

LES APPORTS D'UNE NOUVELLE TECHNOLOGIE POUR LA RECHERCHE HALIEUTIQUE.

Mandaté par l'Union européenne, l'Ifremer est chargé d'évaluer l'état des ressources halieutiques et de proposer des solutions pour permettre de les exploiter durablement. Les sondeurs de pêche monofaisceaux jusqu'alors employés, ne permettent pas d'obtenir une précision satisfaisante pour atteindre cet objectif. L'Ifremer a résolu ce problème en développant, en collaboration avec un industriel, un sondeur multifaisceaux adapté à la prospection acoustique pour les campagnes halieutiques. Ce sondeur équipe aujourd'hui le navire de recherche halieutique Thalassa, armé par Genavir. Son utilisation est partagée par différentes équipes de chercheurs français et européens au cours de campagnes à la mer. Les données acquises par le sondeur sont mises à disposition de la communauté scientifique européenne, par l'intermédiaire de services dédiés de l'Ifremer.

Dans le cadre de la PCP (**P**olitique **C**ommune de la **P**êche) et dans la perspective de développement d'une approche écosystémique des pêches¹, l'Ifremer (**I**nstitut **F**rançais de **R**echerche pour l'**E**xploitation de la **MER**) est mandaté par l'Union européenne pour « connaître, évaluer et mettre en valeur les ressources des océans et permettre leur exploitation durable ». Pour caractériser l'état et l'évolution des espèces exploitées et des peuplements d'intérêt halieutique, l'Ifremer organise, entre autre, des campagnes d'observation halieutique. Cependant, la pertinence et la qualité des données collectées lors de ces campagnes sont soumises au développement et à l'emploi de nouvelles techniques d'observation, et à celui de nouvelles méthodes d'acquisition de l'information.

Le SMFH (**S**ondeur **M**ulti**F**aisceaux **H**alieutique) ME70 qui équipe le NRH (**N**avire de **R**echerche **H**alieutique) Thalassa a été développé dans ce but. Il représente un véritable bond technologique par rapport aux générations de sondeurs de pêche précédentes, et la qualité des données qu'il fournit est incomparable. La gestion de cet équipement est confiée au GIE (**G**roupement d'**I**ntérêt **E**conomique) Genavir, armateur du Thalassa et filiale de l'Ifremer. Sa mise en œuvre est complexe et mobilise aussi bien l'équipage et les techniciens de Genavir que les scientifiques embarqués lors des campagnes de pêche. Elle obéit cependant à un schéma bien rôdé où, de la mise en route du sondeur à l'archivage des données post-campagne, le rôle de chacun est bien défini.

Les apports du SMFH pour la recherche halieutique

Jusqu'en 2007, les sondeurs halieutiques utilisés par l'Ifremer étaient exclusivement des sondeurs verticaux monofaisceaux émettant dans une bande étroite de fréquence comprise entre 18 et 200 KHz, avec une ouverture de faisceau comprise entre 5 et 15°. La portée de ce type de sondeur permet la détection des espèces pélagiques et démersales² jusqu'à 1000 m de

¹ La démarche écosystémique vise à restaurer les ressources halieutiques intensément exploitées et les écosystèmes fragilisés, à limiter les pertes de biodiversité (prise au sens de « très nombreuses espèces entretenant une multitude d'interactions dans une grande variété d'habitats »), et à optimiser la rentabilité économique des entreprises dans le cadre d'une exploitation durable [1].

² La zone pélagique est la partie des mers ou des océans comprenant la colonne d'eau, c'est à dire les parties autres que les côtes ou le fond marin. Par opposition, la zone démersale comprend l'eau proche des côtes ou du fond marin [1].

profondeur, en fonction de la fréquence d'émission et de l'ouverture du faisceau. L'évaluation des stocks halieutiques s'effectue par écho-intégration, méthode qui allie acoustique, statistique et biologie. Elle se base sur des années de données expérimentales, pour effectuer une première classification et une première quantification des bancs de poisson, en fonction d'une cinquantaine de paramètres : énergie renvoyée¹, profondeur de détection, morphologie du banc, bathymétrie, géographie... Ces observations sont complétées par un échantillonnage au chalut, qui permet en outre d'affiner la base de données utilisée pour l'écho-intégration. Toutefois, la définition angulaire d'un sondeur monofaisceau ne permet pas d'obtenir une précision de détection satisfaisante pour un fonctionnement optimum de cette méthode.

