



HAL
open science

DÉVELOPPEMENT D'UN SONAR MULTIFAISCEAUX

P. Alais, P. Challande, N. Diner, R. Person

► **To cite this version:**

P. Alais, P. Challande, N. Diner, R. Person. DÉVELOPPEMENT D'UN SONAR MULTIFAISCEAUX. Journal de Physique Colloques, 1990, 51 (C2), pp.C2-321-C2-324. 10.1051/jphyscol:1990277 . jpa-00230698

HAL Id: jpa-00230698

<https://hal.science/jpa-00230698>

Submitted on 4 Feb 2008

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

1er Congrès Français d'Acoustique 1990

DÉVELOPPEMENT D'UN SONAR MULTIFAISCEAUX

P. ALAIS, P. CHALLANDE, N. DINER* et R. PERSON*

Laboratoire de Mécanique Physique, CNRS URA-869, Université Paris 6, 2
Place de la gare de Ceinture, F-78120 Saint-Cyr l'Ecole, France
*IFREMER, Centre de Brest, BP. 70, F-29280 Plouzane, France

Résumé - On présente un sonar de pêche multifaisceaux qui fournit, en temps réel, une coupe tomographique sectorielle de l'océan dans un plan perpendiculaire à l'axe d'avancement du navire jusqu'à une profondeur de 400 m sur une largeur de 48°. Les différents aspects tant acoustiques qu'électroniques de la formation de l'image sont étudiés. On termine par la présentation de résultats obtenus lors d'essais en mer.

Abstract - We present a multibeam echosounder that furnishes real-time sectorial images of the ocean in the plane orthogonal to the ship with up to 400 m depth and 48° width. The acoustical and electronical elements of the image formation are studied. Then, we give results obtained when we have tested the system on sea.

1 - INTRODUCTION

Nous présentons ici les études consacrées au développement d'un sonar multifaisceaux destiné principalement à la détection de poissons. La conception et la réalisation de la maquette ont été effectuées au L.M.P. dans le cadre de contrats passés avec l'I.F.R.E.M.E.R.

La solution retenue consiste à fournir en temps réel une coupe tomographique du plan orthogonal à l'axe d'avancement du navire sous forme d'une image sectorielle de 48° sur une profondeur allant jusqu'à 400 m avec une résolution latérale de l'ordre de 2 degrés. Les techniques de balayage électronique et de focalisation dynamique développées au L.M.P. dans le cadre de l'imagerie médicale /1/ peuvent se transposer, moyennant quelques précautions, au domaine de l'imagerie sous-marine /2/.

2 - L'ANTENNE

Comme dans le cas des transducteurs haute-fréquence /3/, nous avons choisi d'utiliser un matériau piezoélectrique composite qui conduit à la réalisation de transducteurs à la fois performants et peu coûteux. En particulier, ils couvrent la bande de fréquences de 70 à 130 kHz qui est compatible avec les portées souhaitées (de l'ordre de quelques centaines de mètres). Cette structure composite conduit pour les transducteurs élémentaires à des diagrammes de rayonnement proches des sinus cardinaux prévus pour l'émission d'un piston rectangulaire.

La résolution requise exige de synthétiser des ouvertures focalisantes de l'ordre de 30 longueurs d'onde. Ceci nous a conduit à retenir la configuration suivante : la base acoustique est composée de 48 transducteurs au pas de 1 degré, répartis sur un cercle de rayon $R = 1077$ mm, ce qui correspond à une largeur individuelle de 18 mm. Dans l'autre direction leur taille est de

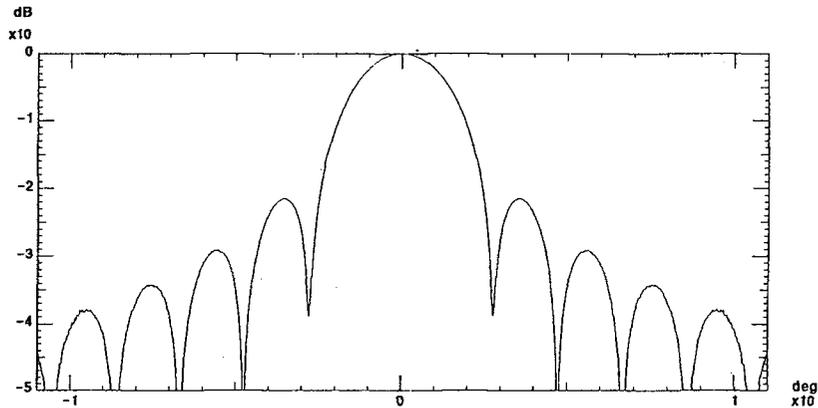


Fig. 1 - Diagramme de rayonnement d'une voie préformée constituée de 27 éléments répartis au pas de 1° sur un rayon de 1077 mm, fonctionnant à 85 kHz. L'apodisation retenue est de type parabolique, les retards assurent une focalisation à l'infini, la distance d'observation est de 100 m.

