

Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer - Centre de Brest
Unité Géosciences Marines (GM)
Laboratoire Environnements Sédimentaires (LES)

Ifremer

Ehrhold A., Gautier E., Roubi A., Guérin C., Gaillot A., Gaffet J.D.,
Caisey X.

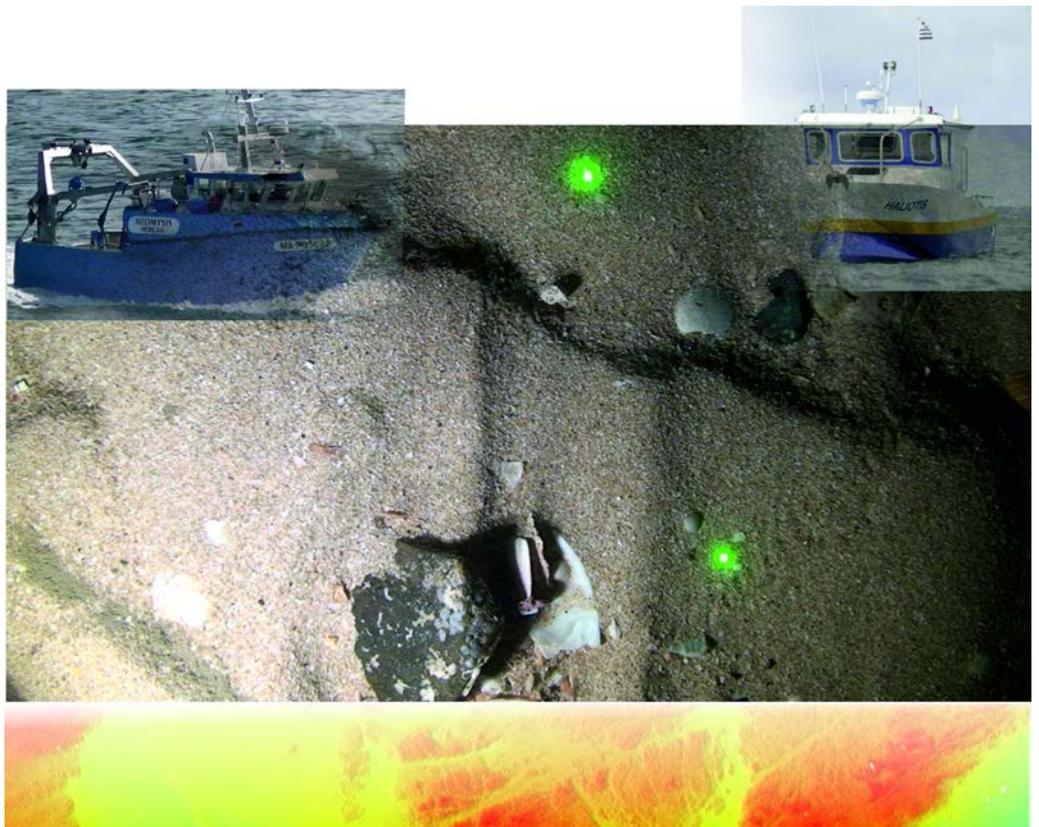
Janvier 2015

R.INT.GM/LES/15-01/AE

Rapport d'avancement dans le cadre de la convention 14/2 214 034F

Etude morpho-sédimentaire du plateau rocheux de la Méloine (Finistère nord)

Recueil des données acoustiques, sédimentaires et
d'observations acquises pendant les missions
GEOMELOINE et NEOMELEC'H en 2014



Ifremer



CNRS UPMC INSU
Station Biologique
Roscoff



Agence des
aires marines protégées

Fiche documentaire

| | | |
|---|---|---|
| Numéro d'identification du rapport : R.INT.GM/LES/15-01/AE | | date de publication : Janvier 2014 |
| Diffusion : libre : <input checked="" type="checkbox"/> restreinte : <input type="checkbox"/> interdite : <input type="checkbox"/> | | nombre de pages : 13 |
| Validé par : Axel Ehrhold | | bibliographie : OUI |
| Adresse électronique : axel.ehrhold@ifremer.fr | | illustration(s) : OUI |
| | | langue du rapport : FR |
| Contrat n°14/2 214034F | | |
| Auteur(s) principal(aux) : Ehrhold A., Gautier E., Roubi A., Guérin C., Gaillot A., Gaffet J.D., Caisey X. | Organisme / Direction / Service, laboratoire IFREMER Centre de Brest, département Ressources physiques et Ecosystèmes de fond de Mer Unité de Recherche Géosciences Marines Laboratoire Environnements Sédimentaires | |
| Cadre de la recherche: Contrat spécifique de collaboration IFREMER/AAMP sur le secteur de la Méloine (nord Finistère) (n° 14/2 214034F) | | |
| Destinataires : AAMP : Benjamin Guichard, Cécile Gicquel Ifremer : Axel Ehrhold, Bruno Raguenes Station Biologique de Roscoff : Eric Thiebaut, Laurent Lévêque Embarquants et participants au projet | | |
| Résumé Etude morpho-sédimentaire du plateau rocheux de la Méloine (Finistère nord). Recueil des données acoustiques, sédimentaires et d'observations acquises pendant les missions GEOMELOINE et NEOMELEC'H en 2014 | | |

PLAN

| | |
|---|----|
| A. Contexte scientifique | 1 |
| B. Moyens mis en œuvres | 2 |
| 1. La vedette Haliotis et ses capteurs acoustiques | 2 |
| 1.1. La vedette et son porteur | 2 |
| 1.2. Les moyens de navigation et de positionnement | 2 |
| 1.3 Les systèmes acoustiques embarqués | 2 |
| (a) Le sonar interférométrique GeoSwath | 2 |
| (b) Le sondeur vertical mono-faisceau Simrad EK60 couplé au système RoxAnn | 4 |
| (c) Le sondeur de sédiment (SDS ou chirp) | 5 |
| 2. La navire de station Néomysis et les équipements embarqués | 6 |
| 2.1 Le navire Néomysis | 6 |
| 2.2 Les prélèvements à la benne | 6 |
| 2.3 Les acquisitions par vidéo sous-marine HD | 7 |
| C. Déroulement des missions et synthèse des données acquises en 2014 | 8 |
| 1. Mission Géoméloine (du 3 au 24 mai 2014) | 8 |
| 2. Mission Néomelec'h (du 29 octobre au 1 novembre 2014) | 9 |
| D. Conclusion | 12 |
| E. Références bibliographiques | 13 |

A. Contexte scientifique

Les travaux sur l'archipel marin de la Méloine s'inscrivent dans le cadre des actions menées dans le projet systèmes et évolutions sédimentaires de l'unité de recherche Géosciences Marines (GM). Un axe de ce projet a pour ambition de mieux comprendre l'architecture des formations sédimentaires actuelles et passées, en déterminant les processus d'érosion, de transport et de dépôt du bassin versant jusqu'aux plaines abyssales, ainsi que leur évolution depuis le Quaternaire jusqu'à l'échelle de la marée. Dans le cadre des études historiques menées sur la sédimentation des bassins sédimentaires de Morlaix et Lannion, la zone médiane (fig. 1) constituée par l'archipel de la Méloine, était jusqu'alors vierge de toutes prospections géologiques, en raison partiellement de l'accès à ce massif immergé. Il s'étend sur environ 47km² selon une direction N70 et jusqu'à 11 miles au large de la côte. Cet archipel essentiellement sous-marin fait partie de ses nombreuses plateformes granitiques hercyniennes à écueils qui jalonnent les rivages nord de Bretagne (Battistini et Martin, 1956 ; Auvray et Lefort, 1971) et sur lesquelles se connectent les bancs sableux et dunes hydrauliques (Walker, 2001, Franzetti *et al.*, 2013). Dans le même secteur, d'autres plateaux rocheux analogues interfèrent sur l'organisation des séquences sédimentaires côte-large, modifiant l'hydrodynamique locale tout en favorisant les dépôts de matériels sableux et organogènes comme le complexe dunaire du Rater (Ehrhold *et al.*, 2011a), le banc du Crapaud (Augris *et al.*, 2011) et l'archipel des Triagoz. De sa morphologie et sa sédimentation, peu d'éléments actuellement permettent de comprendre son rôle dans la formation des corps sédimentaires qui s'y rattachent et dans les échanges entre les 2 grandes baies qu'il sépare. Les résultats des travaux sédimentologiques historiques (Boillot, 1964 ; Cabioch, 1968) décrivent des dépôts caillouteux et graveleux à forte composante organogène à l'ouest du plateau, passant progressivement à des mélanges de plus en plus fin au contact de ce dernier.

