

## **RECOPLA : INVENTAIRE DE DONNÉES DE GÉOSCIENCES MARINES POUR UNE CARTOGRAPHIE MODERNE DU PLATEAU CONTINENTAL FRANÇAIS**

*SATRA LE BRIS C., GAUTIER E., BOURILLET J.F.*

*Ifremer, PLOUZANE, FRANCE*

### **INTRODUCTION : L'AVANT-PROJET RECOPLA**

La prise de conscience récente (Livre Bleu, groupe Poseidon, Atlas européen des mers) de l'intérêt d'une politique marine forte s'explique, entre autres, par le souci justifié de protection de l'environnement marin et sous-marin et par le potentiel des fonds marins à soulager les tensions sur l'approvisionnement en ressources minérales et énergétiques.

La connaissance du plateau et de la pente continentale océanique (20% de l'océan mondial) est hétérogène : ponctuellement bien connue pour des thématiques particulières, la cartographie morpho-bathymétrique des fonds sous juridiction française est suffisante pour le domaine de la zone économique exclusive (ZEE) profonde métropolitaine, mais insuffisante pour établir ne serait-ce qu'un état de référence sur le plateau continental et sur la majeure partie des DOM/TOM.

Le Service Hydrographique et Océanographique de la Marine (SHOM) et l'Institut Français pour la Recherche et l'Exploitation de la MER (Ifremer), conscients de ce manque, ont initié des avant-projets (PLATEAU XXI pour le SHOM et RECOPLA pour l'Ifremer) et déposé ensemble un projet au Grenelle de la Mer. Cette fiche de reconnaissance des zones à enjeux du plateau continental a notamment été retenue par le Conseil Interministériel de la Mer de décembre 2009, parmi les 16 points du relevé de décisions consistant à améliorer la connaissance de l'environnement marin.

RECOPLA est un avant-projet de cartographie moderne du plateau. Il contribuera à renforcer la connaissance, à établir des données de référence utiles par exemple pour la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM) de l'Union Européenne ou pour la définition des aires marines protégées.

La première tâche du projet Recopla a été d'établir un inventaire des données de géosciences marines acquises sur le plateau continental métropolitain. Cet inventaire porte sur les données acquises par quatre types d'équipements : le sondeur multifaisceau, le sonar latéral, le sondeur de sédiment et la sismique Haute Résolution. Il distingue également trois catégories selon le niveau de traitement : les données géophysiques géoréférencées issues des campagnes à la mer, les données traitées et les données interprétées, généralement publiées.

Cette tâche s'est focalisée dans un premier temps sur les campagnes d'acquisition menées en partenariat par les équipes scientifiques de l'unité de recherche Géosciences Marines de l'Ifremer.

En croisant les informations issues de l'inventaire avec les données présentes sous forme de documents cartographiques, il a été possible d'identifier les acquis, mais également de déterminer les manques et les perspectives d'avancées de la connaissance.

### **MÉTHODOLOGIE POUR L'INVENTAIRE DES DONNÉES**

Les données acquises par la communauté scientifique française sur les navires de la flotte océanographique, dans le cadre de programmes nationaux ou internationaux, sont gérées par le Sismer, Centre National de Données Océanographiques désigné par la France et la Commission Océanographique Intergouvernementale de l'Unesco. L'archivage des données françaises couvre les domaines de l'océanographie physique et chimique, la géophysique mesurée en route et l'information générale sur les campagnes et les jeux de données collectées.

Les données de géosciences marines et leurs métadonnées associées sont gérées dans divers systèmes d'information du Sismer, en fonction de leur niveau de traitement.

Les niveaux d'élaboration des données, déterminés par le Sismer, se distinguent par les traitements réalisés. Le niveau 0, dit niveau instrumental, correspond à la donnée brute à pleine résolution émise par le capteur. Les données sont ordonnées dans le temps, mais ne sont pas toujours exprimées dans une unité normalisée. C'est pourquoi, l'archivage à ce niveau n'est pas forcément systématique ni permanent.

Pour le niveau 1, niveau intermédiaire, les données sont référencées dans le temps, converties dans une unité conforme aux standards internationaux. Elles peuvent être également corrigées des particularités et erreurs instrumentales. Les systèmes instrumentaux récents fournissent directement des données de ce niveau.

Les données de niveau 2, niveau géophysique géoréférencé, sont datées, localisées dans l'espace et organisées dans un format propre à en faciliter l'utilisation scientifique. Elles sont également corrigées des variations liées aux conditions d'acquisition et donc exprimées dans un référentiel indépendant de la plateforme de mesure.