224 mm, ce qui conduit à une directivité d'environ 5° parfaitement compatible avec un recouvrement correct des faisceaux d'émission et de réception et dispensant ainsi d'une compensation de tangage. Une électronique adaptée permet d'atteindre des puissances acoustiques à l'émission de l'ordre de 10 à 20 kW.

3 - FORMATION DES VOIES PREFORMEES

L'image sectorielle est constituée à partir de 24 voies préformées au pas de 2° . Chacune de ces voies est construite à partir des signaux provenant de 27 (ou moins dans le cas des voies extrêmes) transducteurs adjacents, ce qui correspond à une ouverture de 32 longueurs d'onde à 100 kHz. Notons que l'échantillonnage, voisin de λ , est suffisant pour repousser les lobes de réseau hors de l'image.

Les signaux sont injectés sur les prises d'une ligne à retards qui assure la correction parabolique correspondant à la focalisation à l'infini. L'injection est modulée par le coefficient d'apodisation associé au transducteur au sein de cette voie et prend en compte l'atténuation apportée par la ligne.

Comme il faut une ligne à chaque voie, nous avons préféré abandonner la possibilité de la focalisation dynamique au profit d'une simplification des circuits. Il faut noter que cette simplification n'entraîne une dégradation que pour les faibles profondeurs (inférieures à 10) et que le paramètre le plus important pour l'image est la qualité de l'apodisation. La figure 1 illustre les performances théoriques d'une telle voie.

4- FORMATION DE L'IMAGE

Le système offre la possibilité de 4 portées différentes : 50, 100, 200 et 400 m. La durée de l'émission est adaptée à chaque portée : de 128 à 1024 μs , cette durée correspondra à la longueur du pixel de réception. Chaque rayon de l'image l'image comportera 512 pixels.

Le signal issu de la ligne à retard est mélangé avec un signal de référence dont la fréquence est 5 kHz au dessus de la fréquence d'émission. L'amplitude du signal de référence permet d'assurer un contrôle de gain temporel, on utilise généralement une compensation en $r^2 e^{2\alpha r}$. Le signal utile est extrait après passage au travers de filtres passe-bas. Cette détection superhétérodyne a le double avantage d'améliorer le rapport signal sur bruit en limitant la bande de réception à quelques kHz et de permettre le multiplexage des 24 voies à une fréquence convenable.

Le multiplexage des 24 voies se fait à l'aide d'un commutateur analogique à 32 entrées cadencé à 2 MHz et d'un convertisseur analogique/numérique 8 bits, ce qui permet d'échantillonner les signaux à une fréquence de 62 kHz (à comparer à la fréquence des signaux : 5 kHz). Ces valeurs sont inscrites en X sur une mémoire-tampon X-Y. Suivant la portée, de 8 à 128 rangées sont inscrites pendant la durée d'un pixel. Cette mémoire est ensuite relue orthogonalement en Y pour fournir les 24 séquences de mots de 8 bits représentatifs des 24 pixels correspondant à une profondeur R.

Ces séquences sont ensuite détectées numériquement : détermination de l'amplitude maximale sur le pixel. Une compression logarithmique accompagnée d'un seuil limitant le bruit, conduit à 24 mots de 4 bits. On effectue ensuite une interpolation linéaire entre ces valeurs pour finalement obtenir 96 mots de 4 bits correspondant aux 96 valeurs de θ au pas de $0,5^\circ$ pour la profondeur R. Les cadences sont ajustées pour que le temps de formation d'une ligne corresponde à la durée du pixel.