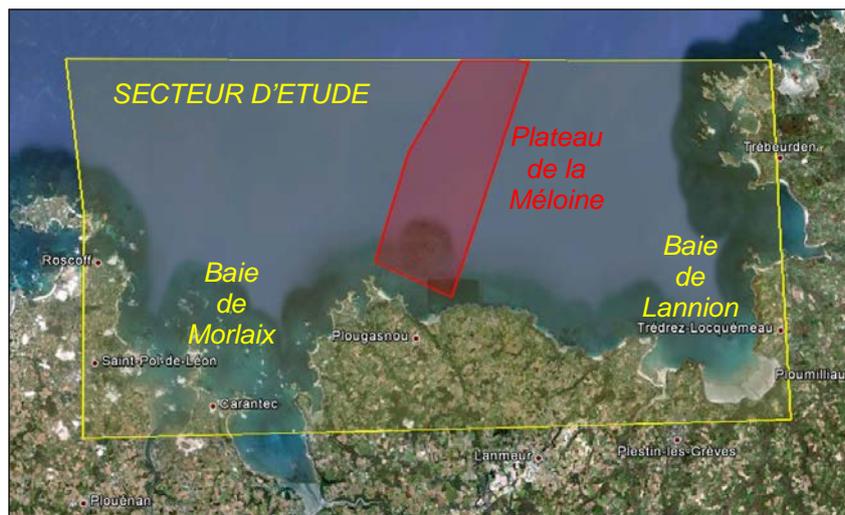


Figure 1 : Contexte géographique du projet et périmètre de l'étude Méloine (en rouge)

Dans ce contexte, la Station Biologique de Roscoff (SBR) et l'Agence des Aires Marines Protégées (AAMP) se sont associées au projet géologique initial pour une étude approfondie des habitats rocheux subtidaux de l'archipel, représentant à l'échelle régionale, de véritables "hot-spots" de biodiversité, et contribuant fortement au fonctionnement global des écosystèmes côtiers (ex. production primaire des forêts de laminaires). L'étude de la fragmentation de cet écosystème en s'intéressant préalablement à l'affleurement et à la structuration du socle rocheux est un des objectifs majeurs de l'équipe de Roscoff, préalablement aux futurs travaux biologiques conduits par la station en 2015 et 2016. Les résultats attendus sont d'établir une cartographie bathymétrique et de réflectivité des fonds de l'ensemble du plateau, permettant *in fine* de disposer d'une délimitation des faciès rocheux, de ses variations topographiques précises et des placages sédimentaires associés.

Ce premier rapport contractuel présente le déroulement de la campagne géophysique (mai 2014 sur la vedette Ifremer Haliotis) et sédimentaire (septembre 2014 sur le bateau de station INSU Néomysis), les techniques mises en œuvres et les jeux de données enregistrées.

B. Moyens mis en œuvres

1. La vedette Haliotis et ses capteurs acoustiques

1.1. La vedette et son porteur

Haliotis est une vedette spécialisée dans l'étude de la bande très côtière par faible profondeur. D'une dizaine de mètres de longueur, elle est équipée sous la coque d'un sonar interférométrique GeoSwath à 250 kHz, d'un sondeur à sédiments Ifremer (1,7 à 5,5 kHz) et d'un sondeur monofaisceau Simrad EK60 à 120 kHz associé à un système de caractérisation des fonds RoxAnn (Pluquet et Ehrhold, 2009). Tous ces capteurs ont été mis en route pendant Géoméloine. L'ensemble des équipements électroniques (suivi temps réel, acquisition et archivage des données) est installé à poste fixe dans la cabine. Un pilote mécanicien, un opérateur électronique et jusqu'à deux scientifiques peuvent y prendre place. La vedette peut être déplacée par la route entre les sites d'études, au moyen d'un camion et de sa remorque (fig. 2). La mise en œuvre de la vedette est assurée par une grue associée à la remorque, afin de permettre la mise à l'eau sur l'ensemble de l'espace maritime en complète autonomie. Les caractéristiques de la vedette sont détaillées en annexe 1 et sur <http://flotte.ifremer.fr/flotte/Presentation-de-la-flotte/Navires/Navires-cotiers/Haliotis>.



Figure 2 : La vedette Haliotis sur son camion porteur jusqu'à sa mise à l'eau

1.2. Les moyens de navigation et de positionnement

La vedette dispose également de son propre système de navigation et d'un positionnement géographique par GPS RTK Thales de type réseau. Le récepteur GPS Aquarius est associé à un boîtier chorus qui permet de recevoir les corrections temps réelles émises par le réseau Orphéon géré par la société Geodata diffusion. Il est actuellement composé de 70 stations permanentes Leica Geosystems réparties en 5 zones pour la précision RTK. Il consiste à envoyer au récepteur GPS Aquarius, les données d'observation de la station la plus proche, la station maîtresse, ainsi que les corrections de différences de phase des stations voisines, les stations auxiliaires (différences d'observations de chaque station auxiliaire relativement à la station maîtresse). Géré par un centre de calcul disponible sans interruption, Orphéon communique les corrections au récepteur mobile au moyen d'une liaison GPRS, UMTS, etc... Cette étape de transmission est la plus critique technologiquement. L'information doit être communiquée à l'utilisateur de façon quasi instantanée (dans notre cas par GSM depuis une clef 3G). Les réseaux de télécommunication actuels permettent des temps de latence inférieurs à la seconde. Le maillage de stations de référence est beaucoup moins dense (60 à 70km entre chaque station). Les précisions théoriques attendues sont de 1cm en horizontal et 2cm en vertical.

1.3 Les systèmes acoustiques embarqués

(a) Le sonar interférométrique GeoSwath

La vedette Haliotis concentre à son bord un large éventail de capteurs acoustiques permettant de fournir des informations sur la structure externe et interne du fond marin (morphologie, rugosité, épaisseur du sédiment, stratification des dépôts, etc...). Le sonar GeoSwath embarqué est le système principal (tab. 1). Il a vocation à cartographier les fonds comme un sonar à balayage latéral remorqué, avec une fauchée équivalente à dix fois la profondeur et de restituer la bathymétrie des fonds comme un sondeur multifaisceau mais sur six fois la profondeur pour la fauchée réellement exploitable (fig. 3). Les faciès acoustiques (imagerie) sont donc parfaitement corrélés avec la morphologie du fond (fig. 4). Les données sont enregistrées avec le logiciel d'acquisition GS+. L'affichage paramétrable du logiciel permet de suivre en temps réel le déroulement des acquisitions.

Plusieurs fenêtres donnent accès à la navigation, à la réflectivité du fond, à la couverture accomplie, etc... (fig. 3).

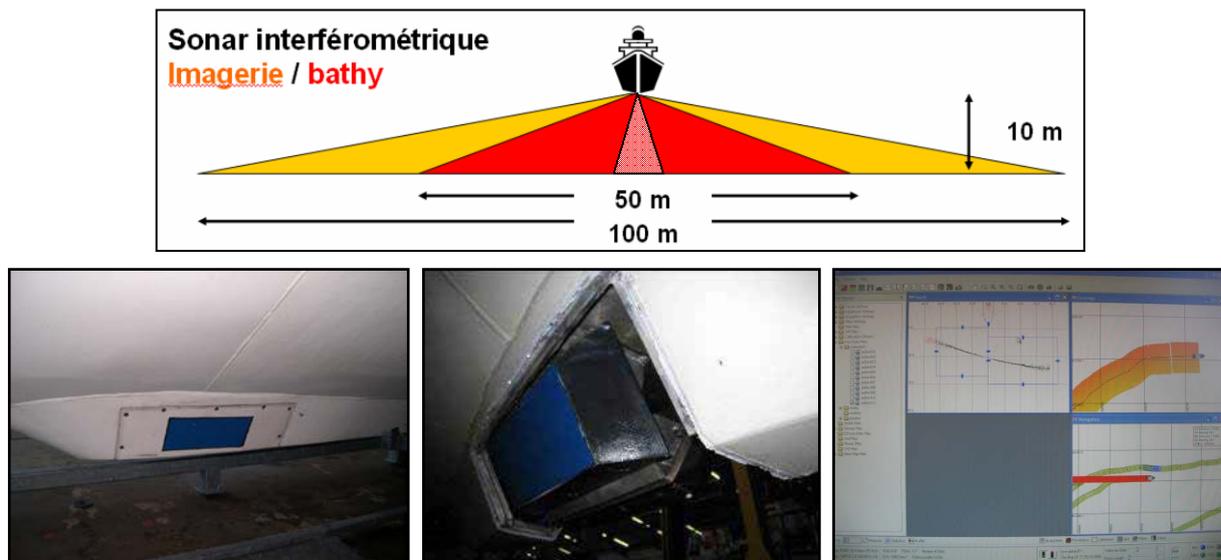


Figure 3 : Fauchées utiles sur le GeoSwath, antennes en V sous la coque et visualisation temps réel

