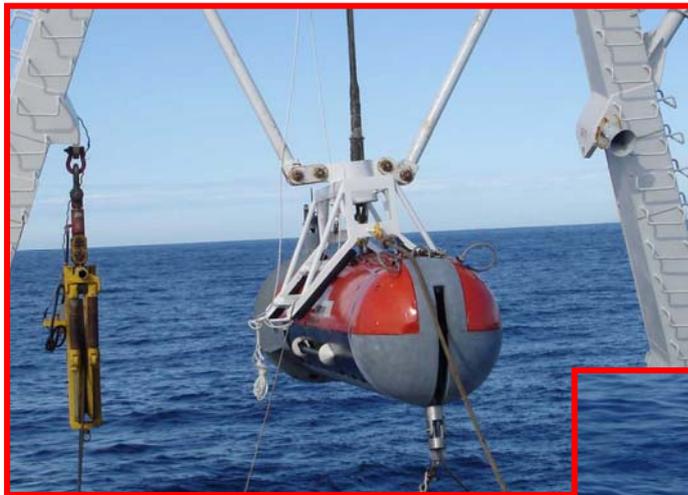


# Rapport de Campagne MALISAR2

31 mai-23 juin 2007



**Co-chefs de mission** : Sébastien Migeon et Christophe Larroque

**Equipe embarquante (legs 1 et 2)** : Daniella Accettella, Ileana Balduzzi, George Buffet, Antonio Cattaneo, Ester Colizza, Nicola Corradi, Ivana Delbono, Christian Gorini, Yves Le Gonidec, Bernard Mercier de Lépinay, Gueorgui Ratzov, Etienne Ruellan, Marc Sosson

## I. Rappel des objectifs

La marge ligure est soumise à plusieurs types d'aléas et donc de risques pour les populations côtières :

- un *aléa sismique* récurrent non négligeable révélée par plusieurs forts séismes historiques (1564-Intensité IX-X ; 1644-Intensité VIII ; 1818-Intensité VIII ; 1887-Intensité X) et récents (1963- $M_b=6,0$  ; 1981- $M_L=4,5$  ; 1985- $M_L=4,1$  ; 1989- $M_L=4,5$  ; 1995- $M_L=4,7$  ; 2001- $M_L=4,6$ ). En 1887, le « séisme Ligure » fut responsable de *la mort de plus de 600 personnes*, de nombreux glissements de terrain, d'un tsunami d'environ 2 m ainsi que de nombreux dégâts dans une région allant de Menton à Vintimille,

- un *aléa gravitaire* révélé par la présence de très nombreux glissements sous-marins affectant la pente continentale, de 50 m à 2000 m de profondeur d'eau. Ces glissements présentent des volumes variant de  $0,5 \text{ km}^3$  à plus de  $3 \text{ km}^3$ . Le dernier glissement à avoir provoqué de graves conséquences sur les activités et communautés humaines s'est déroulé le 16 octobre 1979. Il a partiellement détruit le nouveau complexe aéroportuaire de Nice en fin de construction et a généré un tsunami qui a surtout affecté la zone du Cap d'Antibes. Outre les dégâts matériels causés par ces événements, plusieurs personnes ont également trouvé la mort,

- un *aléa tsunami* pouvant résulter à la fois des aléas sismique et gravitaire précédemment cités. Si ce phénomène s'est effectivement produit en 1979, il était aussi déjà survenu par le passé. Ainsi, *trois tsunamis historiques* sont connus sur les marges françaises et italiennes du Bassin Ligure : 1564, 1817 et 1887. Tous ont fait suite à des séismes qui ont été ressentis à terre. Lors des événements de 1564, 1817 et 1887, les intensités des séismes étaient de l'ordre de VIII-X sur l'échelle de Mercalli, ce qui correspond à une accélération horizontale du sol proche de 0,13 g. Cette accélération est suffisante pour remobiliser des dépôts de la pente continentale et donc générer des glissements. Il est ainsi possible d'établir une relation de cause à effet entre séismes, glissements sous-marins et tsunamis.

Le *Bassin Ligure* est donc un *véritable laboratoire naturel*, qui présente les avantages d'être à proximité des moyens d'étude basés à La Seyne/Mer et d'avoir une relativement faible profondeur d'eau qui facilite les opérations de collecte de données. Il est donc parfaitement adapté à l'analyse, la compréhension et la gestion des aléas sismique et gravitaire en mer. La population de la côte ligure, de Cannes à Gênes, avoisine les 2,5 millions d'habitants. *La vulnérabilité de cette zone est par conséquent un point particulièrement crucial.*

Le projet MALISAR vise ainsi à étudier conjointement (1) la localisation, la cartographie et la géométrie des failles potentiellement actives sur la pente continentale, (2) la localisation et la géométrie des différents types de glissements afin de préciser les zones instables actuelles, ou passées, et l'évaluation de l'aléa potentiel et (3) l'activité des transferts au sein des nombreux canyons sous-marins qui dissèquent la marge et participent localement à son érosion.

Pour répondre à ces objectifs, la campagne MALISAR1 réalisée en août 2006 a permis une reconnaissance régionale de la zone d'étude grâce à l'utilisation du sondeur multifaisceaux EM300, du Chirp, de la sismique rapide 24 traces et de la sismique HR 72 traces. L'ensemble de la marge a été couvert de 150-200 m jusqu'à environ 2500 m de profondeur d'eau. 41 profils de sismique rapide ont été acquis, essentiellement parallèlement à la marge ; 23 profils de sismique HR ont été acquis, essentiellement perpendiculairement à la marge. 64 profils de sondeur de sédiment Chirp ont été acquis en même temps que les données sismiques.

La campagne MALISAR2 réalisée du 31 mai au 23 juin 2007 à bord du N/O Le Suroît avait pour but d'effectuer une étude détaillée de zones d'intérêts (définies à partir des données de MALISAR1) grâce à l'utilisation du SAR, de l'AUV (EM2000), et de carottages küllenberg

courts. Il s'agissait également d'effectuer des levés bathymétriques/Chirps complémentaires dans des zones non couvertes au cours de MALISAR1.

## II. Outils utilisés et traitements effectués

La campagne MALISAR2 était divisée en deux legs. Le premier leg (31 mai au 14 juin) était dédié à l'utilisation du SAR et au prélèvement de carottes sédimentaires. Deux jours étaient réservés au début du leg pour effectuer des essais d'utilisation *in situ* du SAR et du positionnement avec la BUC (Base acoustique Ultra Courte). Le second leg (16 au 23 juin) était dédié aux levés micro-bathymétriques avec l'AUV. L'AUV nécessitant une recharge complète de ses batteries entre deux plongées successives, nous avons mis ces périodes à profit pour effectuer des levés complémentaires avec l'EM300 et le Chirp.

### 1. Le SAR

Le SAR (Système Acoustique Remorqué) est un outil géophysique de mesure multicapteurs tracté près du fond par un navire et opérationnel jusqu'à 6000 m de profondeur. Il mesure 5 m de long et 1 m de diamètre. Il est tracté à une altitude quasi-constante de 70-100 m au-dessus du fond à la vitesse de 2 noeuds. Le contrôle de la navigation est assuré par l'émission depuis le SAR d'un signal acoustique reçu sur une base ultra courte (BUC) fixée sur la coque du navire et constituée de 4 antennes proches. Le positionnement du SAR, calculé par des mesures de déphasage des signaux, nécessite de définir le profil de célérité du son dans la colonne d'eau par un tir Sippican permettant de corriger les effets de réfraction dus au gradient de vitesse. En plus d'un magnétomètre, le SAR est équipé de sources/capteurs acoustiques à des fins d'imagerie de surface et de subsurface par mesure de réflectivité acoustique :

- sonar latéral pour l'imagerie de surface très haute résolution (0,25 m par pixel)
- sondeur de sédiments pour définir des profils de subsurface, jusqu'à 80 m de pénétration.



Fig. 1 : Mise à l'eau du SAR sur le NO Le Suroît

Fonctionnement du Sonar latéral : le sonar latéral est constitué de 2 antennes d'environ 1,5 m de long et fixées sur chaque côté du SAR. La fréquence de travail de l'antenne bâbord est de 170 kHz, celle de tribord de 190 kHz. L'ouverture angulaire de chaque antenne est de 80° à partir de l'horizontale dans le sens transversal et de 0,5° d'ouverture dans le sens longitudinal. Les signaux sont de type Chirp de 125 dB et de 20 ms d'impulsion émis toutes les 1,5 s : la résolution théorique est de 0,25 m pour une portée de 750 m par antenne. Il y a un angle aveugle de 20° à la verticale, qui correspond à une zone d'environ 20 m pour une altitude du SAR de 80 m. L'orientation des écoutes acoustiques se fait avec corrections de roulis-tangage-pilonnement à partir d'une centrale d'attitude montée dans le SAR.

Fonctionnement du Sondeur de Sédiments: le sondeur de sédiment est monté dans la partie arrière du SAR. Il émet également un signal Chirp de 125 dB toutes les 1,5 s : il s'agit ici d'une impulsion acoustique de 10 ms (ou plus suivant la hauteur d'eau) et de fréquence centrale 3,5 kHz. Le sondeur émet le signal suivant un cône de 50° et permet une pénétration maximale d'environ 80 m avec une résolution théorique de 0,75 cm.

Les données fournies par le SAR sont disponibles sous 2 types :

- données temps réel : sortie sur DOWTY
- données temps différé : les données sont enregistrées sous forme numérique.