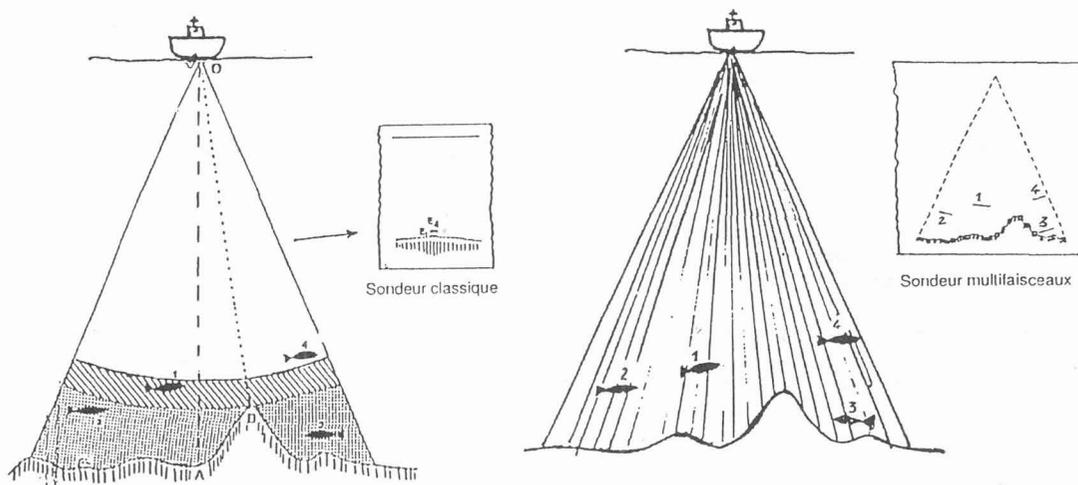


Fig. 2 - La présence d'aspérités sur le fond augmente fortement le volume de la zone grisée où la détection des poissons est masquée par l'écho de fond. Le sondeur classique donnera une sonde équivalente à la distance OB. Au contraire, le sondeur multifaisceaux donnera des informations sur la topographie du fond et sur la position de détection des poissons.

Ces données sont écrites sur une mémoire-tampon R- θ de 512x128. L'inclinaison du navire observée au cours de la réception est détectée par un inclinomètre et est compensée au moment de l'écriture sur cette mémoire. La précision de compensation de 0,5° ainsi fournie offre un confort d'image suffisant. Cette compensation est recalculée pour chaque pixel en R et peut varier notablement pendant le temps de réception qui peut atteindre 500 ms.

Cette image R- θ est ensuite convertie et inscrite sur une mémoire vidéo X-Y de 256x512 qui est pilotée selon le standard TV classique (625 lignes entrelacées de 64 μ s chacune). On dispose d'une présentation en zoom x2 par duplication des lignes et des pixels en X. La sortie peut se faire en noir et blanc sur 16 niveaux de gris ou bien en fausse couleur.

5 - ESSAIS

Les premiers essais ont été effectués avec la base montée sur une perche sur les N.O. THALIA et THALASSA. Le montage limitait la vitesse du navire à deux noeuds. Depuis septembre 1989, une base est installée sur la coque du N.O. THALASSA. Les résultats obtenus montrent que la technique du sondeur multifaisceaux appliquée à la pêche apporte des progrès importants par rapport au sondeur monofaisceau classique (figure 2) :

- les détections au voisinage du fond sont possibles grâce à la suppression de la zone d'ombre;
- les épaves et les croches qui sont à peine visibles avec le sondeur monofaisceau si elles ne sont pas dans l'axe du transducteur, sont mises en évidence et peuvent être positionnées par rapport au navire;
- les informations en temps réel sur la topographie permettent d'identifier immédiatement les fonds rocheux;
- des informations sont données sur la répartition spatiale des détections. Une grande variabilité apparaît dans les structures des bancs détectés au cours des essais. Il semble que l'on dispose là d'une nouvelle source d'informations permettant une amélioration de la classification des détections.

6- CONCLUSION

Le prototype présenté ici a montré un comportement tout à fait satisfaisant, tant au niveau de la sensibilité que pour la qualité des images fournies malgré le faible nombre de voies. La détection de poissons en banc ou isolés ne pose pas de problèmes particuliers.

Quelques améliorations dont pourrait profiter cet engin, relèvent plutôt d'une phase d'industrialisation : sorties autres que la vidéo, utilisation de marqueurs... Nous envisageons également la réalisation d'un prototype au fonctionnement complètement numérisé.

7- REFERENCES

- /1/ Brevet Français n°80-22-880 du 24 octobre 1980.
- /2/ Alais, P., Challande, P. et Eljaafari, L., Acoustical Imaging 18 (1989) à paraître.
- /3/ Alais, P., Challande, P., Kammoun, C., Nouailhas, B. et Pons, F., Acoustical Imaging 12 (1983) 361.