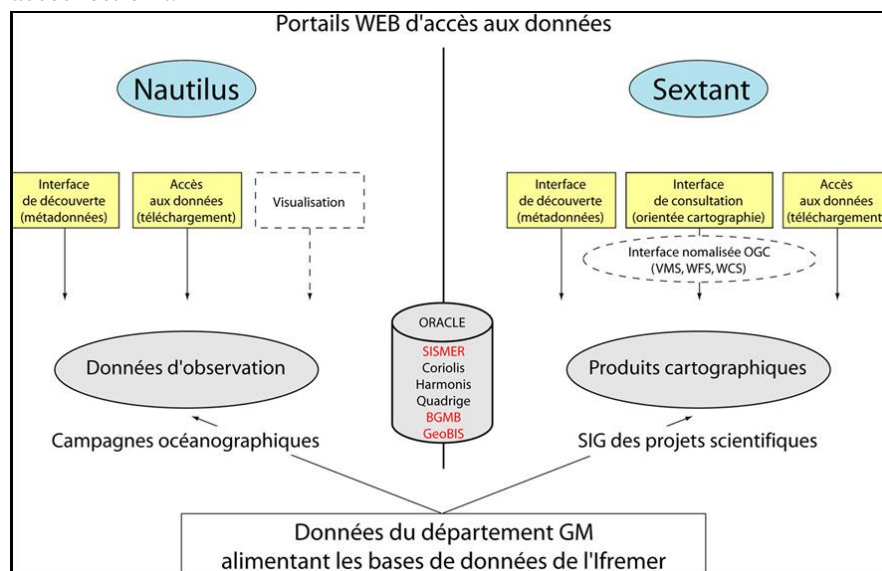
Les données de niveau 3 sont rapportées à des référentiels espace et temps identiques et normalisés. Les données sont ainsi aisément comparées et agrégées, y compris entre campagnes de mesures différentes.

Le niveau 4 correspond aux données interpolées, résultat de l'analyse des données et le niveau 5 se réfère aux produits de synthèse. Ces deux niveaux comprennent une part d'interprétation des informations. Les produits obtenus ne permettent pas de revenir à la donnée de niveau inférieur car la résolution des données est généralement dégradée. En conséquence, ces données sont archivées de manière indépendante.

C'est ainsi que les données originales de géophysique de niveau 1 et 2 (bathymétrie, imagerie acoustique, sismique) issues directement des navires océanographiques sont archivées par le Simer, dans la banque de géophysique, depuis 1990 pour la bathymétrie et depuis 2003 pour la sismique. L'accès à ces données se fait directement par le portail web Nautilus du Simer.

Les données agrégées de niveau 3, validées et traitées par les équipes techniques de l'unité de recherche Géosciences Marines de l'Ifremer, sont archivées dans la base de données GeoBIS, spécialement pour les données de sismique et de bathymétrie, dans des formats standardisés et leurs métadonnées sont décrites de façon normalisée. Les fichiers au format segy pour la sismique et au format netCDF pour la bathymétrie sont également accessibles par le portail web Nautilus.

Quant aux données interprétées (niveau 4) et publiées sous forme de synthèse (niveau 5), elles relèvent directement de la valorisation par les laboratoires scientifiques de l'Ifremer. Elles sont administrées dans le serveur de données géographiques Sextant, sous forme de couches raster (images géoréférencées ou grilles régulières) ou de cartes vectorisées de type ArcGIS. Leurs métadonnées sont décrites suivant la norme iso19115 en vigueur, assurant leur interopérabilité et respectant également la directive européenne Inspire. Sextant a pour vocation de collecter et mettre à disposition un catalogue de données géoréférencées sur le domaine marin. Ainsi les produits de référence, tels que les modèles numériques de terrain (MNT) de bathymétrie, les mosaïques d'imagerie acoustique ou cartes de réflectivité, et les cartes de nature des fonds, sont pérennisés et accessibles via internet, en accès grand-public ou, pour certaines données, en accès restreint.



#### Organigramme des systèmes d'information de l'Ifremer

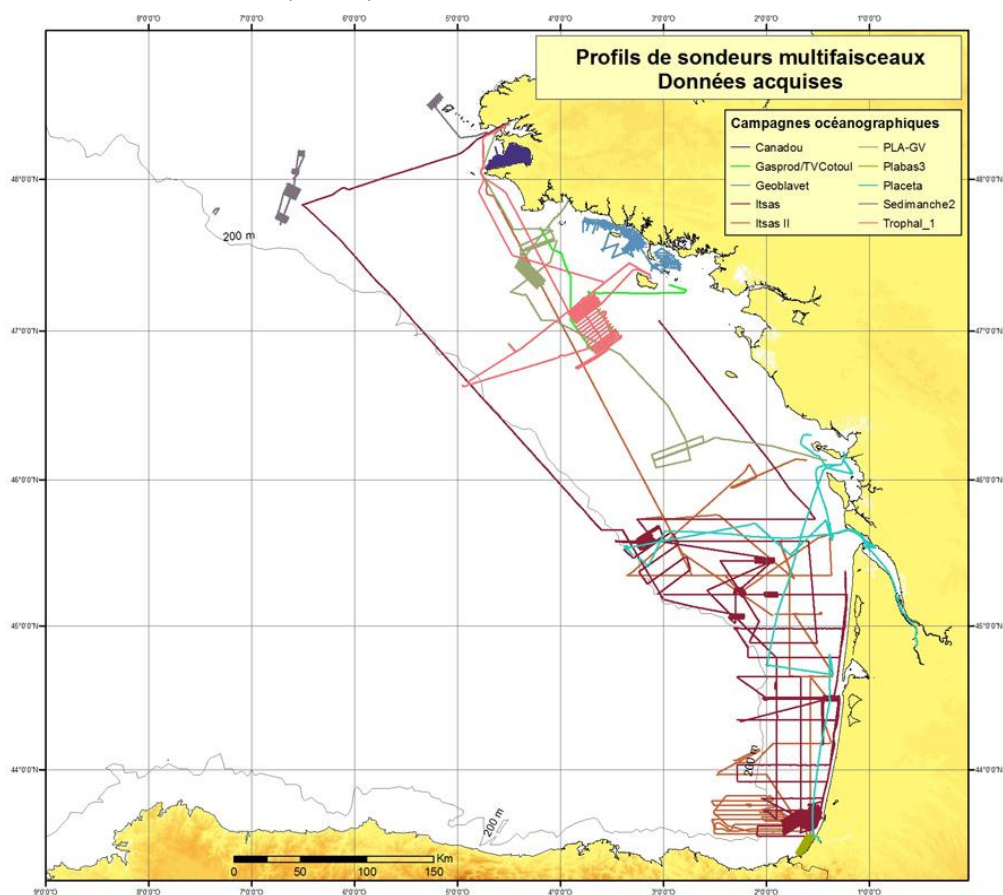
Les campagnes océanographiques d'acquisition de données de géosciences ont été recensées à partir de l'application web Nautilus du Simer. Les campagnes répertoriées pour l'unité de recherche Géosciences Marines s'échelonnent de 1984 à 2008. Elles représentent 70% de l'ensemble des campagnes de géosciences menées sur les navires océanographiques de l'Ifremer. Dans un souci de clarté et pour éviter la dispersion des données à inventorier, il a été décidé de procéder par façades (Manche, Atlantique et Méditerranée).