Données temps réel : les données sont disponibles en temps réel après plusieurs corrections : lois TVG, altitude et vitesse du sonar. Le contraste est également corrigé ainsi que le halo. Les données s'impriment en temps réel sur une table graphique DOWTY (une des têtes d'impression était mal positionnée malgré une récente réparation par le constructeur). Les données des sonars latéraux bâbord et tribord, corrigées et non corrigées de l'altitude (images rectilignes) et le sondeur de sédiments (profil), renseignées par l'heure et les coordonnées d'acquisition, sont imprimées en niveaux de gris. Les images de sonar latéral sont des images rectilignes où les tirs sont empilés sans positionnement géographique, ce qui conduit à des structures observées pouvant être déformées par rapport à la réalité (ceci peut-être corrigé par un rejeu en temps différé).

Données temps différé : les positionnements géographiques du navire et du SAR (données Capteurs) et les données acoustiques (données Images : sondeur latéral et sondeur de sédiments) sont enregistrées simultanément dans des fichiers de type .cp et des fichiers associés de type .im, respectivement. Les données sont récupérées en fin de mission sur disques optiques, et sauvegardées également sur disque dur durant la campagne. Elles ont commencé être rejouées en temps différé par 2 logiciels installés sur les ordinateurs embarqués par Géosciences Azur : Caraïbes et Sonarscope, logiciels développés par Ifremer.

Traitement de la navigation : la navigation du Sar est contrôlée par une centrale d'attitude intégrée calculant simultanément le tangage, le pilonnement et le lacet. Ces informations sont utiles pour les corrections des mesures acoustiques. La navigation est nécessaire pour positionner géographiquement les structures observées sur les images rectilignes. Pour pouvoir les exploiter, nous avons converti chaque fichier brut .cp en deux fichiers de positionnement : un pour le navire, l'autre pour le SAR. Ces deux fichiers ont l'intérêt de pouvoir ensuite être convertis au format .nvi par Caraïbes. **Le script de conversion écrit à bord par Y. Le Gonidec a été mis à disposition de l'équipe SAR.**

La navigation du Sar présente un nombre de points aberrants qui augmente avec la profondeur (cf Fig. 2 avec des profils dans des canyons).

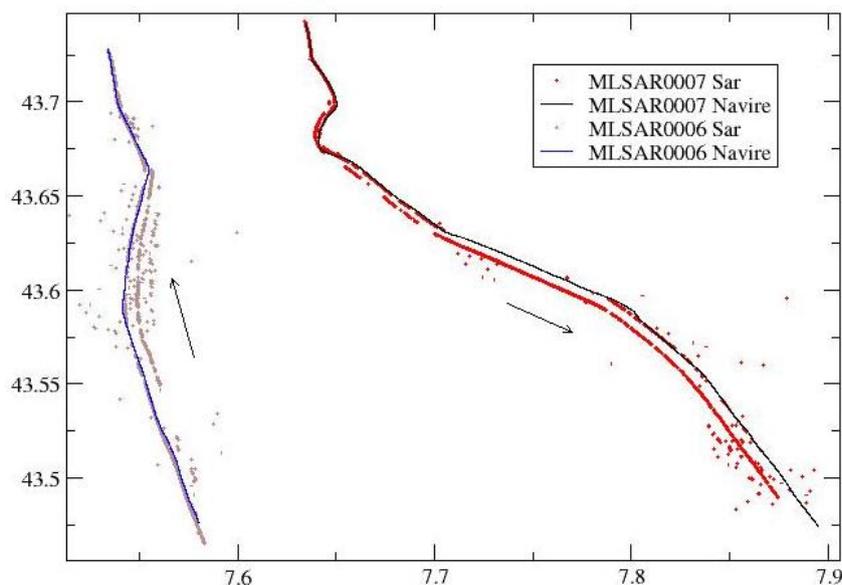


Fig. 2 : Navigation du SAR et du navire. MLSAR7 est un profil montant et MLSAR6 est un profil descendant.

Les décalages observés, positionnés sur le côté tribord pour les 2 profils, sont donc d'origine acoustique et non liés aux courants marins : la navigation du SAR est donc essentiellement celle du navire moyennant un biais qui dépend de la distance SAR-navire. Le nettoyage de la navigation .nvi se fait par le module *Ananav* de Caraïbes : déplacement ou suppression de points ou nuages de points reliés par leur chronologique (découpe : « sélectionner tout »).

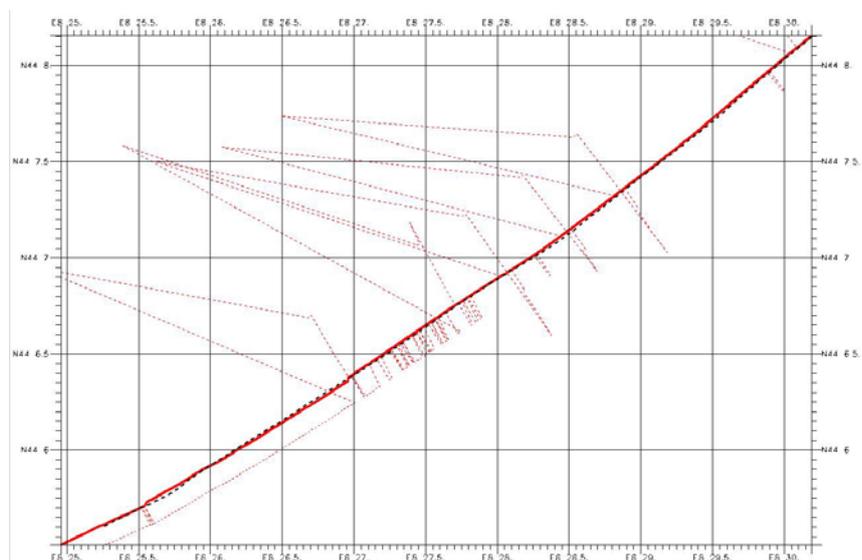


Fig. 3 : Nettoyage de la navigation du SAR avec Ananav (logiciel Caraïbes)

Il est ainsi possible de représenter la navigation complète du SAR correspondant aux zones d'acquisition sur un fond bathymétrique de la campagne Malisar. Au final, ce sont plus de 600 km de profils qui ont été acquis en fin de campagne, ce qui correspond à un volume de données d'environ 3,5 Go.

Traitements du sonar latéral : pour cela, deux logiciels ont été directement utilisés à bord et continus d'être développés dans ce sens, Sonarscope v1.6 et Caraïbes v3.3. Plusieurs opérations de routine peuvent être effectuées :

- Importation des données de navigation : *Importautres/Tnmg77 --> fichier nav.nvi*
- Nettoyage interactif de la navigation : *Navigation/Ananav --> cleanav.nvi*
- Importation des données d'imagerie : *ImageSonar/Imisol --> fichier image.imo*

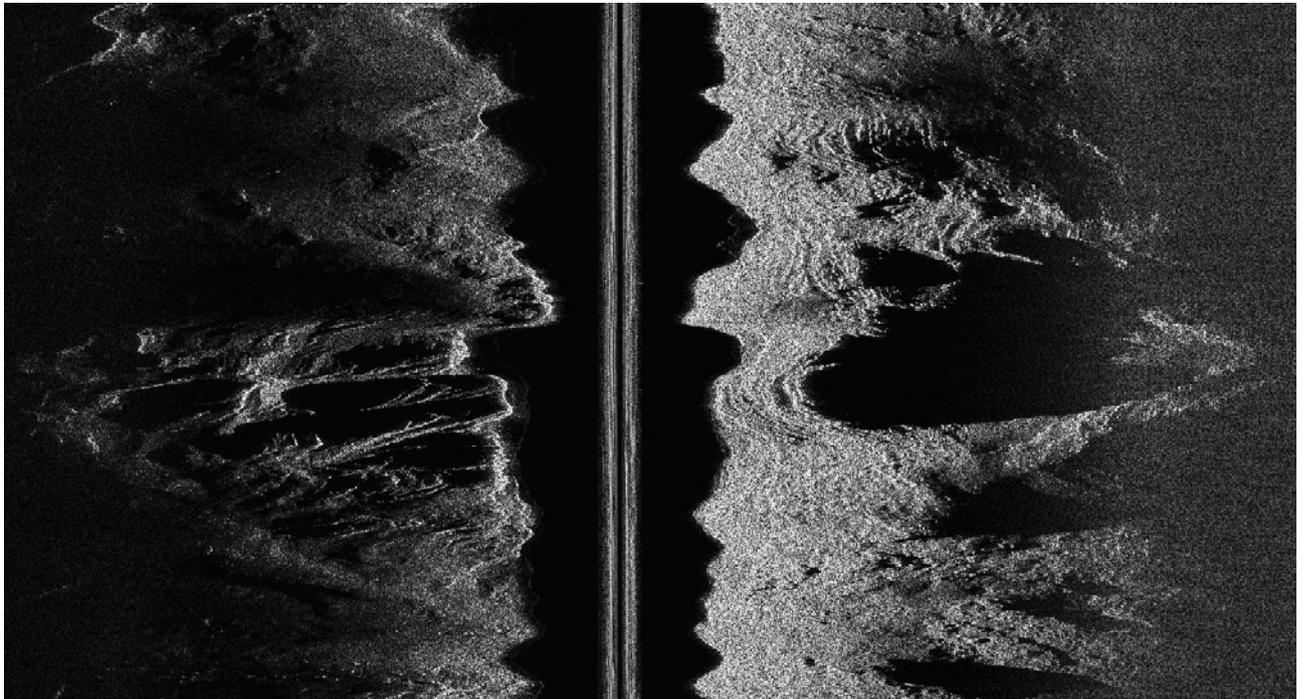


Fig.4: Image rectiligne du SAR: les ombres sont noires (inversées par rapport au DOWTY)

La zone centrale correspond à la propagation dans la colonne d'eau: la variation de largeur est proportionnelle à l'altitude du Sar. Une telle représentation temporelle doit être corrigée de l'altitude du SAR :

- Détection de hauteur d'eau et de portée : *ImageSonar/Edihop*
- Nettoyage des données d'en-tête : *ImageSonar/Edilin --> nouveau layer*
- Correction d'attitude et halo: *ImageSonar/Corire*
- Correction de contraste: *Mosaïque/Analim*
- Préparation de la mosaïque: *ImageSonar/Spremo*
- Réalisation de la mosaïque: *ImageSonar/Sreamo*
- Interpolation/Lissage: *Mosaïque/Efiltr*

Le logiciel Sonarscope permet des traitements approfondis des données de sonars latéraux : statistiques du bruit, filtrage du speckle par ondelettes, ... Grâce à des algorithmes performants, Sonarscope permet une détection optimisée de l'altitude du SAR. D'autre part, par des traitements du speckle basés sur les transformées en ondelettes, Sonarscope produit des images rectilignes débruitées sur lesquelles se détaillent nettement les structures géologiques (rides de sable, ...).