En effet, un sondeur monofaisceau ne peut pas distinguer deux cibles situées à une même distance et dans un même faisceau : il ne « voit » qu'un seul écho d'énergie égale à la somme des énergies renvoyées par les deux échos (Figure 1). Dans le cas d'un banc de poissons par exemple, les données morphologiques et énergétiques reçues sont donc très imprécises.

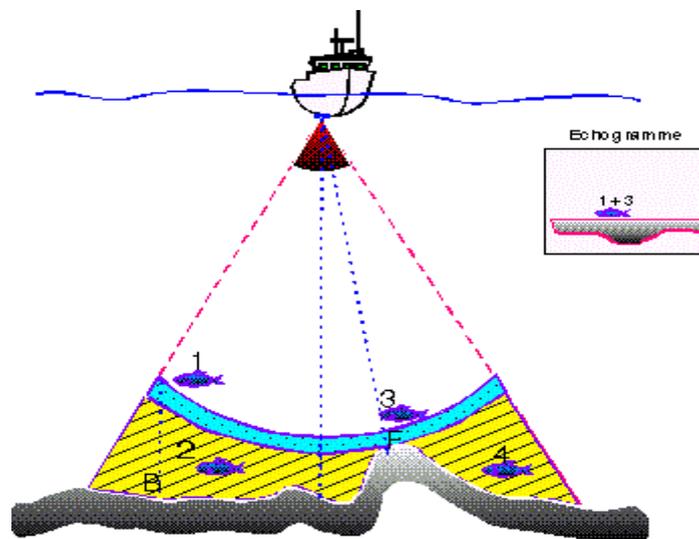


Figure 1 : mise en évidence des limites du sondeur monofaisceau [I2].

Pour la même raison, il existe une « zone d'ombre » au niveau du fond sous-marin, plus ou moins importante en fonction de son relief. Les poissons qui se trouvent en dessous du point culminant du fond marin insonifié, sont confondus avec l'écho de ce sommet (Figure 1). Cela pose naturellement problème en ce qui concerne l'observation des espèces démersales. En revanche, si l'ouverture du faisceau est trop grande pour permettre une détection précise, elle reste faible au regard du volume d'eau insonifié par une émission du sondeur (Figure 2). Aussi, il est très difficile de couvrir une zone dans son intégralité, de même qu'il est difficile d'obtenir des détections dans l'environnement proche du navire. Or il est probable que le comportement des poissons soit différent à proximité du bateau. Pour toutes ces raisons, il apparaissait comme nécessaire pour l'Ifremer de développer un nouvel outil d'observation halieutique plus performant.

¹ Analyse multifréquence de l'énergie rétrodiffusée par les poissons. Elle doit permettre la caractérisation des espèces.

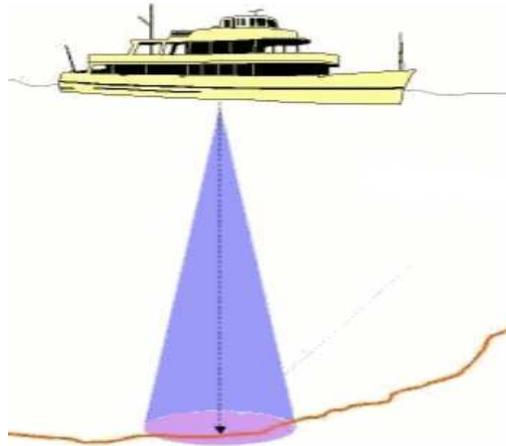


Figure 2 : volume d'eau insonifié par une émission de sondeur monofaisceau [I3].