| | |
|-------------------------------------|--|
| Technologie | interférométrie |
| Fréquence | 250 kHz |
| Profondeur | 0-100 m |
| Fauchée (théorique) | Bathymétrie : 10 P Imagerie : 20 P Fauchée max # 300 m |
| Cadence d'émission / fauchée | 10 Hz @ 150m 5 Hz @ 300m |
| Echantillonnage bathymétrie | 1,5 cm Pas de mesure à la verticale |
| Echantillonnage imagerie | 1,5 cm |
| Résolution angulaire | Emission : 0,5° |
| Géométrie d'antennes | 2 antennes en V |
| Logiciel TR | GS+ |

Tableau 1 : Résumé des caractéristiques nominales du sonar interférométrique

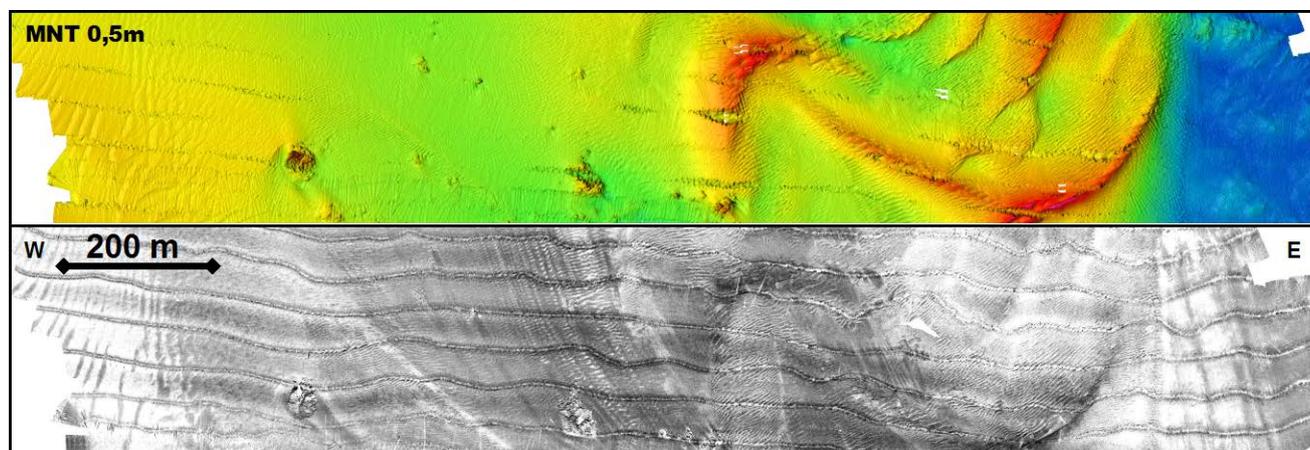


Figure 4 : Morphologie et réflectivité des fonds sur un même profil GeoSwath (Bretagne nord)

Pour le mode bathymétrique, son principe de fonctionnement réside dans la méthode de direction de différence de phase (Lurton, 2001) qui est souvent utilisée pour l'adjonction d'une fonction

bathymétrie secondaire à des sonars latéraux destinés à l'imagerie. Elle consiste à mesurer, à un instant donné, la différence de phase entre deux points récepteurs pour en déduire une estimation précise de la direction angulaire. Dans le cas de la mesure topographique, la cible instantanée est délimitée par la cellule de résolution du signal sur le sol ; une grande quantité de points de mesure indépendants peuvent ainsi être obtenus sur la bande transversale balayée par le signal. Cette technologie souffre de deux inconvénients majeurs : l'impossibilité d'effectuer la mesure dans le secteur angulaire autour de la normale au fond (+/- 10 à 15°) et l'ambiguïté de détermination de la différence de phase aux plus fortes incidences (% d'erreur relative important).

Une centrale inertielle de type Hydrins Ixsea corrige en temps réel les mouvements du bateau. Un bathy-célérimètre Valeport est également utilisé pour corriger *a posteriori* la vitesse du son dans la colonne d'eau et un marégraphe Valeport MIDAS WLR (fig. 5) avec une configuration en mode d'acquisition rafale (Burst) à une fréquence de 1 Hz en série de 30 enregistrements. Ce dernier a été mouillé, pour la campagne Géoméloine, au sud de l'archipel par 14 m de profondeur (48°45.530'N et 3°50.450'W).



Figure 5 : Marégraphe Valeport MIDAS WLR

(b) Le sondeur vertical mono-faisceau Simrad EK60 couplé au système RoxAnn

Ce sondeur scientifique est un outil destiné autant à la détection de bancs de poissons dans la colonne d'eau par les pêcheurs ou les scientifiques (Coetzee *et al.*, 2008) qu'à discriminer l'énergie renvoyée par les différents types de fond (Jordan *et al.*, 2005 ; Hutin *et al.*, 2005). Il fonctionne dans notre cas, à la fréquence de 120 kHz (sensibilité de l'ordre du centimètre), et avec une durée d'émission au maximum de 20 pings par seconde. L'ouverture angulaire de la base acoustique est de 7°. Pour des fonds de 10m, on a donc une empreinte au sol de l'ordre d'un mètre.

L'écho sondeur détermine la profondeur de la cible en émettant une impulsion sonore selon un faisceau dirigé suivant la verticale du navire. Le temps aller-retour navire/cible/navire est calculé. A l'aide de la célérité des ondes dans l'eau il est possible de définir la profondeur de la cible (Profondeur = $c \cdot dt/2$). Pour un ping émis, plusieurs échos du fonds sont retournés, on obtient donc un échogramme qui permet d'obtenir une coupe transversale de la colonne d'eau (fig. 6). Comme tous les temps d'arrivée sont enregistrés, il est possible également de travailler sur le multiple (Lurton, 1998).