Traitements des données du sondeur de sédiments : l'enregistrement du sondeur de sédiments est paramétrable : traces temporelles, amplitude... Nous avons choisi les traces les plus brutes, à savoir les traces temporelles déjà corrélées avec le signal source (Chirp). Caraïbes permet

d'extraire ces données, contenues dans les fichiers .im, et de les visualiser simplement avec des corrections de contrastes. Pour cela, il faut :

- Créer un fichier caractéristique du Sar : *Image\_Sds/Tcrefc --> sondsed.aux*
- Importer les données .im : *Image\_Sds/Tsddon --> sondsed.imo*
- Corriger l'altitude : *Image\_Sds/TechSd --> sondsed\_scale.imo*
- Imprimer en postscript : *Image\_Sds/ImpSds --> sondsed.ps*

*Rq:* l'impression nécessite de connaître les altitudes min et max : info dans le fichier sondsed.imo

Ceci permet de reconstruire les profils du SAR corrigés des délais, contrairement à la sortie DOWTY en temps réel.

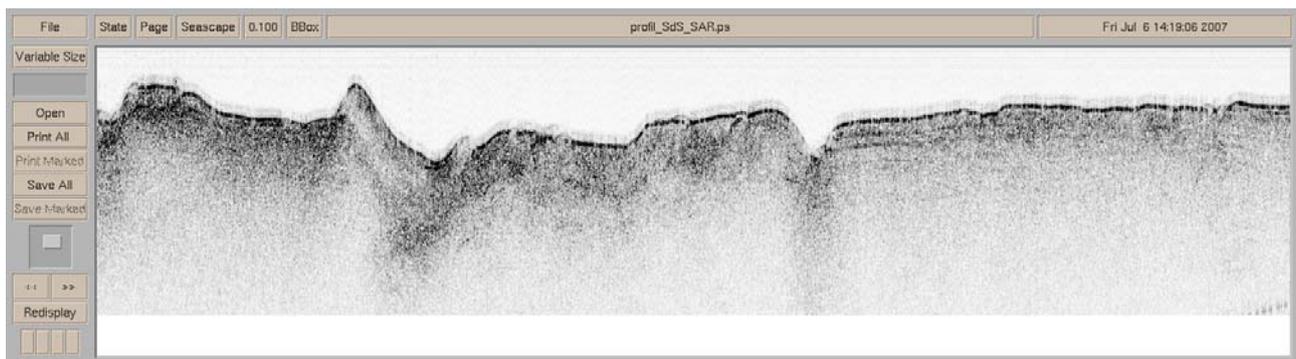


Fig.5: Profil du sondeur de sédiments du SAR (traité avec Caraibes)

#### Observations :

A partir des données brutes, il est possible de faire certaines observations dans la colonne d'eau, ce que ne permet pas la sortie papier. Elles peuvent ainsi révéler la présence de bulles de gaz, sorties de fluides, bancs de poissons...

Par petits fonds, nous observons des artefacts dus à la réflexion sur la surface de la mer dont l'écho perturbe les données imprimées.

Il est possible, par un processus de drapage, de couvrir la bathymétrie multifaisceaux par l'imagerie de surface des sonars latéraux du SAR : ceci permet de replacer les structures géologiques sur le relief du fond, constituant ainsi une aide à l'interprétation géologique.

Une liste des profils SAR est disponible en annexe.

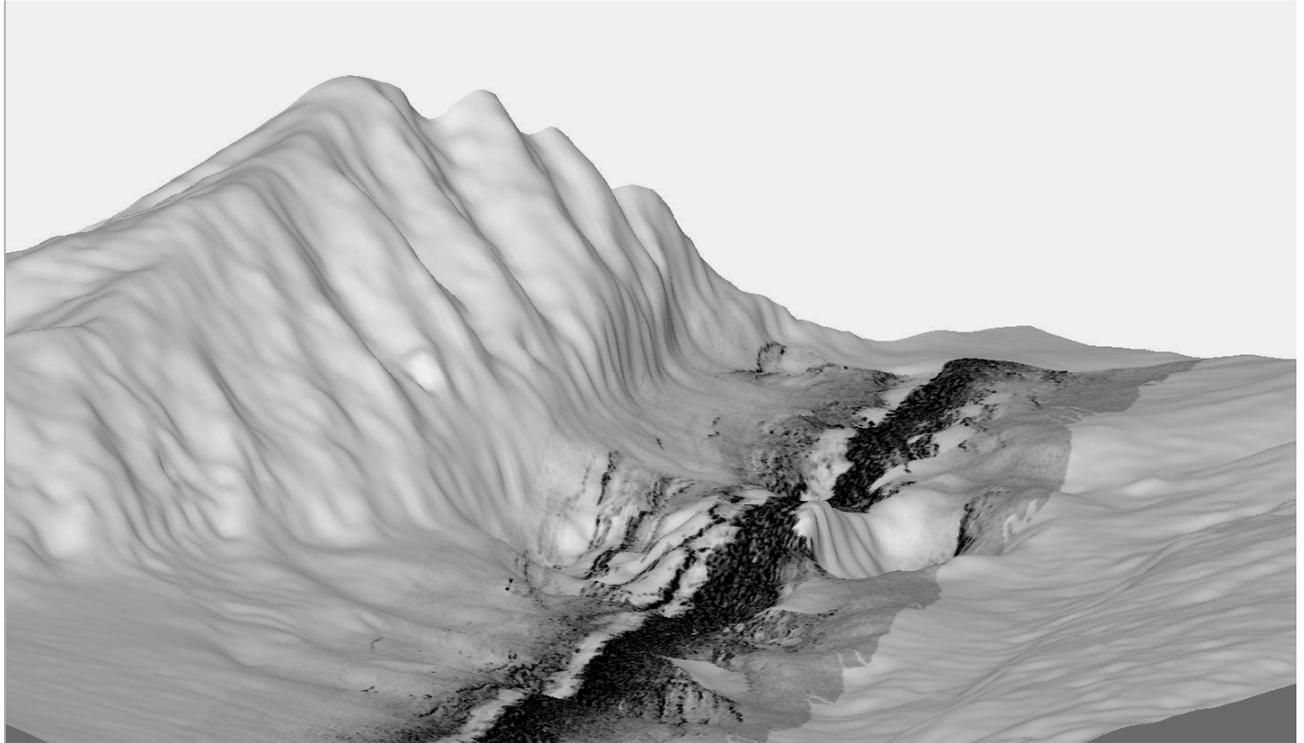


Fig. 6: Drainage de la bathymétrie par l'imagerie des sonars latéraux du SAR.

## 2. AUV

La charge utile de cartographie micro-bathymétrique Simrad EM2000 de Géosciences Azur a été portée sur l'AUV2 de l'Ifremer au cours de la campagne MALISAR2. L'équipe d'intégration de Toulon a repris l'essentiel des principes adoptés pour l'AUV Aster<sup>X</sup>. L'adaptation mécanique et le câblage n'ont pas posé de problème particulier par rapport à l'installation précédente sur Aster<sup>X</sup>. Toutefois, cette nouvelle installation n'avait pas été testée en pleine mer avant l'embarquement pour MALISAR2. Les essais en darse ont été effectués les 30 et 31 mai, avec tentative de calibration des biais d'attitude sur cible à géométrie connue, et les 6 et 7 juin, après correction de pesée, mais sans mire. **Les zones d'études situées à plus 1500 m de profondeur n'ont pas pu être abordées compte tenu des problèmes techniques et des spécifications de sécurité imposées avant la campagne.**

Le système EM2000 est un sondeur multifaisceaux 200 kHz, de 120 degrés d'ouverture, composé d'antennes émettrices et réceptrices (80 cellules physiques) placées à l'avant du véhicule, et d'un Processor Unit (PU) installé à l'intérieur de l'enceinte principale. Le signal bathymétrique est échantillonné en temps réel sur 111 voies logiques. Optionnellement, les 111 faisceaux sont échantillonnés en mode équiangulaire, en **mode équidistant** sur le fond (mode préférentiel pour le levé géologique), ou encore en mode "in between".

La position relative du véhicule est analysée par une centrale inertielle Phins, placée à l'intérieur de l'enceinte principale, dans l'hémisphère arrière. Les données sont transmises en temps réel au PU, via le contrôleur de charge utile (CCU) pour une prise en compte du roulis, du tangage et du cap instantané dans le calcul du pointé de chaque faisceau individuel. Lorsque la navigation inertielle est contrainte par un paramètre externe (position GPS en surface, vitesse DVL / fond en plongée), la dérive de la position inertielle est inférieure à 2-3 m par heure de navigation. En revanche, dans les phases de descente et de remontée du véhicule, la dérive peut atteindre 100 m pour 1000 m de descente en cercle. Une procédure

sommaire de rattrapage de trajectoire par un contrôle visuel sur le suivi GAPS permet de recadrer le programme du levé sur la cible initiale.