La navigation des navires, permettant de positionner l'acquisition des données, est représentée sous forme de lignes. Cette navigation a été découpée en profils, à l'aide des outils SIG, unités de base utilisées au cours des campagnes à la mer et pour le traitement des données. La succession des profils, espacés de

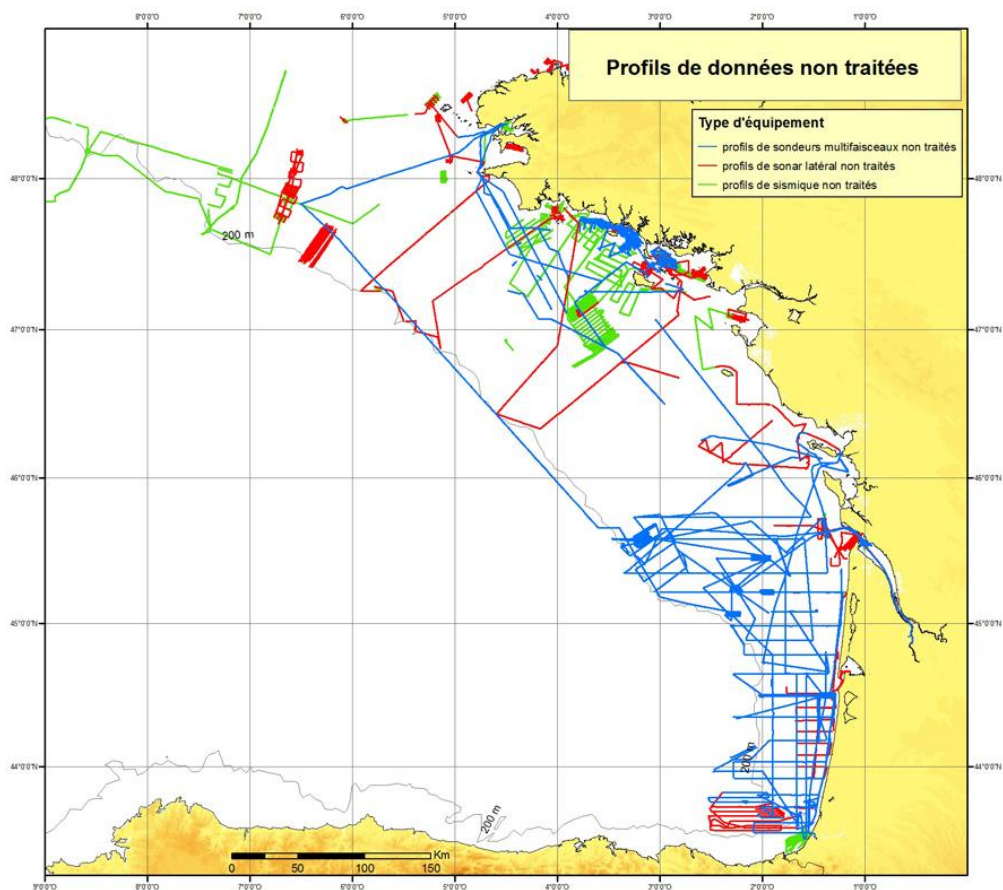
façon parallèle et régulière en fonction du type d'outils mis en oeuvre, forme une couverture homogène de la zone cartographiée. En croisant les informations générales d'acquisition décrites dans les comptes rendus des campagnes avec la base de donnée de géophysique du Sismer, pour chaque profil, les outils utilisés et les données acquises sont connus de manière exhaustive.