Le SMFH ME70 développé depuis 2002 par l'entreprise norvégienne SIMRAD (SIMonsen RADio¹), en collaboration avec l'Ifremer, permet de répondre en grande partie aux spécifications techniques nécessaires. D'une grande flexibilité par sa technologie numérique, il permet d'émettre jusqu'à 45 faisceaux d'une ouverture d'environ 2°, soit un secteur couvert de $\pm 45^\circ$ transversalement au bateau (Figure 3). Ainsi, le volume d'eau observé est beaucoup plus grand et permet de couvrir une zone sans laisser de points d'ombres.

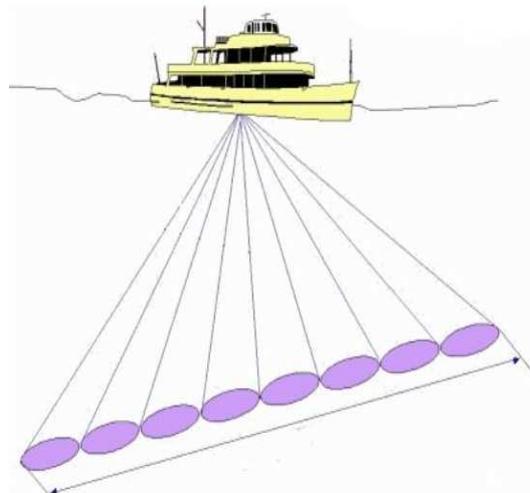


Figure 3 : volume d'eau insonifié par une émission de sondeur multifaisceaux [I4].

La technologie multifaisceaux permet également une meilleure définition des échos et une meilleure résolution au niveau du fond marin, d'autant qu'il est possible de dépointer transversalement les faisceaux par formation de voies². La morphologie et la répartition énergétique des bancs de poissons, de même que la topologie des fonds, peuvent donc être établies avec une plus grande précision. Cela favorise la méthode d'écho-intégration et permet simultanément une meilleure connaissance de la bathymétrie. Les fréquences d'émissions sont variables dans la gamme [70-120KHz], ce qui associé à la technique de formation de voies, permet d'effectuer des analyses multifréquences sur une cible. Cependant, cette gamme de fréquence est moins large que celle du sondeur monofaisceau dont l'emploi reste donc

¹ Du nom de l'ingénieur à l'origine de l'entreprise, Willy Simonsen.

² La formation de voie permet de dépointer l'axe du faisceau émis selon un angle donné, en décalant temporellement la stimulation des différents transducteurs.

complémentaire de celui du SMFH. C'est pourquoi l'Ifremer a choisi de conserver les deux de types sondeurs à bord du Thalassa.

Utilisation du SMFH à bord du NRH THALASSA

Fruit d'une coopération franco-espagnole entre l'Ifremer et l'IEO (Instituto Español de Oceanografía), le Thalassa est mis en service en 1996. Sa propulsion diesel-électrique lui confère une autonomie de 45 jours et une grande discrétion acoustique. Dédié principalement à la recherche halieutique, il est équipé pour cela d'un sonar de pêche, d'un sondeur monofaisceau ER60, du SMFH ME70 (prototype installé en 2005, opérationnel depuis 2007), ainsi que d'appareils de pêche destinés aux chalutages. Le navire effectue chaque année cinq ou six campagnes halieutiques et deux ou trois campagnes technologiques¹, d'une durée moyenne de l'ordre de la vingtaine de jours. Lors de ces campagnes, jusqu'à 25 scientifiques et techniciens peuvent embarquer. Il y a alors trois populations distinctes à bord : les scientifiques qui représentent le client (généralement l'Ifremer ou l'IEO), l'équipage qui conduit le navire et met en œuvre les outils de chalutage, et enfin les techniciens de Genavir qui opèrent les équipements électroniques et informatiques. L'utilisation du SMFH est alors partagée entre les techniciens et les scientifiques selon un schéma établi.