La **mesure de l'immersion** est effectuée par un capteur Paroscientific 8 C (0-7000 m) donné pour une précision de 0,01 % ; elle est prise en compte en temps réel par le PU. Les offsets de position du capteur d'immersion par rapport au centre de l'antenne réceptrice (point de référence de la mesure bathymétrique) sont transmis au PU-EM2000 par le CCU via un fichier de configuration ccu.xml.

Pour la campagne MALISAR2 comme pour les précédentes, nous avons effectué les levés en utilisant la faculté de l'AUV de naviguer à une **distance constante au-dessus du fond**. Une distance de 50 m a été retenue. Ceci permet en théorie une largeur de fauchée stable de 180 m environ et donc un échantillonnage optimal des grilles cartographiques à un pixel de 1,5 m. Un écartement de 150 m entre traces de navigation a été retenu pour les plongées 1 à 4, entraînant un recouvrement d'environ 30% entre deux traces contiguës, ceci afin d'analyser des fluctuations encore incomprises des biais d'attitude (jusqu'à 1% pour le biais de roulis). Pour la plongée 5, un écartement de 190 m minimise les recouvrements.

Les **paramètres de célérité** pris en compte par le PU sont introduits manuellement avant la plongée. Ceux-ci ont été ajustés sur les sondes Sipican. Le rejeu ultérieur des données du capteur CTD permanent permet une correction à posteriori.

La **réflectivité acoustique** est acquise en parallèle de la bathymétrie. Le rejeu, possible avec les outils Caraibes, n'a pas encore été réalisé.

Récapitulatif des paramètres d'acquisition

	<i>plongée1</i>	<i>plongée2</i>	<i>plongée3</i>	<i>plongée4</i>	<i>plongée5</i>
date	16/06/07	17/06/07	18/06/07	20/06/07	21/06/07
bais de roulis	0,15 °	0,15 °	0,15 °	0,45°	0,45°
biais de tangage	0	0	0	0	0
biais de cap	0	0	0	0	0
référence célérité	Malisar201	Malisar202	défaut	Malisar205	Malisar207
auto altitude	50 m				
écartement	150 m	150 m	150 m	150 m	190 m
vitesse	1,5 m/s				

Paramètres de configuration :

- time delay : 0.3 secondes
- Depth sensor offset X = -2.1868
- Depth sensor offset Y, non prévu
- Depth sensor offset Z = -0.125
- position sensor offset X,
- position sensor offset Y
- position sensor offset Z

Le fichier ccu.xml est disponible en annexe avec l'ensemble des paramètres de configuration.

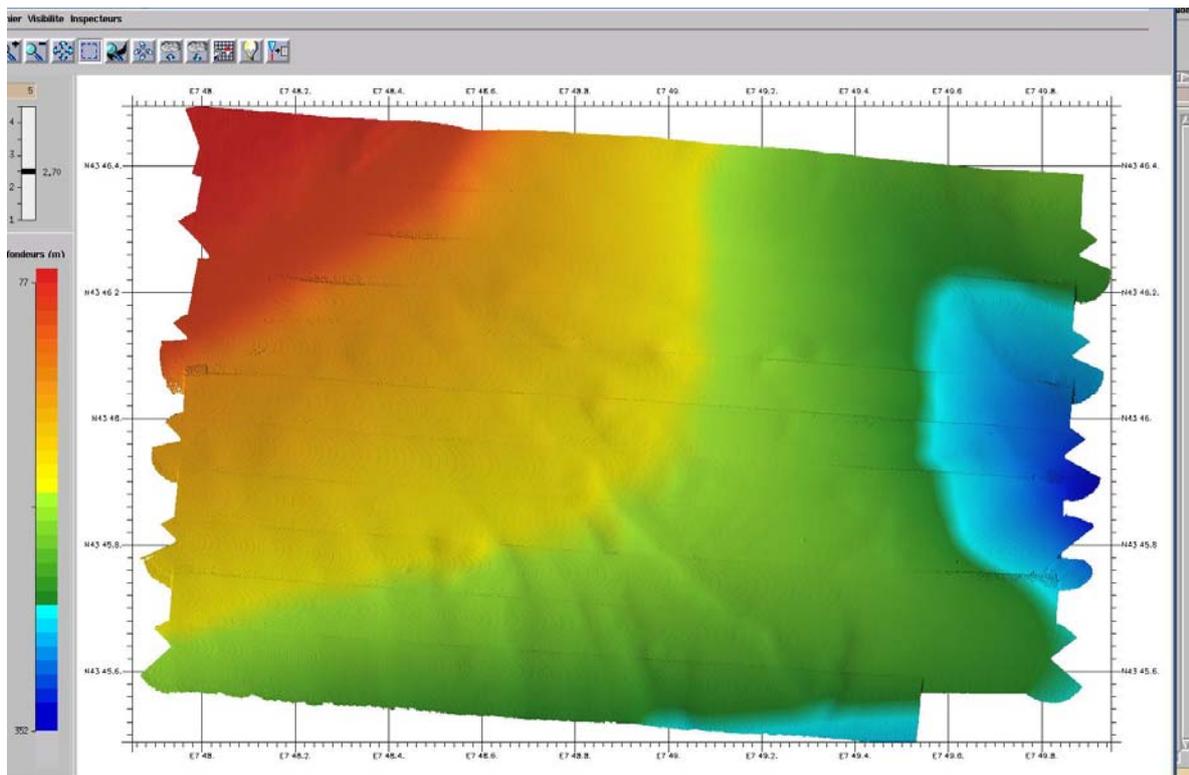
Remarque : lors du dépouillement, le profil de célérité qui a été pris en compte pour la plongée 3 s'est révélé défectueux. Une valeur unique par défaut de 1502 m/s a été utilisée.

## Compte rendu des dépouillements effectués à bord et premiers rejeux

### Plongée 1

Report du profil de célérité enregistré par la CTD en première partie de la plongée 1.

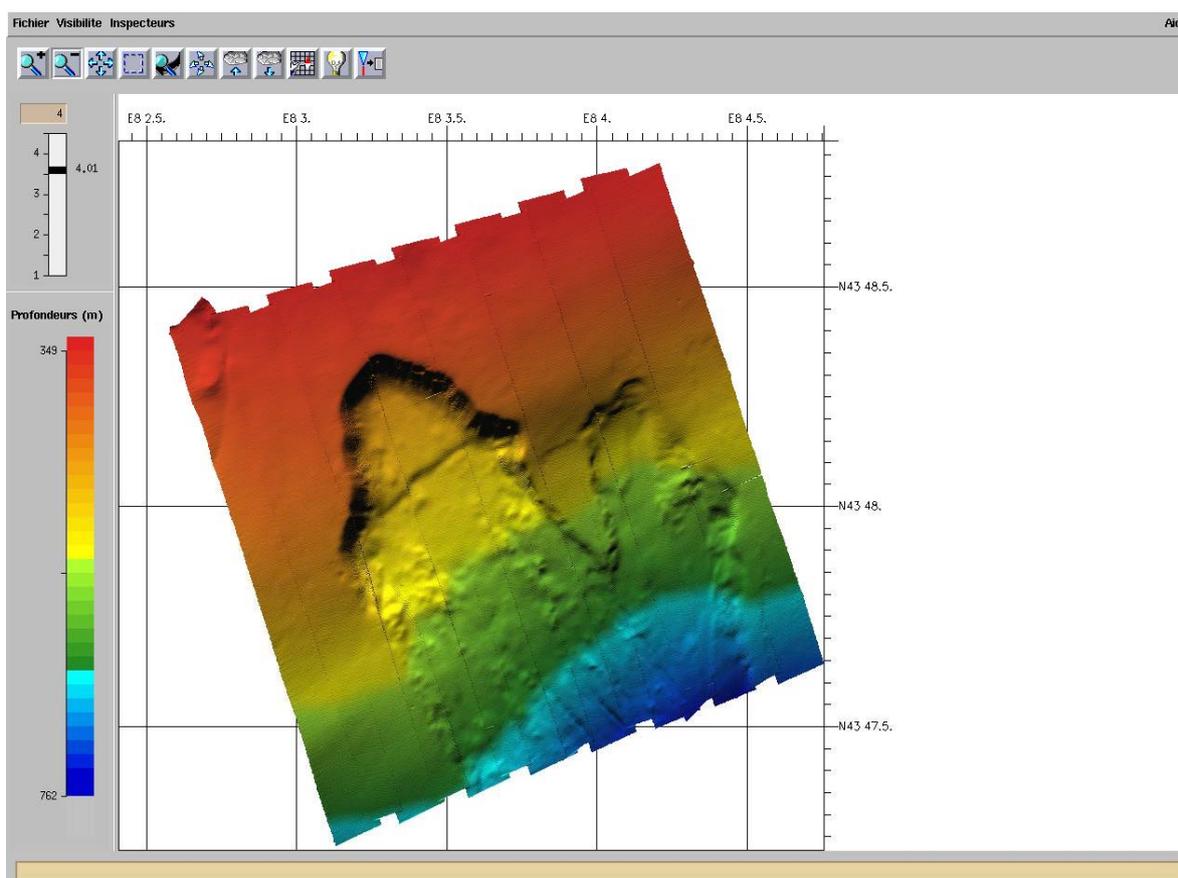
Celle-ci est assez nettement différente du profil de saisie. Une modification est donc à faire. Toutefois, la fonction ModCel de Caraibes ne fonctionne pas avec le profil de célérité importé du fichier \*.all par le module d'importation Tm2000 (problème soumis à Caraibes assistance).