La deuxième étape du travail d'inventaire a consisté à connaître le niveau de traitement des données pour chaque profil, à savoir si les différentes données acquises ont été traitées, interprétées, voire publiées. Là encore, les outils SIG ont permis de croiser les profils avec les documents cartographiques produits. Ainsi, lorsque la navigation d'une campagne se superpose aux fichiers présents dans le SIG, on en déduit que les données ont été traitées lorsqu'il s'agit de mosaïques d'imagerie acoustique ou de MNT de bathymétrie et interprétées lorsqu'il s'agit de cartes sédimentologiques. Concernant les données de sismique, un contrôle avec la base de données GeoBIS a été réalisé afin de savoir si celles-ci ont été traitées.

L'état des données acquises a été codifié dans les tables attributaires des profils de navigation des campagnes. Pour les quatre types de données inventoriés et pour chaque profil, le niveau de traitement a été identifié, à savoir « donnée acquise », « donnée traitée », « donnée interprétée ». Des cartes présentant les profils en fonction du type d'acquisition (carte 1) ont été réalisées pour estimer l'ensemble des données disponibles sur le plateau continental métropolitain français. A partir de requêtes définies dans ArcGIS, des statistiques de production ont été établies (tableau 1) et les profils de données géophysique restant à traiter ont été inventoriés (carte 2).



Carte 1 : Profils de sondeur multifaisceau, sur la façade Atlantique



Carte 2 : Données de géophysique restant à traiter pour la façade Atlantique

### RÉSULTATS PAR FAÇADE

L'inventaire des données de géosciences marines a recensé, sur les 30 dernières années, 87 campagnes océanographiques soit 270 000 km d'information répartis en plus de 8100 profils pour les façades de la France métropolitaine.

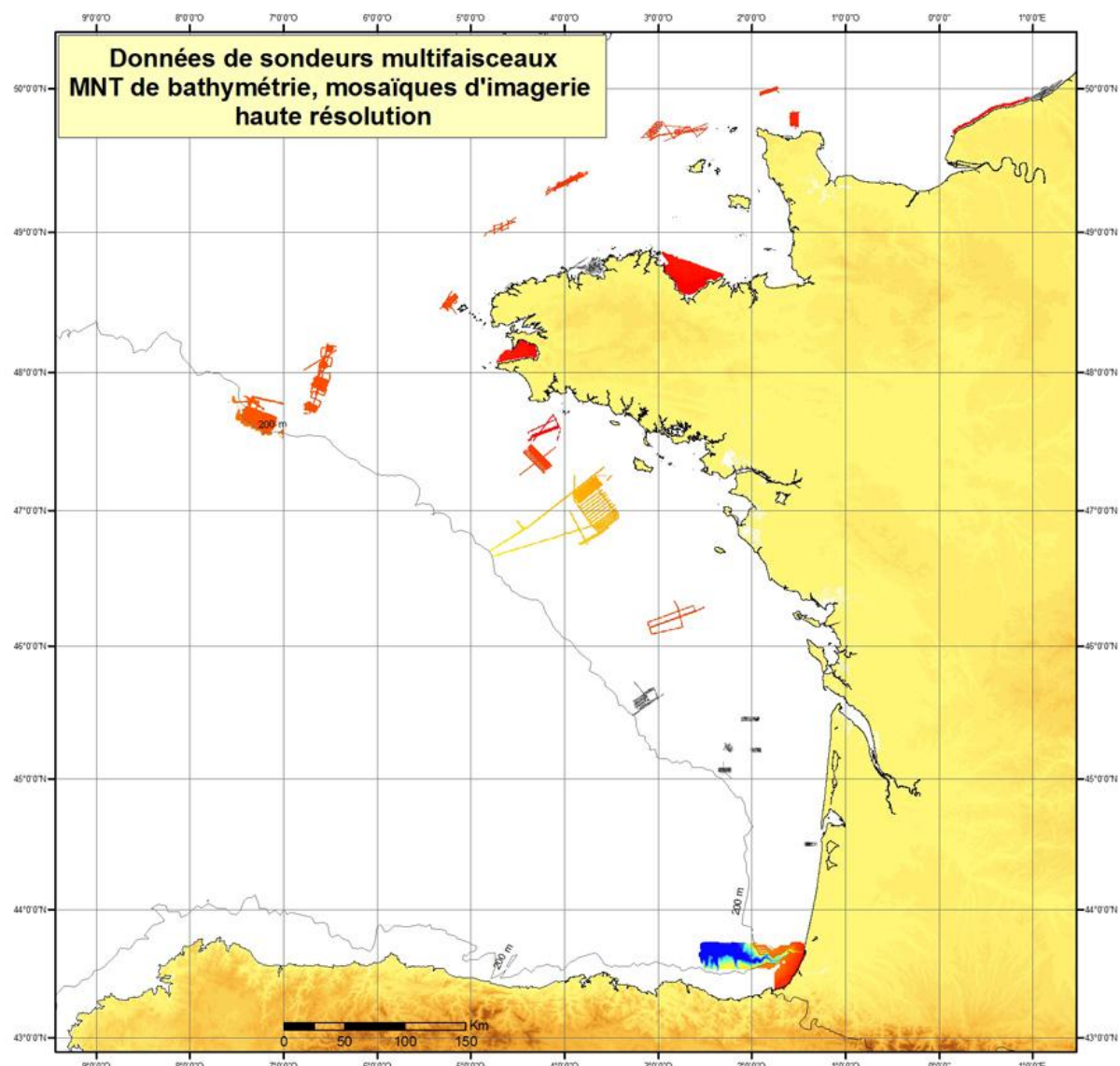
	<b>Atlantique</b>	<b>Manche</b>	<b>Méditerranée</b>
<b>Sondeur multifaisceau</b>			
km archivés	39 723	5 820	49 007
km bathy traité	29 140 / 73,4%	3 101 / 53,3%	31 049 / 63,3%
km imagerie traitée	24 557 / 61,8%	2 934 / 50,4%	35 509 / 72,4%
<b>Sonar latéral</b>			
km archivés	12 027	11 970	3 814
dont km numériques	7 493	5 914	4 292
km traités	4 514 / 60,2%	2 834 / 47,9%	1 145 / 26,7%
<b>Sondeur de sédiment</b>			
km archivés	27 957	3 383	40 743
dont km numériques	21 425	1 965	35 443
km traités	727 / 3,4%	1 410 / 71%	29 481 / 83,2%
<b>Sismique HR</b>			
km archivés	32 474	6 680	40 099
km traités	17 041 / 52,5%	2 202 / 32,9%	31 399 / 78,3%