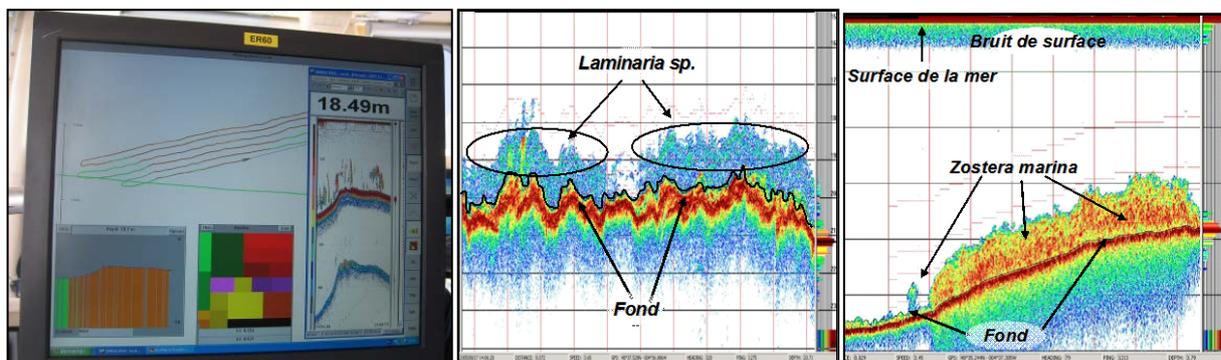


Figure 6 : Sondeur ER60 et échogrammes associés

Le système RoxAnn est un logiciel de classification automatique de la nature des fonds. Il est directement branché sur la base du sondeur EK60. RoxAnn a été développé dans les années 1990 (Chivers *et al.*, 1990 ; Chivers et Burns, 1992), initialement pour répondre aux besoins des extracteurs de granulats marins. Il analyse les échos renvoyés par le fond, émis par un sondeur bathymétrique monofaisceau. L'énergie de réverbération du fond qui est enregistrée par le sondeur, est transformée par un boîtier électronique (USP) en indices de rugosité E1 et de dureté E2. E1 correspond à la terminaison du premier écho de réflexion directe sur le fond, alors que le second écho E2 résulte de la réflexion multiple des ondes sur le fond et sous la surface. Le temps-trajet étant plus long que pour E1, E2 est amplifié pour diminuer la perte de signal due à la dispersion de l'énergie réverbérée dans le milieu. La classification des fonds s'opère en temps réel par la combinaison de ces deux indices (fig. 7). En théorie, l'augmentation des valeurs du couple E1/E2 correspond à un gradient granulométrique croissant, de sorte qu'un sédiment vaseux et lisse aura un couple E1/E2 plus faible qu'un sédiment graveleux et ridé. RoxAnn est un système opérationnel autonome, pouvant acquérir des données ponctuelles peu dégradées, jusqu'à 10 à 12 nœuds dans certains cas. La cadence d'enregistrement est modulable. Pour un enregistrement toutes les 2 s, le volume des fichiers de données exportées ne représente pas plus de 2 méga octets par jour. RoxAnn est un système de cartographie souple d'utilisation mais de moyenne à basse résolution (plurimétrique à pluridécimétrique), en fonction de la profondeur moyenne sur la zone et de l'ouverture du sondeur.

Le système RoxAnn a fait l'objet de nombreuses études de synthèse (Foster-Smith *et al.*, 1999 ; Hamilton, 2001). Il a été employé avec succès pour cartographier directement les biocénoses denses comme le maërl, les récifs coralliens, voire la végétation sous-marine telle que les laminaires (Hass et Bartsch, 2008), les ulves ou les herbiers de zostères (Monpert, 2010). Les exemples sont nombreux et ne se limitent pas uniquement aux biocénoses très rugueuses directement décelables par le système mais permet également de préciser les différents types de substrats (Ehrhold, 2000, Monpert 2010) et de renseigner également sur la teneur du sédiment en matière organique.

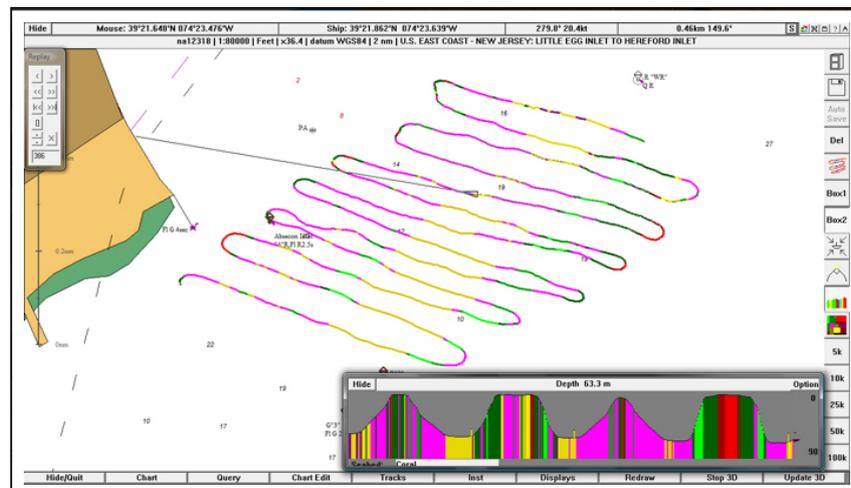


Figure 7 : Exemple de restitution des données RoxAnn en temps réel

(c) Le sondeur de sédiment (SDS ou chirp)

Le sondeur de sédiments permet d'accéder à la structure interne du sous-sol en visualisant les strates sédimentaires enfouies sous le fond de l'eau jusqu'à plusieurs dizaines de mètres de profondeur (fig. 8). Les sondeurs de sédiments de l'IFREMER travaillent à des fréquences généralement comprises entre 1,8 et 5,3 kHz. Les signaux acoustiques émis sont des modulations de fréquence linéaires d'une durée de 10 à 100 ms. Le signal reçu consiste en une série temporelle d'échos réfléchis sur les interfaces sédimentaires. Aux fréquences considérées, l'énergie reçue provient essentiellement des réflexions cohérentes générées au niveau des discontinuités de l'impédance acoustique du milieu. L'énergie des échos rétro-diffusés au niveau du fond de l'eau et des interfaces plus profondes est beaucoup plus faible. Les données des sondeurs de sédiments peuvent être utilisées pour réaliser des études qualitatives des structures géologiques et des processus sédimentaires. Les données peuvent également être exploitées pour estimer des

paramètres géo-acoustiques (coefficient de réflexion, absorption...) et permettre ainsi de caractériser l'environnement géologique (nature des couches sédimentaires).

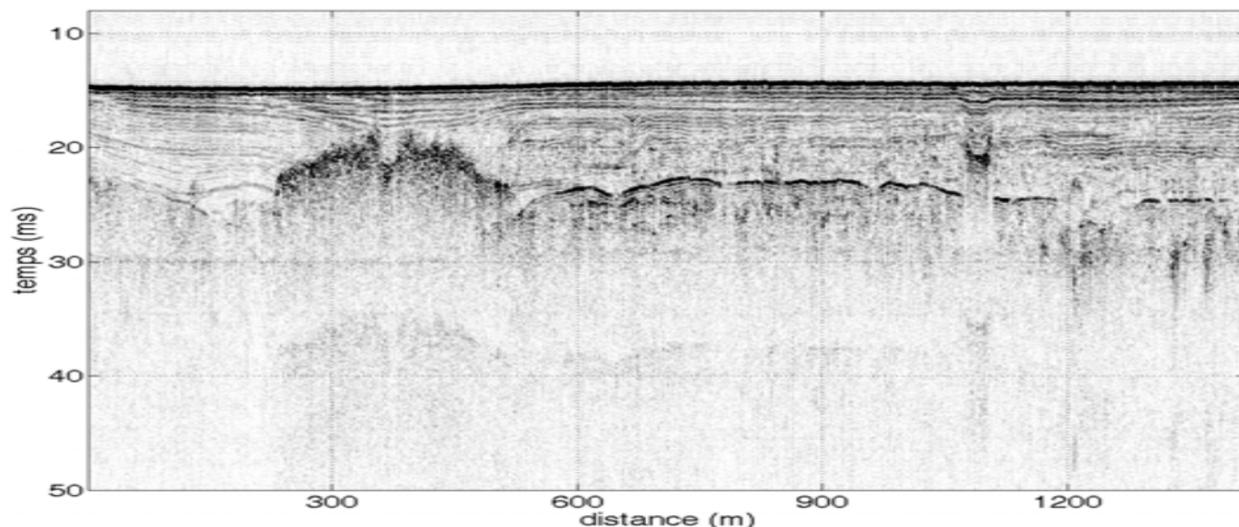


Figure 8 : Exemple de profil SDS haliotis en Bretagne sud

L'architecture générale d'un sondeur de sédiments (SDS) adapté aux très petits fonds (< 20 m) a été définie par l'IFREMER pour équiper la vedette côtière Haliotis. Les principales caractéristiques de ce SDS sont les suivantes :

- Efficacité sur des fonds sableux → Sondeur basse fréquence.
- Excellente résolution verticale (~20 cm) → FM dans la gamme de fréquence [1.7, 5.5 kHz].
- 0 < Hauteur d'eau < 20 m et faible tirant d'eau (40 cm).
- Acquisition sismique à vitesse relativement élevée : jusqu'à 7 nœuds.
- Niveau d'émission compatible avec une pénétration de 25 m (absorption $\alpha = 0.2 \text{ dB}/\lambda$).
- Dimensions raisonnables et coût réduit.

L'acquisition est gérée par le logiciel SUBOP pour SUB-BOTTOM Profiler (développement Ifremer). Ce logiciel permet de piloter l'émission et la réception des signaux, de réaliser l'interface avec les capteurs du bord (navigation, bathymétrie, attitude) et d'archiver les données au format standard SEG Y.