La zone de la plongée 1 est très peu contrastée. Le recalage sur les traces GAPS est facile, les dérives maximales sont de 20 m et homogènes sur l'ensemble du levé. Un léger problème subsiste avec la célérité, mais la correction à l'aide de ModCel de Caraibes semble inopérante. Ce problème est probablement à l'origine de l'artéfact d'ondes en paraboles visibles en éclairage rasant :



## Plongée 2

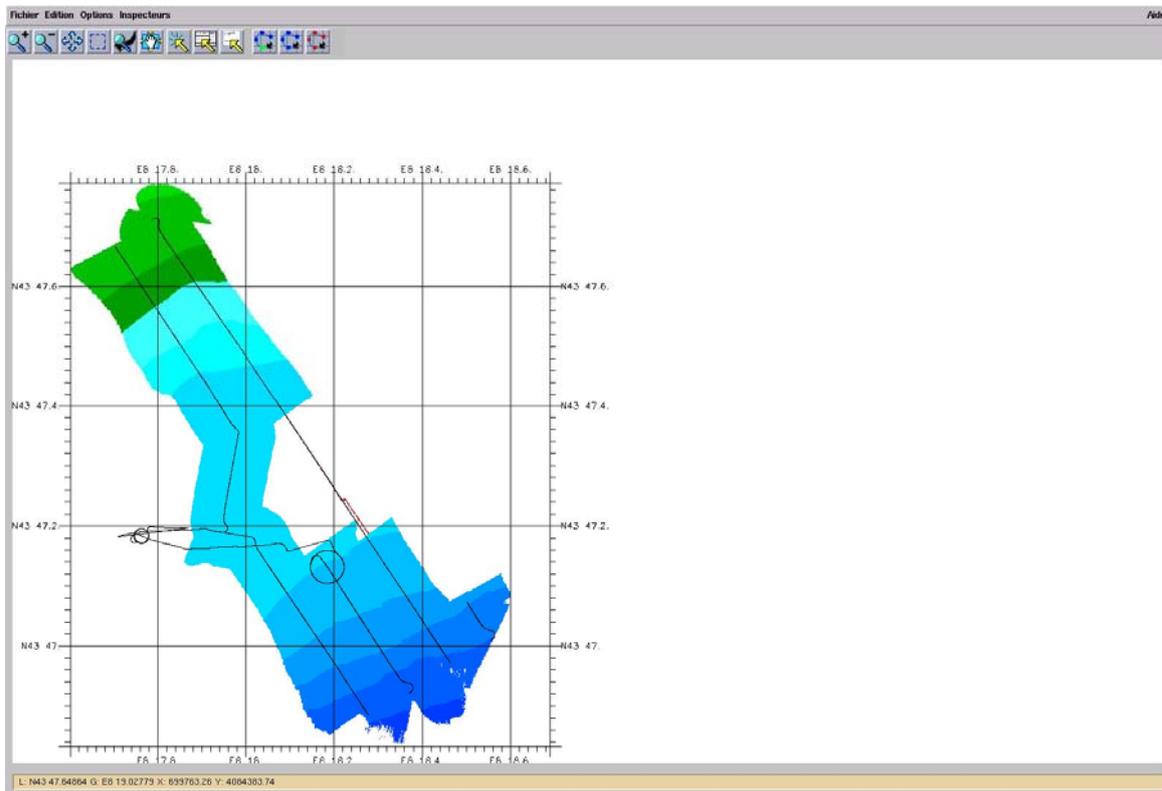


Peu de problème relatif à la plongée 2 à l'exception d'un biais de roulis qui semble instable. Une valeur corrigée de  $0,45^\circ$  est prise en compte en post traitement, mais cette correction ne s'applique pas uniformément sur l'ensemble de la zone. Ce problème n'est pas compris à ce jour.

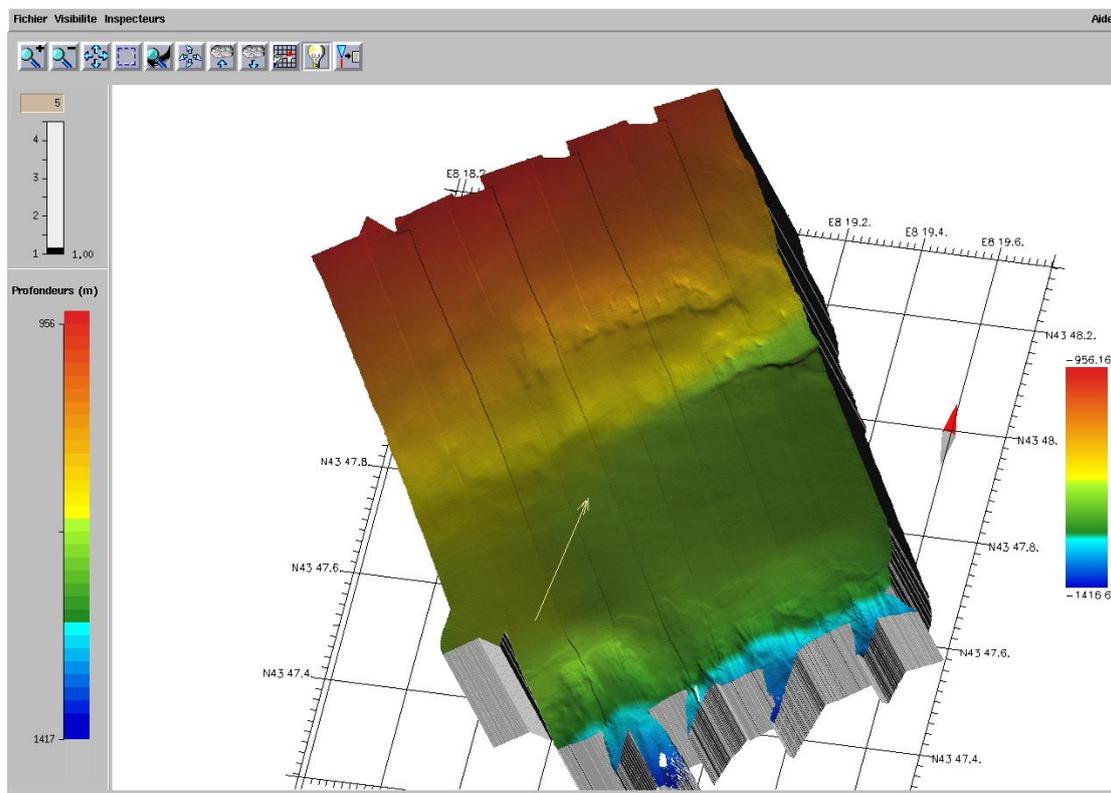
## Plongée 3

Tous les problèmes sont cumulés sur cette plongée :

- une première remontée a eu lieu après le premier virage, vraisemblablement due à des difficultés de suivi du fond en pied de pente très escarpé.
- une deuxième tentative a été avortée sur une remontée sur voie d'eau, avec largage du lest.
- les fluctuations du biais de roulis apparent sont très fortes (de  $-1^\circ$  en pied de pente à  $+0,45$  à faible immersion. Interférence possible une mauvaise célérité).
- la mosaïque de la couverture de la plongée 3 avec celle de la plongée 4 n'est qu'approximative (difficulté avec le tracking GAPS).

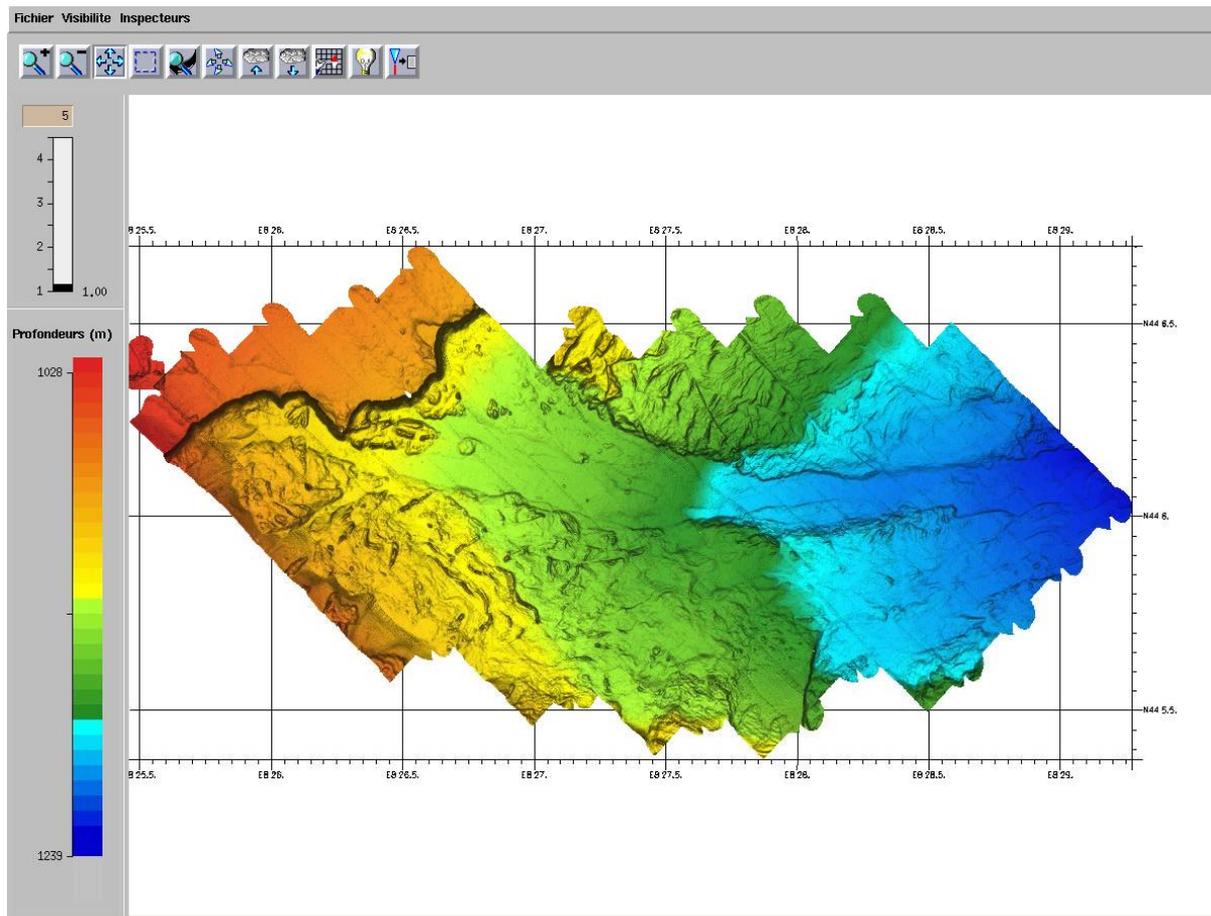


### Plongée 4



Les problèmes rencontrés sur cette même zone au cours de la plongée 3 sont apparemment résolus ou atténués.