Tableau 1 : Nombre de kilomètres archivés et traités par façade.

Certaines données d'imagerie acoustique, particulièrement pour le sonar latéral en Manche et en Atlantique, datent de campagnes anciennes (antérieures aux années 1990) et ne se trouvent pas sous forme numérique. Ces données ont été toutefois amplement valorisées par la publication de cartes de nature des fonds, cartes actuellement disponibles sous forme numérique vectorisée.

Il en est de même pour les données de sondeur de sédiment, qui ne sont pas sous forme numérique pour les plus anciennes. En Manche, par exemple, les données ont été totalement valorisées dans des publications scientifiques. Il s'avère que la chaîne de traitement du sondeur de sédiment n'a été vraiment mise en place que depuis les années 2000.

On observe également une hétérogénéité d'acquisition par façade, cela étant dû aux priorités et objectifs des études scientifiques. La façade méditerranéenne est spécialement étudiée et particulièrement le golfe du Lion.



Carte 3 : Données traitées de sondeur multifaisceau, sur les façades Manche et Atlantique

Cependant, la surface reconnue actuellement par cette cartographie haute résolution reste peu étendue par rapport à la surface totale du plateau continental (carte 3). Un certain nombre de données de sondeur multifaisceau reste aussi à traiter et à interpréter. Leur exploitation permettrait d'enrichir les connaissances sur le plateau continental.

	Surface du plateau continental	Surface couverte en bathymétrie		Surface couverte en imagerie acoustique	
<b>Atlantique</b>	163 000 km <sup>2</sup>	2 288 km <sup>2</sup>	2,3%	3 840 km <sup>2</sup>	3,7%
<b>Manche</b>		1 507 km <sup>2</sup>		2 193 km <sup>2</sup>	
<b>Méditerranée</b>	15 000 km <sup>2</sup>	666 km <sup>2</sup>	4,4%	2 237 km <sup>2</sup>	14,9%

Tableau 2 : Surface du plateau continental reconnue en cartographie moderne

Le tableau 2 présente la surface couverte par les sondeurs multifaisceaux et les sonars latéraux sur le plateau continental (celui-ci ayant été délimité schématiquement par l'isobathe 200m pour l'Atlantique et l'isobathe 120m pour la Méditerranée ; la véritable limite physiographique correspondant à une rupture de la pente égale à 2 degrés). La façade méditerranéenne est la mieux connue avec une couverture de l'ordre de 15% en imagerie acoustique et près de 5% en bathymétrie multifaisceau, alors que seulement 4% du plateau Manche-Atlantique a été cartographié.

	Surface de la ZEE, hors plateau continental	Surface couverte en bathymétrie
<b>Manche-Atlantique</b>	83 000 km <sup>2</sup>	83 000 km <sup>2</sup> / 100%
<b>Méditerranée</b>	63 000 km <sup>2</sup>	74 000 km <sup>2</sup> / 85%

Tableau 3 : Surface de la partie profonde de la ZEE reconnue en cartographie moderne

Par comparaison, les connaissances de la partie profonde de la ZEE sont quant à elles quasi exhaustives (tableau 3).