2. La navire de station Néomysis et les équipements embarqués

Afin de calibrer les faciès acoustiques de la mission Géoméloine, une seconde mission a eu lieu en septembre 2014 à bord du navire de la station Biologique de Roscoff (N/O Néomysis).

2.1 Le navire Néomysis

Les caractéristiques du navire sont consultables sur le site de la division technique de l'INSU.
<http://www.dt.insu.cnrs.fr/flottille/neomysis.php>

2.2 Les prélèvements à la benne

Ils ont été effectués au moyen d'une benne Shipek. La benne Shipek (fig. 9) est une benne cylindrique qui agit par raclage-découpage du fond, permettant de caractériser rapidement la nature du sédiment. Celui-ci est emprisonné dans la partie mobile semi-cylindrique qui pivote et se libère de la tension du ressort au moment du contact avec le fond. La surface échantillonnée est de 4 dm^2 , le volume maximal de sédiment récolté de 3 litres, et la profondeur maximale de prélèvement de 10 cm. Deux lests peuvent être employés en fonction de la dureté des sédiments ; 20 et 53 kg, seul le second a été mis en œuvre sur la Méloine.

Les échantillons une fois remontés à bord, sont pris en photo (fig. 9) et sous-échantillonnés dans un sac congélation. Une description de leur nature et leur position géographique sont également enregistrés dans le carnet de mission.



Figure 9 : Benne Shipek et sa mise en œuvre

2.3 Les acquisitions par vidéo sous-marine HD

Elles ont été faites à partir d'une caméra HD, montée dans un châssis, utilisé en dérive, lui-même en étant suspendu à un mètre environ au-dessus du fond, et posé à intervalles réguliers. L'équipement (matériel développé à DYNECO) est constitué d'un caméscope numérique Sony HD CX6 muni d'un éclairage LED de 50 W (fig. 10). Le logiciel Vidéonav (Lunven *et al.*, 2002) permet de synchroniser le time-code numérique avec l'enregistrement des positions géographiques reçues du GPS. Les fichiers sont directement enregistrés en Haute Définition sur la carte mémoire du caméscope et au même moment enregistrés en Divx (format compressé) sur l'ordinateur. Le bâti est équipé de deux faisceaux lasers qui, quel que soit sa hauteur au-dessus du fond, permettent de connaître précisément la distance entre les deux marques de faisceaux sur le fond et ainsi d'avoir l'échelle des éléments observés (environ 15,7 cm) (fig. 10).



Figure 10 : Chassis vidéo HD (Ifremer/dyneco)

C. Déroulement des missions et synthèse des données acquises en 2014

1. Mission Géoméloine (du 3 au 24 mai 2014)

Equipage Genavir : J. Le Doare, J. Le Gall

Participants :

A. Ehrhold, C. Guérin, E. Gautier, A. Gaillot (Ifremer)

L. Lévêque (SBR)

La vedette a été basée au nouveau port de plaisance du Blosson pendant toute la durée de la campagne. Après plusieurs jours de conditions météorologiques défavorables, contraignant un repli sur les zones internes et peu profondes de la baie de Morlaix, le plateau de la Méloine a pu être cartographié, dans son intégralité selon les objectifs initiaux.

La chronologie de la mission a été la suivante :

| Jour | Opérations | Zone | Conditions | Acquisitions | Opérations |
|------------|----------------------------------|-------------------------------------|---|--|-------------------------|
| 03/05/2014 | Mobilisation (mise à l'eau) | Mouillage du marégraphe | | | |
| 04/05/2014 | Escale | | | | |
| 05/05/2014 | Départ Quai (6h41 UTC) | Dans le Nord des Trépieds | Mer belle | 1 bathysonde 16 profils Gs+ 16 profils SDS 1 fichier RoxAnn 39 fichiers EK60 | Retour Quai (14h45 UTC) |
| 06/05/2014 | Départ Quai (6h20 UTC) | Dans le sud des Trépieds | Mer belle, se dégradant en cours de journée | 1 bathysonde 17 profils Gs+ 17 profils SDS 1 fichier RoxAnn 33 fichiers EK60 | Retour Quai (14h35 UTC) |
| 07/05/2014 | Départ Quai (6h35 UTC) | Grosse mer sur zone : standby météo | | | Retour Quai (8h45 UTC) |
| 08/05/2014 | Départ Quai (6h53 UTC) | Petits fonds en baie de Morlaix | Sur le Plateau, mer trop mauvaise (30 nds établis) | 1 bathysonde 30 profils Gs+ 45 profils SDS 1 fichier RoxAnn 31 fichiers EK60 | Retour Quai (13h20 UTC) |
| 09/05/2014 | Départ Quai (6h30 UTC) | Petits fonds en baie de Morlaix | Mer trop formée sur le plateau, repli en zone interne | 1 bathysonde 30 profils Gs+ 30 profils SDS 1 fichier RoxAnn 26 fichiers EK60 | Retour Quai (12h30 UTC) |
| 10/05/2014 | Départ Quai (6h35 UTC) | Grosse mer sur zone : standby météo | | | Retour Quai (8h45 UTC) |
| 11/05/2014 | Escale | | | | |
| 12/05/2014 | Départ Quai (5h43 UTC) | Petits fonds en baie de Morlaix | Mer trop formée sur le plateau, repli en zone interne | 1 bathysonde 18 profils Gs+ 18 profils SDS 1 fichier RoxAnn 31 fichiers EK60 | Retour Quai (12h15 UTC) |
| 13/05/2014 | Escale avancée pour raison météo | | | | |
| 14/05/2014 | Départ Quai (5h42 UTC) | Plateau de la Méloine | Mer encore un peu formée | 1 bathysonde 17 profils Gs+ 17 profils SDS 1 fichier RoxAnn 45 fichiers EK60 | Retour Quai (14h58 UTC) |
| 15/05/2014 | Départ Quai (5h45 UTC) | Plateau de la Méloine | Mer belle, petite houle de NW | 1 bathysonde 29 profils Gs+ 31 profils SDS 1 fichier RoxAnn 40 fichiers EK60 | Retour Quai (14h05 UTC) |
| 16/05/2014 | Départ Quai (6h38 UTC) | Plateau de la Méloine | Mer belle | 1 bathysonde 10 profils Gs+ | Retour Quai (14h15 UTC) |

| | | | | | |
|------------|---------------------------|---|-----------|--|----------------------------|
| | | | | 10 profils SDS 1 fichier RoxAnn 30 fichiers EK60 | |
| 17/05/2014 | Départ Quai (5h41 UTC) | Plateau de la Méloine | Mer belle | 1 bathysonde 22 profils Gs+ 22 profils SDS 1 fichier RoxAnn 35 fichiers EK60 | Retour Quai (14h28 UTC) |
| 18/05/2014 | Départ Quai (5h05 UTC) | Nord plateau de la Méloine | Mer belle | 1 bathysonde 19 profils Gs+ 19 profils SDS 1 fichier RoxAnn 35 fichiers EK60 | Retour Quai (13h32 UTC) |
| 19/05/2014 | Départ Quai (5h04 UTC) | Nord et ouest plateau de la Méloine | Mer belle | 1 bathysonde 22 profils Gs+ 14 profils SDS 1 fichier RoxAnn 40 fichiers EK60 | Retour Quai (13h41 UTC) |
| 20/05/2014 | Escale | | | | |
| 21/05/2014 | Départ Quai (5h06 UTC) | Plateau de la Méloine - Primel | Mer belle | 1 bathysonde 15 profils Gs+ 11 profils SDS 1 fichier RoxAnn 26 fichiers EK60 | Retour Quai (13h45 UTC) |
| 22/05/2014 | Départ Quai (6h30 UTC) | Plateau de la Méloine - Primel | Mer belle | 1 bathysonde 13 profils Gs+ 14 profils SDS 1 fichier RoxAnn 35 fichiers EK60 | Retour Quai (13h52 UTC) |
| 23/04/2014 | Départ Quai (5h40 UTC) | Primel – Fond de baie | Mer belle | 1 bathysonde 10 profils Gs+ 8 profils SDS 1 fichier RoxAnn 16 fichiers EK60 10 prélèvements | Retour Quai (12h02 UTC) |
| 24/04/2014 | Démobilisation | Récupération marégraphe – fin de la mission | | | |

Le bilan des opérations est donc le suivant (voir aussi fig. 11) :

| Mission | Date | Nb de jours réels d'acquisition | Type d'opération sur la zone | Nb de profils (km/mn) | Surface couverte sur le Plateau |
|------------|------------------------|------------------------------------|---------------------------------|--------------------------|--|
| Géoméloine | 03/05 au 24/05/2014 | 14 | Fichiers GeoSwath | 285 (554 km) | 33 km ² |
| | | | Fichiers SDS | 284 | |
| | | | Fichiers EK60 | 465 | |
| | | | Fichiers RoxAnn | 14 | |
| | | | Prélèvement petite ponar | 10 | |

2. Mission Néomelec'h (du 29 octobre au 1 novembre 2014)

Equipage SBR : G. Maron, N. Guidal, F. Xx

Participants :

A. Ehrhold, A. Roubi, X. Caisey, J.D. Gaffet (Ifremer)

L. Lévêque (SBR)

C. Prunier, P. Leroy (IUEM).

Cette mission s'est déroulée sur le navire Néomysis et avait pour but :

- de qualifier les faciès acoustiques de Géoméloine par prélèvements (tab. 2, fig. 12) et vidéo HD,
- d'apporter quelques premiers éléments sur la densité du couvert végétal par vidéo HD,
- d'acquérir des données de sismique sparker complémentaires sur le paléoréseau fluvial et les corps sableux.