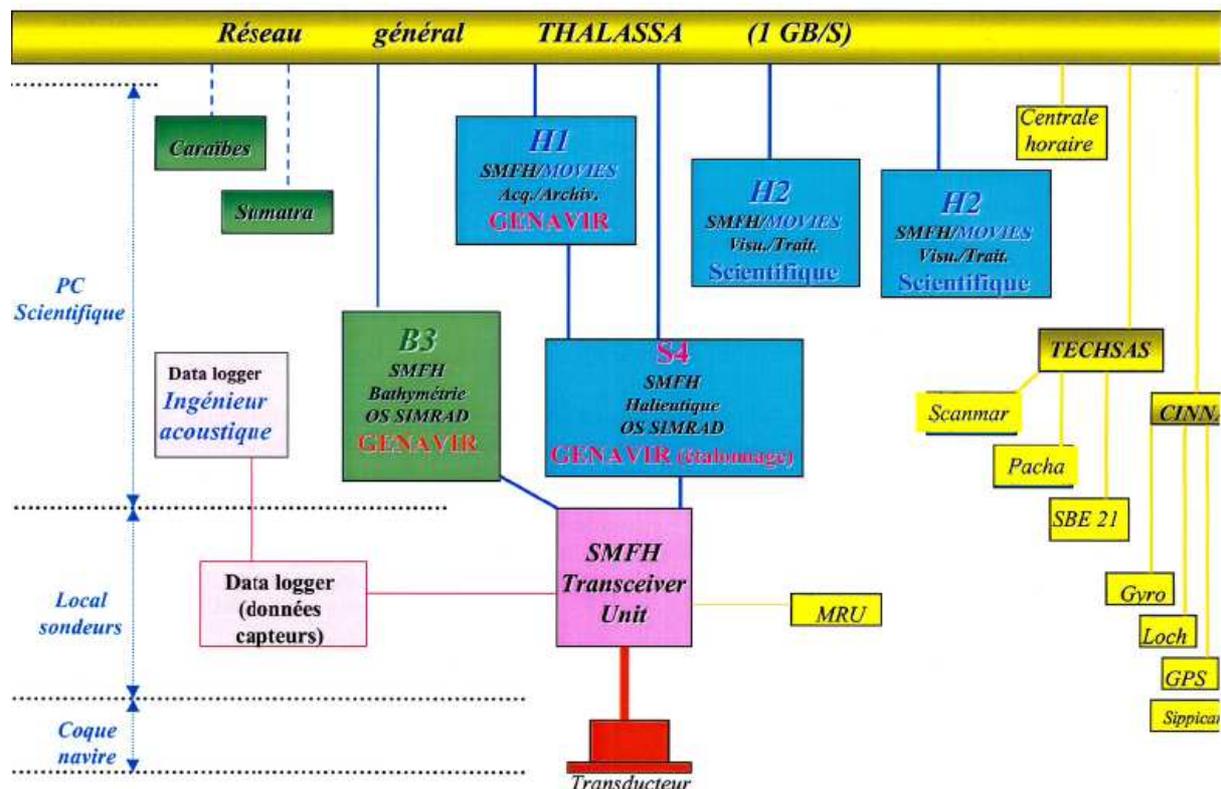


Figure 4 : architecture du réseau informatique du Thalassa [2].

Le SMFH est mis en œuvre à partir de quatre postes informatiques en réseau, situés au PC scientifique et identifiés par les sigles H1, H2, B3 et S4 (Figure 4). Chaque poste dispose de ses fonctions propres et est opéré soit par le client, soit par les techniciens de Genavir, en fonction du type de campagne. En campagne halieutique de type démersale, deux configurations d'opération des postes de travail sont identifiées pour correspondre aux deux modes

¹ Les campagnes technologiques servent aux essais et à la validation à la mer, des équipements en cours de développement ou de modernisation.

d'utilisation du SMFH : le mode bathymétrique et le mode halieutique. Le mode bathymétrique est utilisé principalement la nuit et permet d'établir la topologie des fonds marins sur la zone des chalutages à effectuer la journée suivante. La connaissance de la bathymétrie permet d'évaluer les risques liés au chalutage (possibilités de croche du chalut), et l'établissement de cartes numériques de terrain qui seront intégrées dans le système de navigation CINNA (Centrale de NAVigation INTégrée) de Genavir, permettant ainsi de connaître avec précision la nature des fonds (Figure 5). Dans cette configuration, le SMFH est intégralement mis en œuvre par une équipe de techniciens de Genavir travaillant en quarts. Ils opèrent en continu depuis le poste B3 dédié à la configuration, l'acquisition, l'archivage et la visualisation des données d'imagerie et de bathymétrie.