## Plongée 5



Record de durée et de distance parcourue, cette plongée sans incident a permis un levé facile à recaler sur les traces du suivi GAPS. Les paramètres d'acquisition (roll offset +0.45, et profil de célérité extraits du résultat d'un tir SIPICAN sur zone le jour même (malisar207)) donnent un bon résultat cartographique avec un minimum de correction.

### ***3. Carottage Küllenberg***

La profondeur des carottages était limitée à 2200-2300 m à cause d'un point de faiblesse survenu sur le câble aramide à environ 2400 m lors d'une campagne précédente (utilisation du câble pour dragages par grand fond). Les carottages ont été réalisés avec des tubes de 10 m de long et un lest 1084 kg. Nous avons toujours utilisé une hauteur de chute de 1,50 m et nous avons adapté la longueur de la boucle à la profondeur d'eau des carottages (4 m pour les carottages les plus profonds et 2 m pour les carottages les moins profonds).

Une fois la chemise PVC extraite du tube, les carottes ont été mesurées puis découpées en sections de 1 m de long. Leur ouverture ne s'est pas faite directement à bord. Trente sept mètres de carottes ont ainsi été collectés, soit une récupération moyenne d'environ 5 m. Les carottes KMAL01, 02, 03, 04, 07 ont été envoyées au laboratoire de Villefranche/Mer pour analyse et les carottes KMAL05 et 06 ont été envoyées à Ifremer-Brest (DRO/GM) pour mesure spécifique de la gammadensité et de la vitesse du son à l'aide du banc MSCL Geotek.

Tableau récapitulatif des carottages prélevés au cours de MALISAR2 :

Nom	Date	Position	Profondeur (m)	Longueur (m)	Hauteur de chute et boucle (m)	Localisation
KMAL01	08/06/2007	N43° 33.210 E07° 37.016	2193	7,74	1,50 4	Glissement escarpement 2001
KMAL02	08/06/2007	N43° 30.986 E07° 33.958	2180	4,30	1,50 4	Pied escarpement 2001
KMAL03	08/06/2007	N43° 37.658 E07° 43.701	1914	6,45	1,50 4	Terrasse sur bordure gauche (est) canyon de La Roja
KMAL04	13/06/2007	N43° 48.528 E08° 03.005	343	2,62	1,50 2	Amont « glissement 1887 »
KMAL05	13/06/2007	N43° 48.168 E08° 03.356	462	4,40	1,50 2	Cicatrice « glissement 1887 »
KMAL06	13/06/2007	N43° 47.534 E08° 03.951	657	5,48	1,50 2	« Glissement 1887 »
KMAL07	13/06/2007	N43° 47.16 E08° 04.37	774	5,92	1,50 2	« Glissement 1887 »

#### 4. Sondeur multifaisceaux EM300 et Chirp

Le sondeur multifaisceaux utilisé sur le N/O Le Suroît est l'EM300. Il fonctionne avec des fréquences de 32 kHz. Il mesure simultanément la profondeur selon plusieurs directions, déterminée par les 135 faisceaux de réception du système. Ces faisceaux forment une fauchée perpendiculaire à l'axe du navire. L'EM300 fonctionne selon la technique dite « des faisceaux croisés ». Le but de cette technique est d'éliminer les effets du mouvement du navire sur l'acquisition des données. La profondeur est calculée en mesurant le temps mis par l'onde pour se propager dans la colonne d'eau (temps aller-retour), et sa vitesse de déplacement. Ce calcul se base sur l'estimation conjointe d'un temps et d'un angle ; ce couple (t,  $\Theta$ ) permet d'accéder à la position du point de sonde. La mesure est effectuée par référence à la position instantanée et l'attitude du navire, pour pouvoir effectuer les corrections d'angles (en particulier en fonction du roulis) et affecter des coordonnées géographiques correctes aux points de sondes. Ceci impose d'acquérir conjointement aux signaux du sondeur multifaisceaux, les mesures fournies par un système de navigation (pour positionner géographiquement les sondes mesurées) et par une centrale d'attitude (pour corriger les mouvements du porteur).

Le sondeur de sédiment Chirp est un équipement acoustique permettant de visualiser les couches sédimentaires au dessous du fond de la mer et jusqu'à plusieurs dizaines de mètres de profondeur. Le sondeur installé sur le N/O Le Suroît émet des fréquences comprises entre 1,8 et 5,3 kHz. Les signaux émis sont des modulations de fréquence linéaires d'une durée de 10 à 80 ms. Le signal reçu consiste en une série temporelle d'échos réfléchis à chaque changement de nature (impédance acoustique) des sédiments. L'antenne est constituée de 7 transducteurs Tonpilz montés en parallèle, qui sont utilisés à la fois pour l'émission et la réception.

Pendant MALISAR2, quelques lignes test Chirp ont pu être acquises pendant le Leg 1, soit au cours des deux journées de carottages afin de mieux positionner les carottes sur les cibles choisies, soit pendant quelques profils d'acquisition SAR. Pendant le Leg 2, les acquisitions

Chirp se sont déroulées systématiquement conjointement à celle de l'EM300, et de façon expérimentale, pendant la plongée 1 de l'AUV (seulement deux lignes pour contrôler s'il y avait des interactions de bruit avec la GAPS de l'AUV, résultat négatif) puis pendant les plongées 2 et 5.

De gros efforts de réglages et calibration du Chirp ont été effectués par les électroniciens du bord afin d'être le mieux adapté possible aux conditions locales d'acquisition. Ils ont grandement améliorés la pénétration et la résolution des profils. Le système d'acquisition Delph en lui-même reste toutefois assez instable et son réglage et adaptation aux conditions du fond ne sont pas toujours faciles à mettre à point.

Une liste complète des profils Chirp est disponible en annexe.

### III. Résultats préliminaires

Les principales cibles investiguées pendant les deux legs de la campagne sont (1) les zones épacentrales des séismes de 1887, 1963 et 2001, et pour les zones de 1887 et 2001, des glissements superficiels bien visibles pouvant être liés à l'activité sismique, (2) de grands escarpements de failles, (3) plusieurs glissements localisés à la base ou en haut de la pente continentale, (4) les canyons de La Roja, de la Taggia, de Gênes, de Levante, de Polcevera et de Vado.

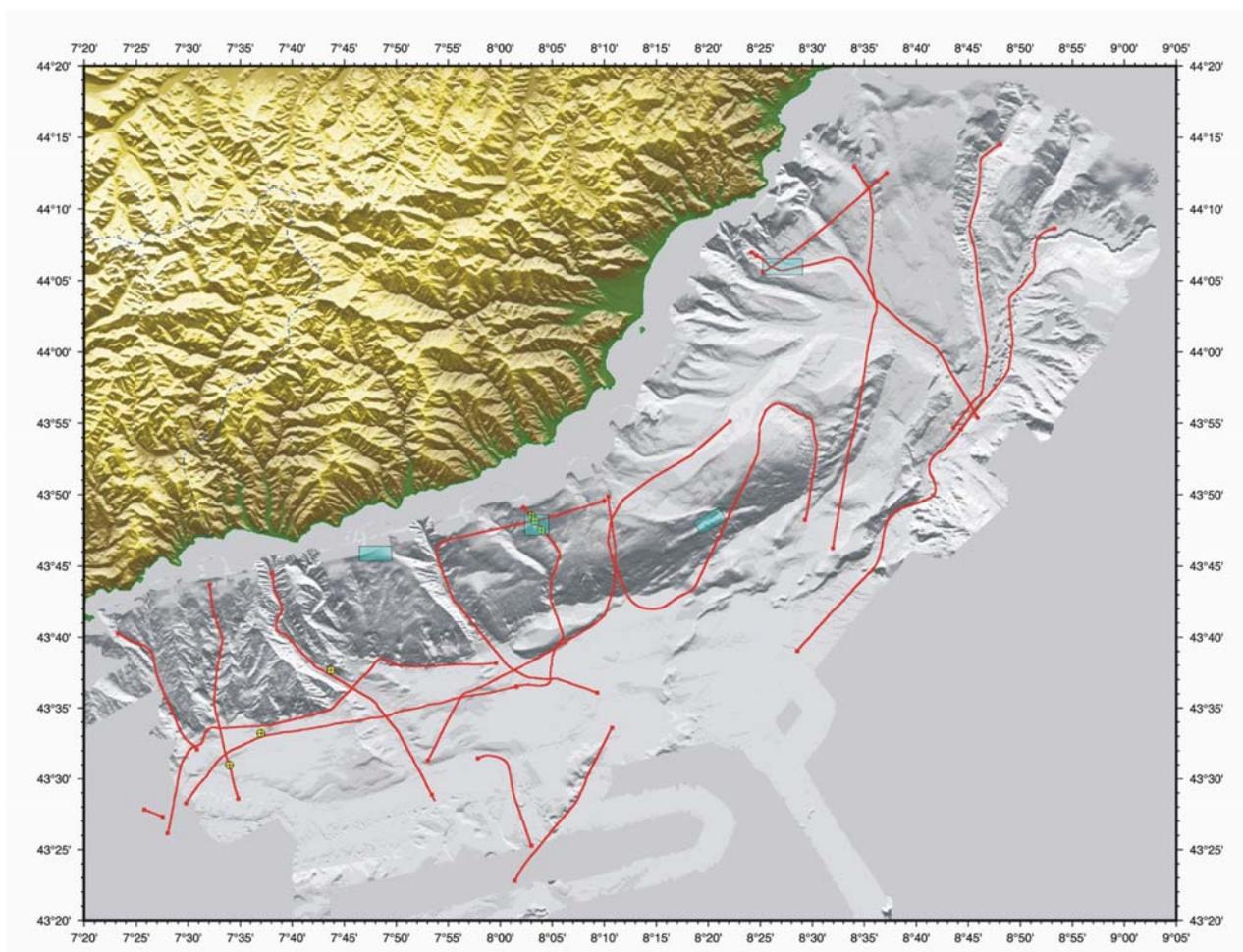


Fig. 13 : Plan de position des profils SAR (traits rouges), des carottages (points jaunes) et des levés bathymétriques AUV (boîtes bleues).