La mise en œuvre du châssis vidéo au-dessus des pinacles rocheux a été difficile malgré le fait de disposer d'un modèle bathymétrique fin du fond pour préparer les profils. Les vidéos concernées sont les 1, 4, 5 et 6. Le châssis s'est retrouvé à plusieurs reprises coincé dans les irrégularités rocheuses, endommagé, nécessitant des réparations lourdes post-campagne.

La chronologie de la mission a été la suivante (voir aussi fig. 11) :

| Jour | Départ Quai | Opérations | Retour Quai |
|------------|-------------|--|-------------|
| 29/10/2014 | 8h50 | 32 prélèvements à la benne shipek pour 48 coups de benne | 17h03 |
| 30/10/2014 | 9h28 | 14 profils vidéo pour une durée totale de 160 mn d'enregistrements | 17h30 |
| 01/11/2014 | 9h19 | 14 profils sismique sparker | 19h15 |

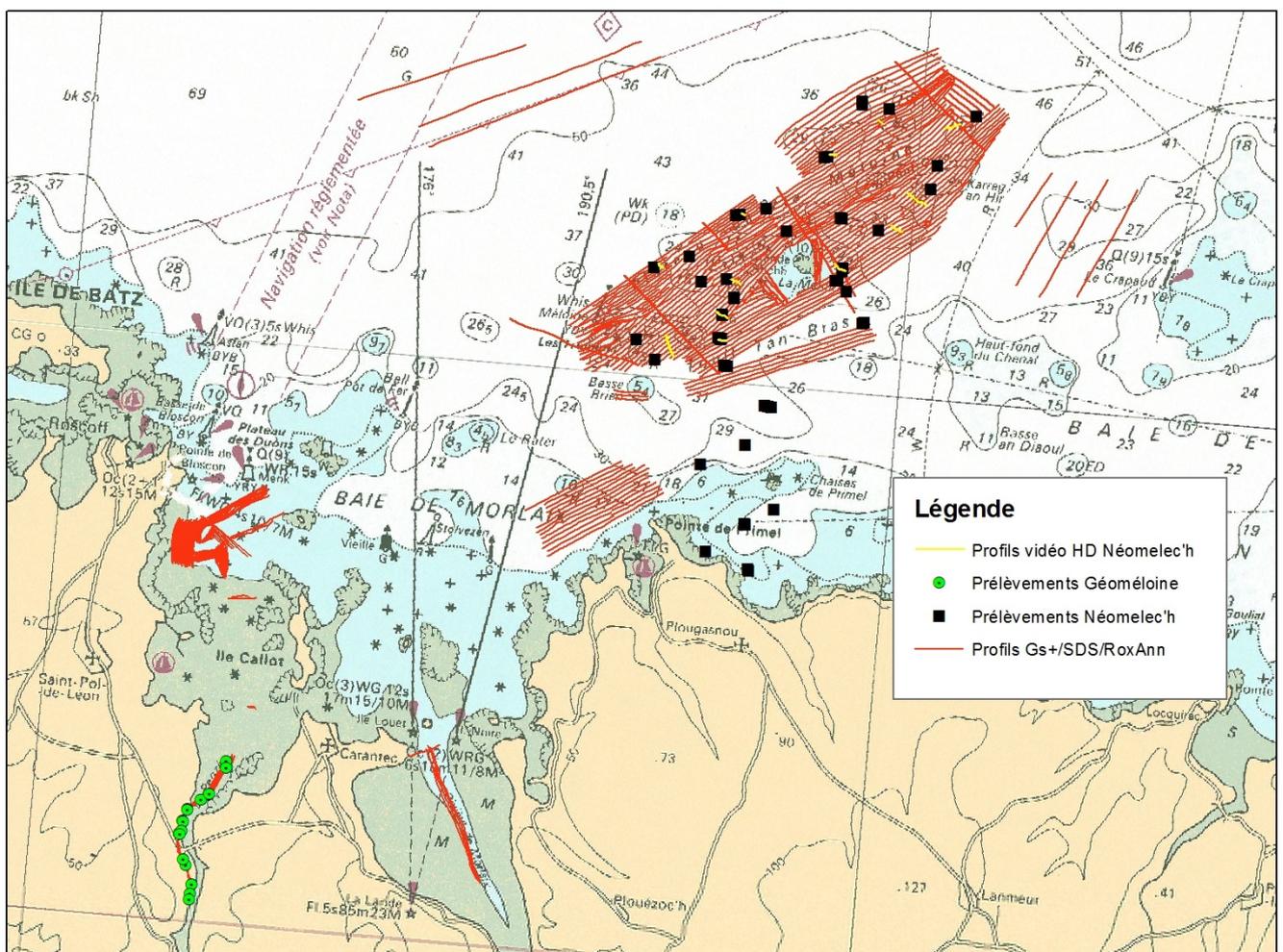


Figure 11 : Position des acquisitions pour les deux missions (Projection lambert 93)