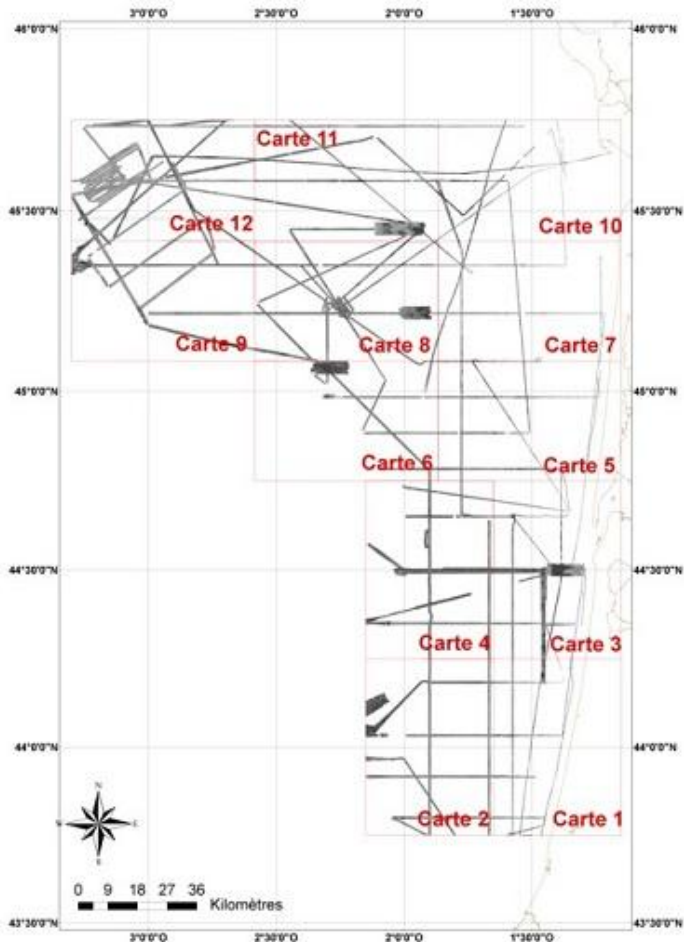
Cette différence s'explique par la rapidité d'acquisition des données de sondeur multifaisceau par grands fonds. En effet, plus la profondeur est grande et plus la fauchée du sondeur multifaisceau est large. La fauchée est estimée à environ 5 fois la hauteur d'eau soit 20 km de large pour la plaine abyssale située à environ 4000 m de fond. En comparaison, utilisé par petits fonds, sur le plateau continental, le sondeur multifaisceau a une fauchée de 100 m. De ce fait, il faut cent fois plus de temps pour couvrir en totalité une zone côtière comme la baie de Douarnenez (profondeur moyenne de 40 m) par rapport à une zone hauturière telle que la plaine abyssale du golfe de Gascogne.

#### **ÉLABORATION DE SYNTHÈSES**

Un des intérêts de l'inventaire des données a été de mettre en évidence des secteurs à fort potentiel de progression, en matière de données à traiter et de documents de référence à élaborer.

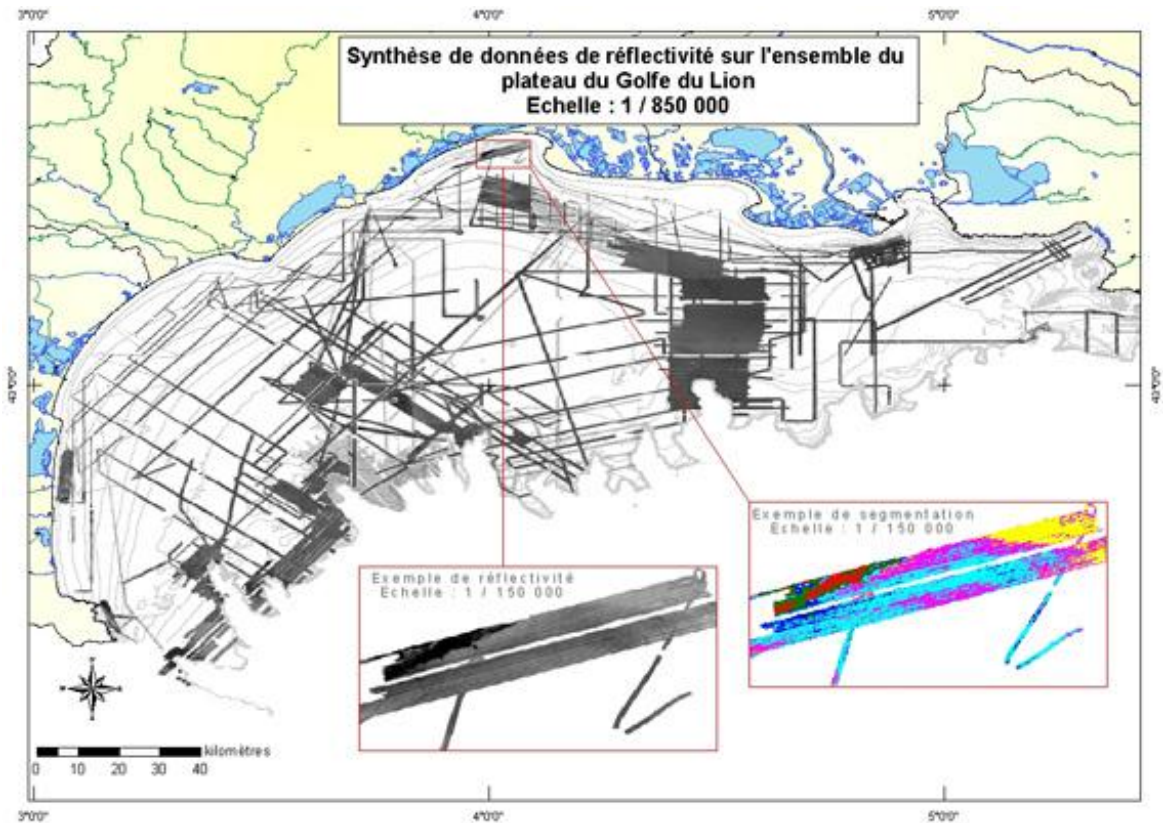
Ainsi, sur la zone du plateau aquitain et dans le golfe du Lion, les données d'imagerie acoustique issues des sondeurs multifaisceaux ont été traitées suivant une méthode moderne permettant la segmentation des images, méthode de caractérisation semi-automatique.