## ***1. Les escarpements de failles***

L'escarpement de faille de la zone épiscopale de 2001 a été imagé avec les profils MLSAR03, MLSAR05 et MLSAR06. Il mesure 20-30 m de haut. L'escarpement est relativement net et présente de nombreuses « stries » obliques par rapport à la direction du plan. Sur les profils 3-5 kHz associés, on n'observe pas de décalage direct des couches sédimentaires déposées de part et d'autre car les faciès sont très différents : lités continus sur le bloc nord-ouest (« soulevé ») et chaotiques à frustes sur le bloc sud-est (« abaissé »). Le pied de l'escarpement est aussi caractérisé par un faciès chaotique. L'escarpement délimite la bordure gauche actuelle de la Vallée moyenne du Var. Le mouvement relatif des deux blocs a donc commencé depuis vraisemblablement longtemps. La présence des stries bien visibles à l'affleurement indique qu'il a pu être activé encore « récemment ».

L'escarpement de direction N60° localisé entre les débouchés des canyons de La Roja et de Taggia a été imagé avec les profils MLSAR05 et MLSAR08. Alors qu'il est clairement identifiable à partir des données bathymétriques, cet escarpement est pratiquement invisible sur les données SAR. Il doit donc être assez fortement drapé de sédiments hémipélagiques. S'il est lié à la présence d'une faille, cet escarpement n'a pas du rejouer depuis le dépôt des hémipélagites.

L'escarpement sud du bloc situé en pied de pente (N43° 40.00 ; E08° 05.00) a été imagé avec les profils MLSAR04 et MLSAR08. Des plongées avec le submersible Cyana avaient déjà été réalisées sur cet escarpement au cours de la campagne Cylice ; elles avaient révélées la présence de conglomérats et de roches bien stratifiées interprétées comme des flyschs et des marnes. Les images sonar ont révélé des affleurements bien dégagés et une stratification bien visible et continue le long de l'escarpement des roches mises à nues. La base de l'escarpement est marquée par un surcreusement tapissé localement de petites rides de courant.

L'escarpement sud (> 1000 m de haut) du grand promontoire a été imagé par les profils MLSAR08, MLSAR16 et MLSAR17. Du fait de sa pente assez élevée (17°), nous avons effectué des profils les plus tangents possibles à sa direction générale. Cette surface est constituée de successions d'escarpements et de replats, ces derniers constituant des contre-pentes bien marquées sur les profils 3-5 kHz associés.

Deux plongées AUV (3 et 4) ont été effectuées sur le flanc sud du promontoire, sur le replat le plus prononcé contre l'une des failles NE-SW majeures de cette zone, afin d'imager la structure de cette contre-pente. Dans la partie est du levé, le contact entre le replat et l'escarpement est marqué par une marche abrupte très nette probablement récente. Vers l'ouest, ce contact disparaît sous plusieurs petites masses glissées superficielles dont la mise en place pourrait être liée à l'activité de la faille.

## ***2. Les glissements***

Cinq glissements principaux ont été imagés avec le SAR. Il s'agit des glissements superficiels des zones épiscopales de 1887 et 2001 et du « *Finale slide* » (situé entre les canyons Finale et Poli), et de deux méga-cicatrices (dont le « Cirque Marcel ») situées à la base de la pente au large de la Principauté de Monaco.

Pour le glissement de la zone épiscopale de 1887, le profil MLSAR04 révèle une cicatrice d'arrachement très nette, semi circulaire, haute de 80-90 m. Vers l'aval, sa largeur atteint au maximum 600 m. Les flancs de la cicatrice ne semblent pas repris par une érosion secondaire ce qui atteste du caractère « récent » de la mise en place du glissement. Sur le profil 3-5 kHz, le fond de la cicatrice présente un corps transparent dont l'épaisseur augmente de 10 à 20 m vers l'aval. Nous l'avons interprété comme la coulée de débris résultant de l'arrachement. Ce corps n'est pas recouvert de dépôt drapant, ce qui traduit encore le caractère récent de cet

événement. En amont de la cicatrice, le fond marin ne présente aucune marque de déformation ou de fente d'étirement liée à la disparition du volume de sédiment dans la cicatrice. L'ensemble de la cicatrice a également fait l'objet d'un levé AUV (plongée 2). La cicatrice, très nette et abrupte dans sa partie amont, tend à disparaître assez rapidement vers l'aval, où elle semble être affectée par des glissements secondaires matérialisés par des fonds rugueux (blocs ?) le long des bords est et ouest de la cicatrice. Un escarpement recoupe l'intérieur de la cicatrice suivant une direction NE-SW. Sa localisation correspond également à l'endroit où la cicatrice s'évase latéralement. Vers l'aval, des sillons d'érosion se sont mis en place dans le sens de la pente, parallèlement à la direction de déplacement, et pourraient résulter du passage de la coulée de débris générée par le glissement et observée plus en aval sur les profils Chirp. Aucune marque de déformation n'est observée en amont de la cicatrice. Quelques dépressions circulaires de quelques mètres de diamètre sont observées sur sa bordure ouest ou directement sur la pente abrupte de la cicatrice dans sa partie amont. Un second glissement, plus petit et superficiel, recoupe la cicatrice sur sa bordure est.

La cicatrice (ou au moins sa partie basale) du glissement de la zone épiscopale de 2001 est imagée sur le profil MLSAR03 et une partie de la masse glissée qui recouvre l'escarpement de faille est imagée sur le profil MLSAR05. La cicatrice présente une forme semi-circulaire. Ses flancs abrupts sont constitués de micro-falaises d'une dizaine de mètres de haut correspondant certainement à la stratification des roches mises à nues à l'intérieur de la cicatrice. L'absence de dépôt drapant traduit le caractère récent de cet événement. En aval de la cicatrice, la masse glissée est surtout visible sur le profil 3-5 kHz associé. Elle se présente sous la forme d'une unité lenticulaire, au faciès transparent, se biseautant latéralement et passant à des faciès lités. Les bordures de la masse glissée ne sont pas visibles sur l'image sonar mais de petites rides, plus ou moins perpendiculaires à la direction supposée de déplacement, sont présentes localement en surface.

Le « *Finale slide* » est visible sur les profils MLSAR14 (perpendiculaire à la cicatrice) et MLSAR15 (parallèle à la cicatrice). C'est de loin le glissement présentant les caractéristiques morphologiques les plus spectaculaires. Dans sa partie ouest, l'escarpement est quasi-rectiligne et mesure environ 50 m de haut. Immédiatement vers l'aval, on observe la présence de blocs pluri-décamétriques correspondant à des fragments glissés (voir « raftés ») mais non déformés de la couverture sédimentaire. Les blocs disparaissent rapidement pour faire place à une unité au faciès transparent, d'une épaisseur de 10-20 m. Nous l'avons interprété comme le dépôt d'une coulée de débris résultant de la transformation progressive du glissement. Cette coulée n'est pas recouverte de dépôts hémipélagiques, ce qui traduit le caractère récent de cet événement. La surface de la coulée est complexe et présente de nombreuses rides longitudinales, de faible amplitude mais de plusieurs centaines de mètres de long, et orientées plus ou moins parallèlement au déplacement. Ce type de figure a déjà été décrit dans la littérature par D.G. Masson sur le *Saharian Debris Flow* ou par D.J.W. Piper sur les grandes coulées initiées au large de Terre Neuve lors du séisme de 1929. On peut ainsi observer le déplacement vers l'aval de cette coulée sur au moins 20 km depuis la cicatrice du glissement. Dans sa partie est, l'escarpement est de moins en moins prononcé. Il est même repris par au moins deux glissements très superficiels et de taille plus modeste. Ces glissements présentent des cicatrices semi-circulaires et de très nombreuses rides de compression à leur surface, ce qui traduit généralement des phénomènes de type glissement rotationnel ou *slump*. La partie ouest du *Finale Slide* a été imagée par l'AUV (plongée 5). La microbathymétrie de cette zone est particulièrement complexe. La géométrie de la cicatrice est similaire à celle observée sur les données EM300 mais plusieurs petits glissements superficiels sont révélés le long de l'escarpement. Par comparaison avec l'EM300, la différence majeure vient de l'intérieur de la cicatrice et de son prolongement aval. Ici, la partie centrale du levé est en dépression et

correspond au toit d'une coulée de débris. Les bordures est et ouest du levé sont caractérisées par des masses glissées qui sont venues recouvrir localement la coulée. Ces masses présentent des alignements de blocs ou de matériau déformé en surface et des bordures très nettes qui marquent le caractère très cohésif et le déplacement aval limité de ces événements. Un premier glissement aurait donc libéré un grand volume de matériau qui se serait transformé en une coulée de débris. Le vide laissé sur la pente par le glissement aurait alors provoqué d'autres déstabilisations des flancs de la cicatrice qui auraient recouvert la coulée.