| DATE | HEURE | X | Y | NOM | DESCRIPTION BORD |
|------------|-------|--------------|---------------|-----------|---|
| 29/09/2014 | 09h38 | 3° 49.560' W | 48° 46.317' N | SHIPEK01 | moyennement remonté, Sable coq graveleux et caillouteux tres peu encrouté, bien avé, assez meuble = sédiment mobile |
| 29/09/2014 | 09h45 | 3° 48.941' W | 48° 46.487' N | SHIPEK02 | très bien remplie, débris coquilliers quasiment à 90%, valves entières mais de petite taille = sédiment mobile |
| 29/09/2014 | 09h55 | 3° 48.162' W | 48° 47.033' N | SHIPEK03A | A, 1er essai peu remonté, sable coquillier avec plusieurs holothuries blanches ? à confirmer pour la détermination |
| 29/09/2014 | 09h59 | 3° 48.085' W | 48° 47.046' N | SHIPEK03B | B, idem, benne remplie mais sans les holothuries |
| 29/09/2014 | 10h05 | 3° 47.624' W | 48° 47.142' N | SHIPEK04 | très bien remplie, débris coquilliers plus fins avec quelques petits gravillons |
| 29/09/2014 | 10h20 | 3° 46.645' W | 48° 47.816' N | SHIPEK05A | A Fond dur, quelques cailloutis, trop peu remonter, 2eme essai |
| 29/09/2014 | 10h23 | 3° 46.597' W | 48° 47.833' N | SHIPEK05B | B idem, mais un peu plus, cailloutis et petits galets propres avec une matrice de sable coquillier |
| 29/09/2014 | 10h33 | 3° 46.060' W | 48° 48.536' N | SHIPEK06A | A, peu remonté sable coquillier grossier graveleux et caillouteux |
| 29/09/2014 | 10h36 | 3° 46.043' W | 48° 48.491' N | SHIPEK06B | B, sable coquillier grossier graveleux et caillouteux |
| 29/09/2014 | 10h43 | 3° 45.548' W | 48° 48.469' N | SHIPEK07 | Mouture de fins débris coquilliers, remplie complètement = sur mégarides |
| 29/09/2014 | 10h54 | 3° 43.965' W | 48° 48.463' N | SHIPEK08 | bien remplie, Sm à Sg très homogène brun |
| 29/09/2014 | 11h03 | 3° 44.591' W | 48° 47.837' N | SHIPEK09 | Grossier, peu remonté, thanatocénose de coquilles entières d'amande de mer et quelques cailloutis |
| 29/09/2014 | 11h08 | 3° 44.682' W | 48° 47.546' N | SHIPEK10 | Très bien remplie mouture de débris coquilliers |
| 29/09/2014 | 11h17 | 3° 45.558' W | 48° 46.998' N | SHIPEK11 | Très bien remplie mouture fine de débris coquilliers |
| 29/09/2014 | 11h24 | 3° 46.273' W | 48° 47.102' N | SHIPEK12A | A, trop peu, quelques cailloutis encroutés, benne conservée |
| 29/09/2014 | 11h28 | 3° 46.234' W | 48° 47.094' N | SHIPEK12B | B 2eme essai, vide fond trop dur |
| 29/09/2014 | 11h36 | 3° 47.222' W | 48° 46.893' N | SHIPEK13 | Bien remplie, mouture de débris coquilliers |
| 29/09/2014 | 11h46 | 3° 46.153' W | 48° 46.468' N | SHIPEK14A | Sable graveleux |
| 29/09/2014 | 11h49 | 3° 46.147' W | 48° 46.501' N | SHIPEK14B | Gravier sableux (sable moyen) moins de débris coquillier |
| 29/09/2014 | 11h57 | 3° 46.219' W | 48° 46.351' N | SHIPEK15B | Sable moyen légèrement graveleux |
| 29/09/2014 | 11h54 | 3° 46.256' W | 48° 46.351' N | SHIPEK15A | peu remonté hétérogène coquillier un peu de sable moyen à grossier |
| 29/09/2014 | 12h02 | 3° 46.049' W | 48° 46.229' N | SHIPEK16 | très bien rempli Sm à grossier brun bien lavé et trié |
| 29/09/2014 | 12h09 | 3° 45.683' W | 48° 45.872' N | SHIPEK17A | hétérogène caillouteux en place |
| 29/09/2014 | 12h12 | 3° 45.708' W | 48° 45.863' N | SHIPEK17B | idem, hétérogène caillouteux en place |
| 29/09/2014 | 13h03 | 3° 48.229' W | 48° 46.253' N | SHIPEK18 | mouture de débris coquillier |
| 29/09/2014 | 13h07 | 3° 48.688' W | 48° 46.194' N | SHIPEK19 | mouture de débris coquillier |
| 29/09/2014 | 13h15 | 3° 48.059' W | 48° 46.029' N | SHIPEK20A | Gros gravier et cailloutis roulés avec matrice de sable coquillier |
| 29/09/2014 | 13h18 | 3° 48.060' W | 48° 46.036' N | SHIPEK20B | idem avec un peu moins de quantité |
| 29/09/2014 | 13h24 | 3° 48.251' W | 48° 45.825' N | SHIPEK21A | tres peu remontée, cailloutis graveleux roulés |
| 29/09/2014 | 13h27 | 3° 48.250' W | 48° 45.820' N | SHIPEK21B | petits galets émoussés et graviers roulés. |
| 29/09/2014 | 13h34 | 3° 48.246' W | 48° 45.522' N | SHIPEK22A | 1 cailloutis et quelques graviers |
| 29/09/2014 | 13h37 | 3° 48.233' W | 48° 45.532' N | SHIPEK22B | trop peu cailloutis en plaque et graviers |
| 29/09/2014 | 13h39 | 3° 48.291' W | 48° 45.535' N | SHIPEK22C | fond dur, très peu remonté, cailloutis + 1 étoile de mer plate !!! |
| 29/09/2014 | 13h50 | 3° 49.768' W | 48° 45.436' N | SHIPEK23 | Bien remplie, Sable graveleux et cailloutis roulés. 1 pagure |
| 29/09/2014 | 13h57 | 3° 49.406' W | 48° 45.211' N | SHIPEK24 | Graviers sableux très coquilliers |
| 29/09/2014 | 14h08 | 3° 48.084' W | 48° 45.204' N | SHIPEK25A | fond dur, sable moyen graveleux, cailloutis en plaques |
| 29/09/2014 | 14h10 | 3° 48.147' W | 48° 45.215' N | SHIPEK25B | idem, fond dur |
| 29/09/2014 | 14h20 | 3° 47.227' W | 48° 44.760' N | SHIPEK26A | peu remonté graviers de coquilles rouges + petits cailloutis |
| 29/09/2014 | 14h22 | 3° 47.284' W | 48° 44.765' N | SHIPEK26B | 1 cailloutis encrouté et coquilles brisées |
| 29/09/2014 | 14h24 | 3° 47.352' W | 48° 44.768' N | SHIPEK26C | graviers et coquilles brisées, hétérogène, mal classé |
| 29/09/2014 | 14h31 | 3° 47.640' W | 48° 44.279' N | SHIPEK27 | Sm coquillier (grosses valves) mal calibré |
| 29/09/2014 | 14h41 | 3° 47.011' W | 48° 43.529' N | SHIPEK28 | Mouture de gros débris coquillier essentiellement de moule |
| 29/09/2014 | 14h47 | 3° 47.523' W | 48° 43.327' N | SHIPEK29A | Très mal classé hétérogène coquillier |
| 29/09/2014 | 14h50 | 3° 47.517' W | 48° 43.319' N | SHIPEK29B | idem avec un 1 galet mal équarri dépourvu d'épifaune |
| 29/09/2014 | 14h57 | 3° 47.388' W | 48° 42.781' N | SHIPEK30 | peu sable fin a moyen homogène et compact |
| 29/09/2014 | 14h59 | 3° 47.372' W | 48° 42.767' N | SHIPEK30 | 2eme essai idem sable brun avec pelotte de vase gris sombre |
| 29/09/2014 | 15h05 | 3° 48.186' W | 48° 42.957' N | SHIPEK31 | peu remonté Sf a moyen verdatre compacte avec quelques perles de vase |
| 29/09/2014 | 15h15 | 3° 48.411' W | 48° 44.000' N | SHIPEK32 | débris coquillier et gravillons |

Tableau 2 : Liste des prélèvements effectués à la benne Shipek (WGS84)



Figure 12 : Exemples de quelques types de sédiments reconnus sur le plateau de la Méloine

D. Conclusion

Les deux missions réalisées sur l'archipel de la Méloine (géophysique puis échantillonnage) ont permis d'atteindre les objectifs en termes d'acquisition et de qualité des jeux de données. Les données de bathymétrie montrent une grande fragmentation de l'archipel mettant en évidence un important réseau de failles conjuguées (fig. 13). Ces failles dont certaines peuvent être larges de plus de 300 m, constituent de véritables couloirs sédimentaires, traversant l'archipel de part en part. Les faciès sédimentaires sont très variés, avec des variations granulométriques brusques, qui s'expliquent par des accélérations locales des courants sur le fond en fonction des ressauts topographiques générés par les nombreux écueils. Une première analyse des figures sédimentaires qui traduisent le transport des particules sur le fond, montre que l'archipel ne constitue pas une barrière aux échanges entre la baie de Morlaix et celle de Lannion, mais au contraire, laisse transiter les flux sédimentaires dominés par le jusant sur sa façade est, et par le flot sur sa façade ouest (fig. 14). Enfin, dans les zones rocheuses prospectées à la vidéo, la couverture végétale est apparue relativement clairsemée, du fait aussi de la gamme des profondeurs d'acquisitions (> 15m).