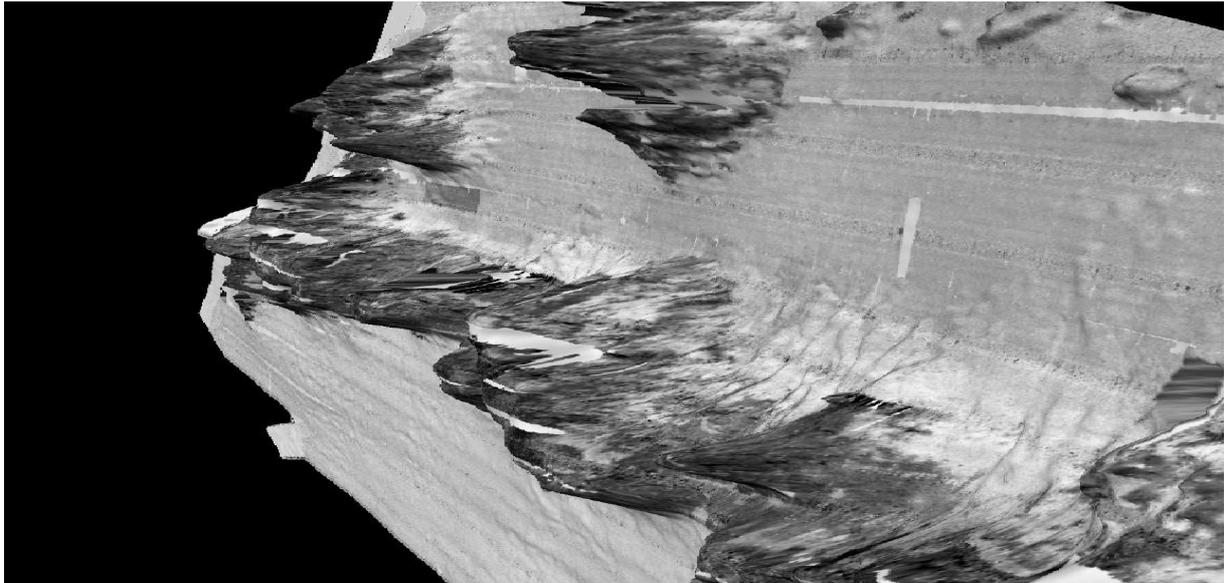


Figure 5 : exemple d'image bathymétrique tridimensionnelle avec texture appliquée [15].

Le mode halieutique est lui utilisé essentiellement en journée. Il permet l'échantillonnage de la tranche d'eau, l'évaluation de la biomasse par écho-intégration et la détermination des zones de chalutage (Figure 6). L'emploi du SMFH nécessite alors la présence de deux opérateurs affectés aux postes H1 et H2. Le poste H1, armé par un technicien de Genavir, permet de configurer le sondeur et d'effectuer l'acquisition et l'archivage des données. Il correspond, en quelque sorte, au poste d'administrateur technique du système et ne requiert pas la présence permanente de l'opérateur. Le poste H2 est lui opéré en permanence, par un scientifique qui visualise et analyse les données transmises par le sondeur. En fonction de ses observations, il oriente la mission en proposant au chef de la mission scientifique les zones à chaluter.

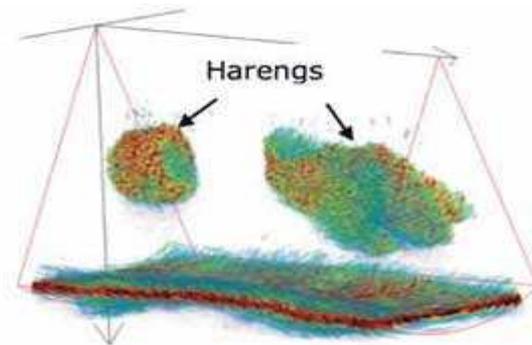


Figure 6 : exemple d'image volumétrique obtenue par le SMFH en mode halieutique [16].