Sur la zone du plateau aquitain, l'information reste encore éparse, l'espace inter-profil étant de 20 km en moyenne. Douze cartes d'imagerie acoustique ont été réalisées, les cartes de nature des fonds à l'échelle 1/50 000 sont en préparation (carte 4). L'étude révèle déjà des informations pertinentes et amorce la représentation précise des natures sédimentaires superficielles sur le plateau aquitain et la compréhension de leur distribution.



*Carte 4 : Synthèse des données de réflectivité du plateau aquitain*

De la même façon, les données de réflectivité acquises dans le golfe du Lion ces 20 dernières années ont été reprises afin de procéder à une synthèse rassemblant près de 900 profils (carte 5). La mosaïque d'imagerie acoustique haute résolution obtenue, d'une taille de pixel de 2 m, constitue un document cartographique de référence. Son interprétation en carte des sédiments superficiels est en cours, à partir des granulométries des prélèvements terrain existants, complétées par l'analyse des données de sismique pour les premiers mètres du sous-sol.

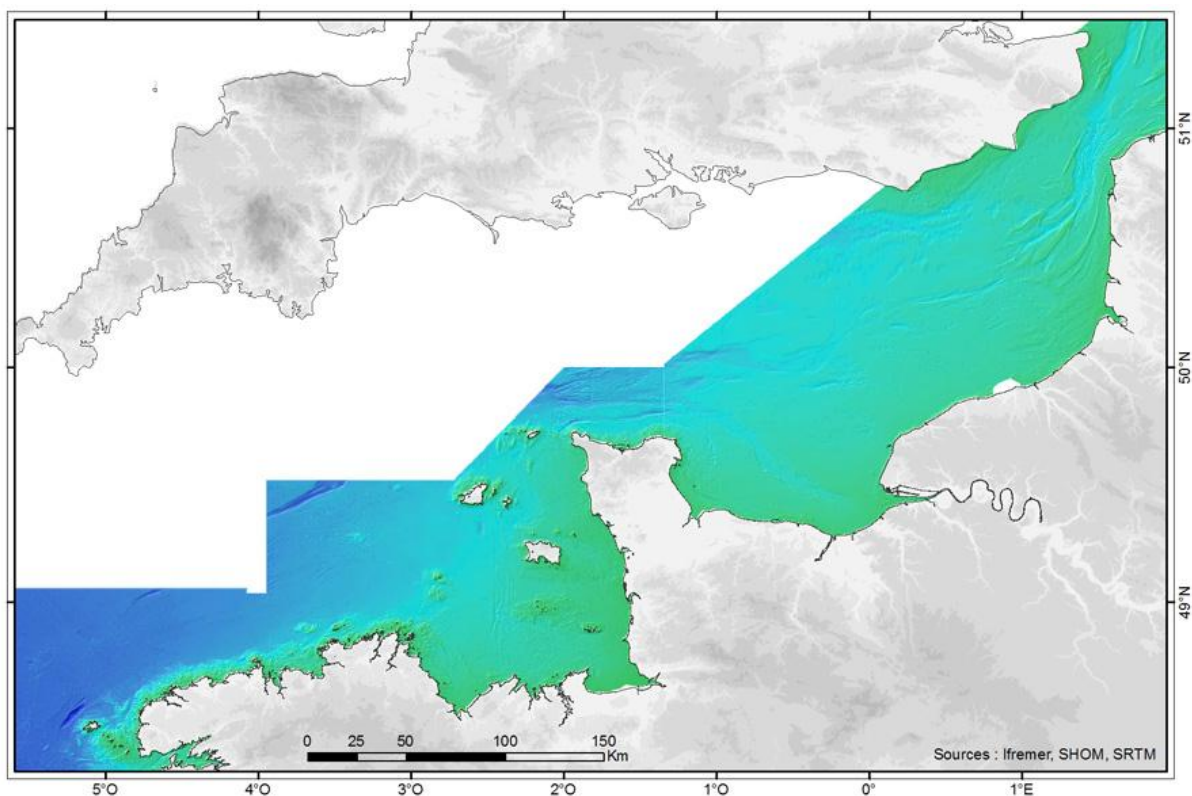


Carte 5 : Synthèse des données de réflectivité du golfe du Lion

En matière de données bathymétriques, un effort de synthèse a été réalisé entre l'Ifremer et le SHOM. Les deux organismes se sont associés pour développer une initiative commune de production de modèles numériques de terrain qui associe les jeux de données et les savoir-faire respectifs.