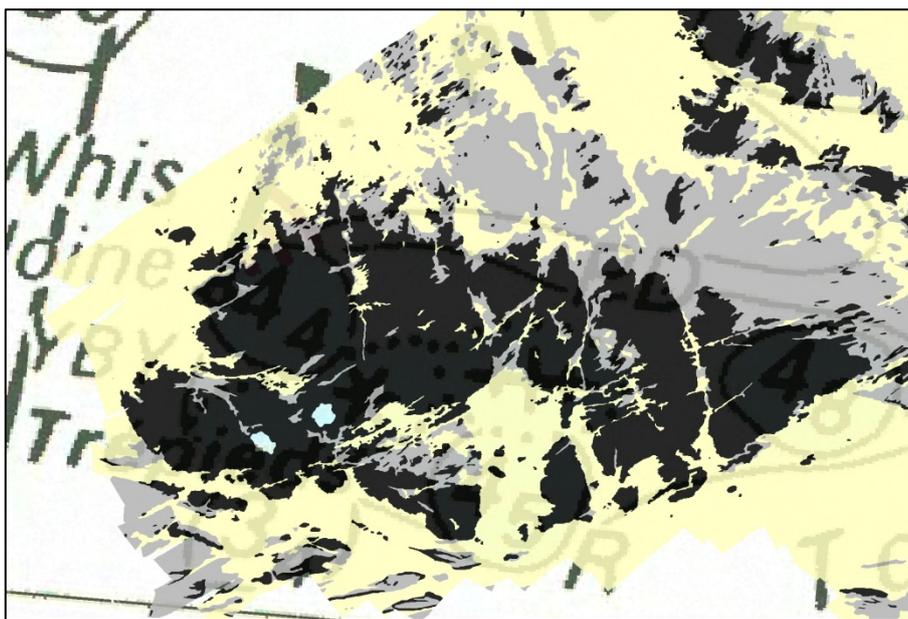


Figure 13 : Premiers travaux d'interprétation des zones de roche, roche sub-affleurante et sédiment

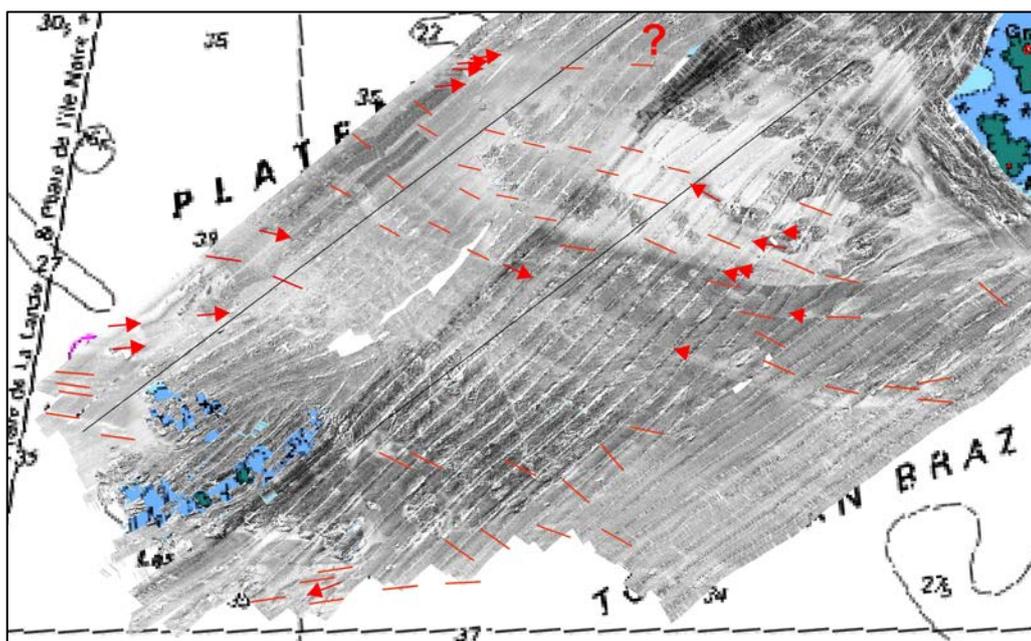


Figure 13 : Essai d'interprétation des transports sédimentaires résiduels sous l'effet des courants de marée (document provisoire)

Toutes ces données sont en phase de traitement (filtrages bathymétriques, corrections au 0 hydrographique, réalisation de MNT, production de mosaïques de réflectivité, analyses granulométriques, etc....).

Références bibliographiques

- Augris C., Simplet L. et al., 2011. Atlas géologique de la baie de Lannion (Côte-d'Armor - Finistère). Partenariat Ifremer - Conseil général des Côtes-d'Armor et Lannion Trégor-agglomération. Atlas & cartes, sept cartes, échelle 1/20 000 + livret d'accompagnement, 112 p. Ed Quæ.
- Auvray B., Lefort JP., 1971. Etude des terrains antécambriens et paléozoïques immergés au large du petit Tregor (Manche occidentale). Essai cartographique. Soc. Geol. Miner. Bretagne, Bull. I, pp. 77-82.
- Battistini R., Martin S., 1956. La plate-forme à écueils du N.O. de la Bretagne. *Norois*, n°10, pp. 147-161.
- Boillot G., 1964. Géologie de la Manche occidentale : fonds rocheux, dépôts quaternaires, sédiments actuels. *Ann. Inst. Océanogr.*, Paris, 42, 219 p.
- Cabioch L., 1968. Contribution à la connaissance des peuplements benthiques de la Manche occidentale, *Cahiers de Biologie Marine*, 9, 493-720.
- Chivers R.C., Emerson N., Burns D., 1990. New Acoustic Processing for Underway Surveying. *The Hydrographical Journal*, 56, 9-17.
- Chivers R.C., Burns D., 1992. Acoustic surveying of the sea bed. *Acoustics Bulletin*, 17(1), 5-9.
- Coetzee J.C., Merkle D., de Moor C.L., Twatwa N.M., Barange M., Butterworth D.S., 2008. Refined estimates of South African pelagic fish biomass from hydro-acoustic surveys: quantifying the effects of target strength, signal attenuation and receiver saturation. *African Journal of Marine Science*, 30 (2), 205-217.
- Ehrhold, 2000
- Ehrhold A., Hamon D., Chevalier C., Autret E., Houlgatte E., Gaffet J.D., Caisey X., Cordier C., Dutertre M., Alix A.S., Navon M., Kerdoncuff J., Gentil F., Thiébaud E., 2011. Réseau de surveillance benthique (REBENT) – Région Bretagne. Approche sectorielle subtidale : Identification et caractérisation des habitats benthiques du secteur Morlaix. RST/IFREMER/ODE/DYNECO/Ecologie benthique/11-03/REBENT, 129 p., 14 annexes (volume séparé, 276 p).
- Foster-Smith R.L., Davies J., Sotheran, I., 1999. Broad scale remote survey and mapping of sublittoral habitats and Biota. Report of sublittoral mapping methodology of the BMAP Project, Sea Map research group, 157 p.
- Franzetti, M., Delacourt, C., Garlan, T., Le Roy, P., Cancouët, R., Submitted, Giant sandwave morphologies and dynamics in a deep continental shelf environment: example of the Banc du Four (Western Brittany, France). *Marine Geology*, Volume 346, 1 December 2013, Pages 17–30.
- Hamilton L.J., 2001. Acoustic seabed classification systems. Rapport DSTO, TN, 0401, 75 p.
- Hass C., Bartsch I., 2008. Acoustic kelp bed mapping in shallow rocky coasts – case study Helgoland (North Sea). Hutin E., Simard Y., Archambault P. 2005. Acoustic detection of a scallop bed from a single-beam echosounder in the St. Lawrence. *ICES Journal of Marine Science*, 62, 966-983.
- Jordan A., Lawler M., Halley V. and Barrett N., 2005. Seabed habitat mapping in the Kent Group of islands and its role in marine protected area planning. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 15, pp. 51-70.
- Lunven M., Le Goualher V., Vasquez M. 2002. VIDEONAV : Logiciel de navigation, traitement des bandes vidéo benthiques. Rapport Ifremer, 20 p.
- Lurton X., 1998. Acoustique sous-marine. Présentation et applications. Edition Quæ, 110 p.
- Lurton X., 2001. Précision de mesure des sonars bathymétriques en fonction du rapport signal/bruit. *Traitement du Signal*, vol. 18, n°3, pp ; 179-194.
- Monpert C., 2010. Approche multi-capteurs de la végétation sous-marine en baie de Morlaix. Rapport stage Master 2, Ifremer-ENSIETA, 59 p.
- Pluquet F. et Ehrhold A., 2009. Une nouvelle stratégie d'étude des habitats marins littoraux au moyen de la vedette acoustique V/O Haliotis. Rapport Ifremer, DYNECO/EB/09-02/FP, 74 p. + 4 annexes.
- Walker P., 2001. Dynamique sédimentaire dans le Golfe Normand-Breton. Intérêt de l'imagerie par sonar à balayage latéral. Thèse 3ème cycle, Université de Caen, 288 p.