En ce qui concerne les campagnes halieutiques de type pélagique, seul le mode halieutique du SMFH est utilisé, selon le même schéma. Indépendamment du mode de fonctionnement utilisé, un poste S4 est opéré par un technicien et sert à la mise en route et à l'étalonnage du sondeur. L'étalonnage se fait par le réglage du gain, faisceau par faisceau, sur l'écho d'une bille réfléchissante. Il se pratique en général, dans une zone de faible profondeur, en début de campagne. La qualité des données qui seront récoltées puis sauvegardées pendant la mission, et par suite, la pertinence des analyses qui en seront faites, va dépendre du soin apporté à cet étalonnage.

Aujourd'hui, les données recueillies sur le Thalassa sont toutes formatées et archivées à bord. Les données de bathymétrie peuvent être exploitées en temps légèrement différé, par le logiciel de traitement cartographique CARAIBES (**CAR**tographie **App**liquée à l'**Im**agerie et la **BathymétriE** des **Sonars** et sondeurs multifaisceaux) développé par l'Ifremer. Il permet la production à bord de cartes bathymétriques mais son utilisation nécessite la présence d'un technicien spécialisé de Genavir et celle d'un géologue pour valider la carte produite. A l'issue de la campagne, les données bathymétriques sont analysées et validées dans les services à terre de Genavir, puis transmises au SISMER (Systèmes d'Informations **Scientifiques** pour la **MER**) de l'Ifremer. Une des fonctions de ce service est de constituer une base de données océanographiques à l'intention de la communauté scientifique européenne. En ce qui concerne les observations halieutiques, leur exploitation à bord est avant tout destinée à la conduite de la mission et à la détermination des zones de chalutage. Ces données sont néanmoins archivées à terre au service SIH (Système d'Informations **H**alieutiques) de l'Ifremer. Ce service s'inscrit dans une directive européenne de recensement et de mise à disposition des utilisateurs, au moyen d'une base de données, les observations halieutiques provenant de plusieurs sources des Etats membres: statistiques de pêche, enquêtes économiques, échantillonnages des captures commerciales et données des campagnes à la mer. Ainsi sur le Thalassa, les données formatées et archivées par les logiciels TECHSAS (relatives au chalut, à l'environnement, à la plateforme, etc.), MOVIES+ (données d'écho-intégration et visualisations du SMFH) et CASINO+ (cahier de quart scientifique), sont qualifiées chez Genavir avant d'être transmises au SIH.

La connaissance des fonds marins et des espèces halieutiques est aujourd'hui révolutionnée par l'emploi de nouveaux sondeurs tels que le SMFH : il permet un niveau de précision dans les mesures et les observations effectuées encore inégalé. L'utilisation qui en est faite à bord du Thalassa illustre à la fois la complexité de mise en œuvre et l'étendue des applications permises par un tel matériel. Les premiers résultats issus des campagnes utilisant le SMFH ont déjà permis d'observer des comportements des espèces halieutiques jusqu'alors inconnus, ainsi que de mettre au point de nouveaux algorithmes d'écho-intégration adaptés aux performances du SMFH. Ces résultats sont un encouragement à poursuivre les recherches visant à améliorer la précision des sondeurs de pêche. De plus, la mise à disposition des données du SMFH pour la communauté scientifique européenne, par l'intermédiaire des bases de données du SISMER et du SIH, doit également permettre de faire progresser la recherche dans les domaines de l'océanographie et de l'halieutique.

La connaissance du milieu marin a été définie comme le premier volet de la stratégie maritime nationale de développement durable [I7]. Le SMFH est un exemple concret de la mise en œuvre de cette politique : mieux connaître et quantifier les espèces d'intérêt halieutique pour en permettre une exploitation responsable. La France et l'Europe disposent d'un espace maritime conséquent, aujourd'hui mal exploité par ignorance. Il représente un potentiel économique que l'on sait déjà considérable, mais qu'il convient d'évaluer précisément puis de préserver. En effet, et si la mer était l'avenir de la terre ?

