaux de gris, 2048 pixels par ligne),
- l'entrée d'informations (date, vitesse, cap, position, n° profil, etc...) de façon manuelle (clavier) ou automatique (interface RS 232).

II.1.3 L'enregistreur magnétique

Les données numérisées brutes (après TVG) sont enregistrées sur un dérouleur de bande 1 600 bpi. La numérisation s'effectue à une fréquence variable, de façon à conserver le même nombre d'octets (1800) quelle que

soit la portée (6 kHz pour chaque voie en portée 100 m, 1.2 kHz en portée 500 m).

Chaque enregistrement de 1 800 octets, correspondant à une émission-réception, comporte 32 octets d'information de contrôle (n° de profil, date, vitesse...) et 2 fois 884 octets correspondant aux 2 voies multiplexées, codées sur 6 bits (soit une dynamique de 64 niveaux).

Pour réaliser la quantité d'informations ainsi stockée, rappelons qu'en échelle 100 mètres, une minute d'enregistrement correspondra à 424 320 bits de données !

Dans la version utilisée par l'IFREMER, ces données sont formatées (Kennedy 9217 B/9218 buffered format), ce qui accroît la capacité de stockage (42 minutes par bande en échelle 100 mètres) et rend les enregistrements compatibles pour le traitement ultérieur par le logiciel TRIAS (chapitre IV).

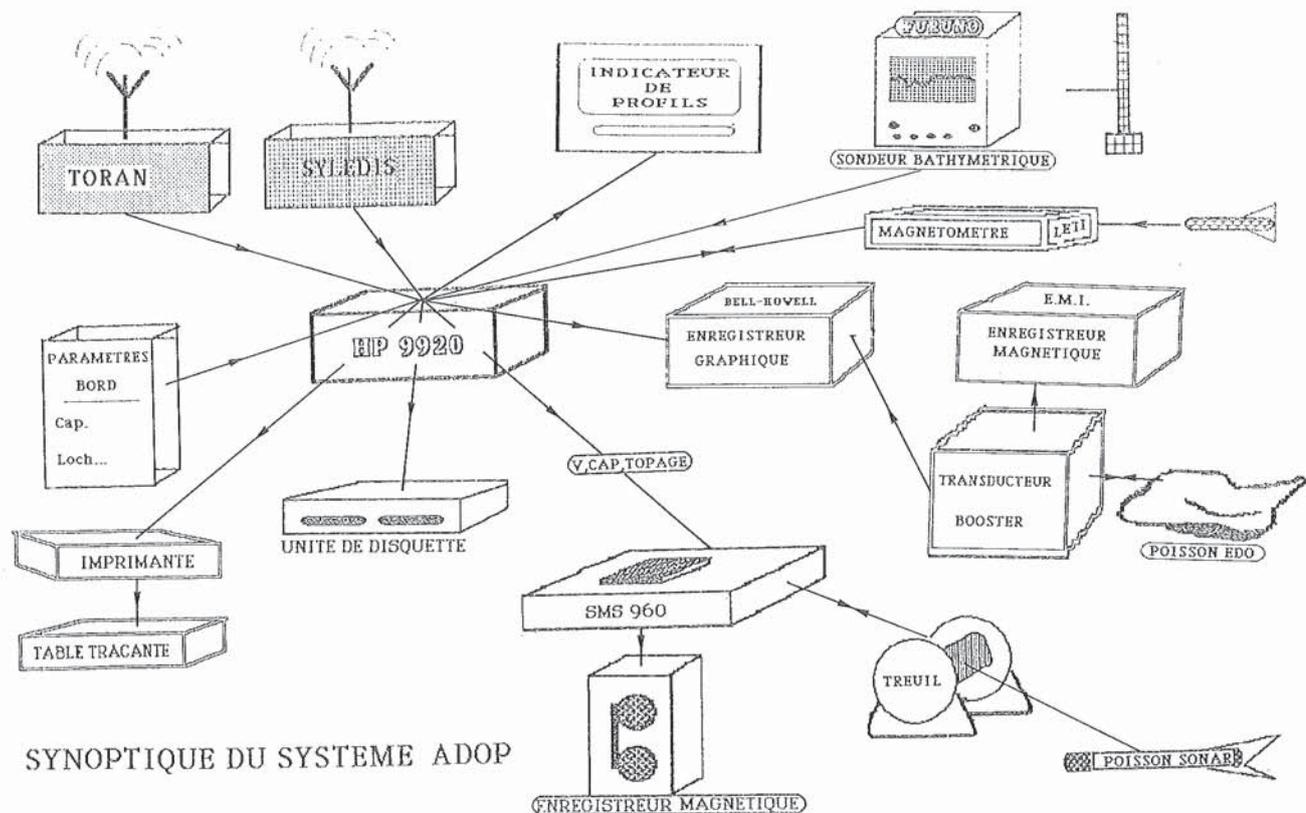


Fig. 5 : Synoptique du système ADOP (acquisition de données-plateau).

II.2 Le système intégré ADOP

L'acquisition de l'ensemble des données géophysiques est organisée autour du système ADOP (acquisition de données plateau continental) réalisé par Génavir-Brest (fig. 5). ce système géré par un micro-ordinateur HP 9920 assure :

l'acquisition simultanée de :

- deux systèmes de positionnement radio-électrique (par exemple SYLEDIS et TORAN),
- d'un sondeur bathymétrique de précision à sortie numérique (par exemple le FURUNO FE-881 fonctionnant à 200 kHz avec un faisceau de 5,4°, utilisé comme équipement mobile),
- des "paramètres bord" de cap et vitesse surface,
- d'autres mesures numériques (par exemple magnétométrie),

- l'enregistrement sur disquette 700 K des données,
- l'édition sur imprimante des paramètres et le tracé de la route sur table traçante,
- l'aide à la navigation par un indicateur de route placé devant l'homme de barre,
- la topage des enregistreurs,
- l'envoi d'un message au sonar latéral permettant en particulier la prise en compte en temps réel de la vitesse de fond calculée pour la correction géométrique de l'image sonar (correction de vitesse).

Les campagnes de géophysique réalisées sur le plateau continental par l'IFREMER peuvent désormais mettre en œuvre **simultanément**, une couverture au sonar latéral, une bathymétrie fine, une coupe sismique réalisée au sondeur de sédiments 2,5 kHz ou avec un Sparker SIG et un magnétomètre différentiel du CENG-LETI. Le traitement des données sonar est présenté maintenant.