En intégrant les levés cartographiques par sondeur multifaisceau des bases de données du Sismer et du SHOM ainsi que les jeux de données des ports autonomes, une gamme de modèles bathymétriques est en cours de réalisation le long des côtes de la métropole, pour des gammes de résolution allant de 100 m à 1000 m (carte 6). Le produit final est enrichi d'informations complémentaires assurant la traçabilité de la donnée et facilitant sa mise à jour. Ces documents de référence sont établis sur l'ensemble du plateau continental, pour les trois façades Manche, Atlantique et Méditerranée.





Carte 6 : Modèle morpho-bathymétrique de la Manche, à 100m

## PERSPECTIVES ET CONCLUSION

Une cartographie précise du plateau continental est un besoin stratégique pour nombre d'activités et aussi un enjeu national pour améliorer la connaissance à la base de toute gestion durable, pour soutenir l'action de l'Etat en mer, mais aussi pour tenir les échéances des conventions internationales et européennes

Afin d'établir un état de référence et de fournir des informations bathymétriques et de réflectivité des fonds à la base de la connaissance marine, cet inventaire a été l'occasion de faire le point sur l'ensemble des données acquises ces 30 dernières années en géosciences marines par l'Ifremer sur le plateau métropolitain français et de mettre en évidence les données qui ont été valorisées.

En parallèle de ce travail, un effort soutenu d'harmonisation de méthodes et de procédures a été mis en place entre divers départements de l'Ifremer intégrant la chaîne cartographique de l'acquisition à la production de documents de référence.

En effet, la réalisation de documents cartographiques de référence est indispensable aussi bien pour les travaux de recherche scientifiques (établissement des cartes de nature des fonds, des cartes d'habitats, des modèles hydrosédimentaires), que pour le montage de projets pour les industriels. Ces produits cartographiques deviennent des outils d'aide à la décision pour les services de l'Etat, utiles par exemple pour l'évaluation initiale de l'état écologique demandée dans le cadre de la DCSMM.

## BIBLIOGRAPHIE

André C., Satra Le Bris C., 2006. Synthèses géologiques sur le plateau continental français métropolitain : intégration des MNT de bathymétrie des mosaïques d'images acoustiques et des cartes de formations superficielles dans le Système d'Information Géographique. Rapport Ifremer DCB/GM/CTDI/06-24, 39p.

CREOCEAN, 2009. Imagerie de synthèse des fonds du golfe du Lion, traitement des données des sondeurs multifaisceaux. Dossier 1-09284-G.

Gautier E., Kerjean M., Satra Le Bris C., Bourillet J.F., 2010. RECOPLA - Inventaire et bancarisation des données de Géosciences Marines pour les façades Atlantique, Manche et Méditerranée. Rapport Ifremer DCB/GM/LES/10-06, 146p.

Jeannée N., Lemarchand O., Geovariances ; Loubrieu B., Bourillet J.F., Moussat E., Populus J., Ifremer ; Le Gac J.C., Morvan G., SHOM, 2009. Setting up a unified 100m bathymetry model for the French coastal areas: methodology and innovative outcomes. Fifth GEBCO Science Day, Brest (Fr).

Loubrieu B., Bourillet J.F., Moussat E., 2008. Bathy-morphologie régional du Golfe de Gascogne et de la Manche, modèle numérique 2008. Rapport Ifremer DCD/GM/CTDI/08-01, 20p.

Rollet C., Breton C., Loubrieu B., Satra Le Bris C., 2010. Moyens mis en oeuvre pour la cartographie du plateau continental. Guide général. Rapport IFREMER/DYNECO/AG/10-09, 39p.

Stéphan M., Satra Le Bris C., Augris C., Bourillet J.F., 2008. Synthèses géologiques sur le plateau continental français métropolitain : recensement des campagnes côtières et des documents produits. Rapport Ifremer DCB/GM/08-02, 102p.

Sterckeman A., 2009. Segmentation d'images acoustiques à l'aide de SonarScope, méthodologie et applications. Rapport Ifremer DCB/GM/LES/09-03, 85p.

Sterckeman A., 2010. Zone d'étude plateau aquitain, synthèse des mosaïques de réflectivité SMF, interprétation sédimentaire phase 1. Rapport Ifremer DCB/GM/LES10-04, 55p.

Fiche commune SHOM-Ifremer. CIMER et SGMer, 2009. Livre bleu : Stratégie nationale pour la mer et les océans, pp. 44.

Fiche commune SHOM-Ifremer. SGMer, 2009. Engagements du Grenelle de la mer, SGMer, pp. 68.

Groupe POSEIDON, Pujol J.-L., Le Lann G., Banel E. and Hirtzman Ph., 2006. Une ambition maritime pour la France. Résumé stratégique, SGMer & Centre d'analyse stratégique, 21p.

Commission des Communautés Européennes, 2006. Livre vert : Vers une politique maritime de l'Union: une vision européenne des océans et des mers. COM(2006) 275 final, CE, Bruxelles, 55p.

Sites web :

<http://www.ifremer.fr/sismer>

<http://www.ifremer.fr/sextant>