Liste des abréviations utilisées

CARAIBES	:	C ARtographie Appliquée à l' I magerie et la B athymétri E des S onars et sondeurs multifaisceaux
CINNA	:	C entrale de N avigation I Ntégrée
GIE	:	G roupement d' I ntérêt E conomique
IEO	:	I nstituto E spañol de O ceanografía
Ifremer	:	I nstitut F rançais de R echerche pour l' E xploitation de la MER
NRH	:	N avire de R echerche H alieu t ique
PCP	:	P olitique C ommune de la P êche
SIH	:	S ystème d' I nformations H alieu t iques
SISMER	:	S ystèmes d' I nformations S cientifiques pour la MER
SMFH	:	S ondeur M ulti F aisceaux H alieu t ique

Liste des figures

- Figure 1 : mise en évidence des limites du sondeur monofaisceau [I2].
Figure 2 : volume d'eau insonifié par une émission de sondeur monofaisceau [I3].
Figure 3 : volume d'eau insonifié par une émission de sondeur multifaisceaux [I4].
Figure 4 : architecture du réseau informatique du Thalassa [2].
Figure 5 : exemple d'image bathymétrique tridimensionnelle avec texture appliquée [I5].
Figure 6 : exemple d'image volumétrique obtenue par le SMFH en mode halieutique [I6].

Bibliographie

- [1] CHAUMERY Jean-Christophe. *Mise en pratique de l'approche écosystémique des pêches*. Rapport de stage C2M. Lanvéoc : Ecole Navale, 2006.
- [2] MAZAURIC Valérie. *Sondeur multifaisceaux halieutique*. Présentation à la 3^{ème} réunion du comité directeur. Plouzané : Ifremer, 5 Juillet 2004.
- [I1] WIKIPEDIA, [Encyclopédie en ligne]. *Zone Pélagique*. [réf. du 5 octobre 2008]. Disponible sur Internet : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Zone_p%C3%A9lagique>
- [I2] MAZAURIC Valérie. *Sondeur multifaisceaux halieutique*. Présentation au 1^{er} colloque du défi golfe de Gascogne. Brest, 11 au 13 décembre 2002. Disponible sur Internet : <<http://www.ifremer.fr/gascogne/actualite/colloque/presentation/mazauric.ppt>>
- [I3] BISQUAY Hervé. *Sondeurs multifaisceaux*. [réf. novembre 2005]. Cours sur les sondeurs multifaisceaux. 1^{ère} partie, introduction et principes de fonctionnement, diapositive n° 10, Sondeur monofaisceau. Disponible sur Internet : <http://www.ifremer.fr/flotte/cours/cours_smf_fichiers/>
- [I4] BISQUAY Hervé. *Sondeurs multifaisceaux*. [réf. novembre 2005]. Cours sur les sondeurs multifaisceaux. 1^{ère} partie, introduction et principes de fonctionnement, diapositive n° 14, Sondeur multifaisceau. Disponible sur Internet : <http://www.ifremer.fr/flotte/cours/cours_smf_fichiers/>

[I5] Ifremer. *Visualisation en 3 dimensions avec plaquage de texture*. [photo]. 1993. Disponible sur Internet :

<http://www.ifremer.fr/flotte/equipements_sc/logiciels_embarques/caraibes/documentation/Visu3D-vf-98066.pdf>

[I6] Ifremer. *Détections en Manche (sonde : 30 m). Bancs de harengs dans la colonne d'eau*. (Sondeur2.jpg). [photo]. Disponible sur Internet :

<<http://www.ifremer.fr/francais/rapp2006/photos2006/sondeur2.jpg>>

[I7] BACHELOT Roselyne. *Discours de Mme la Ministre de l'Ecologie et du Développement Durable*. Colloque sur la gestion durable des océans. Paris : UNESCO, 12 novembre 2003. Disponible sur Internet :

<http://wwwz.ifremer.fr/envlit/infos/actualite/2003/la_politique_nationale_sur_la_gestion_durable_des_oceans>