Le Cirque Marcel a été imagé avec le profil MLSAR02. Ce profil remonte également la pente jusqu'en face de la baie de Beaulieu en empruntant un thalweg bien marqué dans la morphologie et qui avait été précédemment interprété comme lié à un phénomène d'érosion rétrogressive depuis le Cirque Marcel. Le Cirque est constitué de 3 escarpements semi-circulaires emboîtés et séparés par des replats. Les escarpements mesurent 80-100 m de haut et sont eux-mêmes très fortement disséqués par de nombreux thalwegs. Ils laissent apparaître par endroit la stratification des roches mises à nues. Les zones de replat présentent de nombreux blocs de taille décamétrique et, plus rarement, des ondulations du fond ressemblant à des rides de courant ou des rides de compression d'un glissement superficiel (?). En amont du Cirque, le thalweg présente un fond et des flancs très affectés par l'érosion mais cette érosion n'a pas affecté l'escarpement directement en contact avec le thalweg. Cette observation amène donc deux questions : l'escarpement est-il plus jeune que le thalweg ou bien l'érosion dans le thalweg est-elle suffisamment forte pour affecter l'escarpement ?

### **3. Les canyons**

Plusieurs levés SAR ont permis de visualiser le fond des principaux canyons de la marge. Il s'agit des profils MLSAR07 (canyon de La Roja), MLSAR09 (canyon de Taggia), MLSAR12 (canyon de Gênes et Levante), MLSAR13 (canyon de Polcevero), MLSAR16 (canyon Vado). D'autres profils ont permis d'observer localement le fond du canyon Verde (MLSAR04), du canyon Noli (MLSAR15) et du canyon Mercula (MLSAR17).

Sur la marge entre Nice et Imperia, les fonds des canyons de La Roja et de Taggia présentent des morphologies assez similaires. L'activité très récente et l'érosion intense y sont révélées par la présence de sillons pouvant atteindre plusieurs mètres de profondeur et plusieurs centaines de mètres de long. Il n'est pas rare d'observer les plans de stratification des roches, constituant le socle acoustique, mises à nues sur le fond ou à la base des flancs des canyons. Les figures les plus spectaculaires sont présentes le long du canyon de La Roja au sein duquel il est possible d'observer un changement progressif de la nature des structures de l'amont vers l'aval : rides de sable/gravier et arrachement latéraux sur la base des flancs, sillons d'érosion longitudinaux (dans le sens de la pente), loupes d'arrachement transversales. Le passage pente continentale-glacis est marqué au sein des deux canyons par la présence de blocs rocheux de taille déca à pluri décamétriques. La zone de convergence entre la Vallée moyenne du Var et le canyon de La Roja a été imagée par le profil MLSAR07 : on voit clairement que l'orientation des structures (rides et loupes d'arrachement) est compatible avec des directions d'écoulement est-ouest (circulant dans la Vallée du Var) plutôt que nord-sud (circulant dans le canyon de La Roja). Au cours du temps, l'activité des écoulements gravitaires en provenance du Var doit donc être supérieure à celle venant de La Roja, même si son canyon semble toujours très actif actuellement.

Sur la marge entre Imperia et Genova, les fonds des canyons Mercula, Noli et Vado sont moins spectaculaires. Des sillons ont été observés localement mais de façon moins prononcée. Au sein de ces canyons, l'activité des écoulements gravitaires doit donc être plus réduite et/ou les écoulements qui y transitent transportent des particules plus fines, sont moins concentrés et ont donc une capacité d'érosion plus faible. On retrouve des indices d'érosion très

prononcés dans les canyons de Polcevera et de Genova. Le profil MLSAR12 a permis d’imager en détail le Levante canyon qui a la particularité de présenter un tracé méandrique bien développé. Le fond du canyon est relativement lisse et homogène mais présente une incision très marquée sur le côté concave (extérieur) des méandres. Les côtés convexes (intérieur) sont parfois caractérisés par des accumulations rappelant les barres de méandres dans les environnements fluviaux. Les flancs du canyon présentent de nombreuses marques d’érosion orientées dans le sens de la pente. De petites ondulations ont parfois été observées sur les levées bordant le canyon ; il pourrait s’agir des dunes (*sediment waves*) construites par le débordement latéral des écoulements circulant dans le canyon.

#### 4. *Pockmarks et sorties de fluide*

Des *pockmarks* (indices de remontées de fluides) ont été observés sur les profils MLSAR13 et MLSAR17, sur l’interfluve séparant les canyons de Bisagno et Polcevera, et sur le sommet du promontoire. Ils se présentent soit sous la forme de « tâches » de réflectivité circulaires d’une centaine de mètres de diamètre, soit sous la forme de dépressions circulaires d’une dizaine de mètres de profondeur et de 20-30 m de diamètre. Sur le profil 3-5 kHz associé, apparaissent clairement les dépressions ainsi qu’une variation nette du faciès sismique situé à la verticale sous les dépressions. Ceci peut être le signe que ces *pockmarks* sont ou ont été actifs récemment.

Des anomalies de vitesse ont été détectées dans la colonne d’eau en amont de la cicatrice du glissement de la zone épiscopale de 1887 sur le profil MLSAR04 pendant le Leg 1, puis au même endroit pendant le Leg 2 sur l’enregistrement du sondeur de pêche qui fonctionnait lorsque le Suroît suivait les trajets de l’AUV. Ces anomalies pourraient correspondre à la présence de bulles dans l’eau et être associées à des sorties actives de fluide. La microbathymétrie AUV n’a pas permis de révéler la présence d’indices morphologiques associés à des sorties actives de fluide dans cette zone.

#### 5. *Compléments de levés bathymétriques*

Des compléments bathymétriques ont été effectués pendant le Leg 2 au large de Genova et Portofino sur le haut de la pente continentale et dans la partie sud de la zone investiguée pendant MALISAR, sur la Ride du var et la zone épiscopale de 1963.

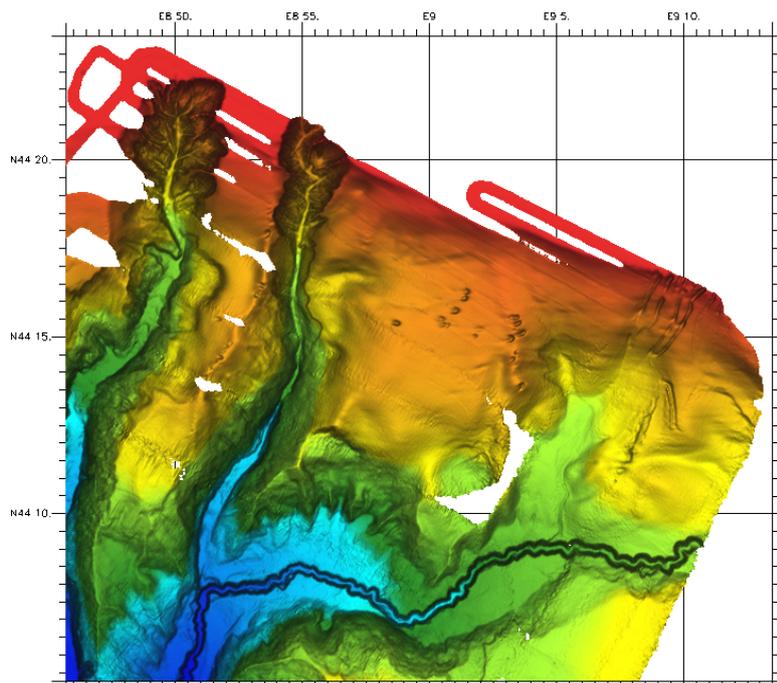


Fig. 14 : carte bathymétrique (50 m) de la tête des canyons de Polcevera et Bisagno, du canyon Levante et de la partie ouest du *Portofino Slide*.

Entre Genova et Portofino, il a ainsi été possible de remonter sur le haut de la pente continentale et la limite avec le plateau pour carter complètement la tête du canyon de Polcevera et partiellement celle du canyon de Bisagno qui doit se prolonger directement sur le plateau. La tête du canyon de Polcevera présente une morphologie caractéristique indiquant un creusement progressif sous l'action de glissements. Les cicatrices d'arrachement, de forme semi-circulaire, sont toujours bien visibles. Ceci semble moins marquée pour la tête du canyon de Bisagno qui apparaît plus rectiligne et peut être directement contrôlée par l'action d'un fleuve côtier. A l'est du canyon de Bisagno, on note la présence de structures énigmatiques plus ou moins circulaires, entre 500 et 600 m de profondeur. Ces structures sont légèrement allongées en direction de l'ouest et pourraient marquer l'action de courants de fond. Au large de Portofino, le haut de la pente est caractérisée par la présence de plusieurs gouttières rectilignes, alignées dans le sens de la pente, et pouvant être interprétées comme des *gullies*. A l'est, la partie ouest du *Portofino Slide* constitue une accumulation positive de 200 m d'épaisseur par rapport au fond marin environnant. La tête du glissement est maintenant entaillée par le canyon Levante dont on perçoit très clairement le caractère méandrique.

Le sud de la boîte 1 levée pendant MALISAR n'avait pu être investigué en 2006 à cause d'exercices de l'OTAN. Cette zone a pu être complétée au cours de MALISAR2. La partie est de la Ride du Var présente de grandes ondulations en surface interprétées comme des dunes géantes ou *sediment waves* et alignées globalement NE-SW, perpendiculairement à la direction supposée des débordements d'écoulements gravitaires sur la Ride. La face aval (sud) de ces structures est souvent affectée de loupes d'arrachement de 1 à plus de 10 km de large et plusieurs dizaines de mètres de profondeur. Ces loupes témoignent de l'action récente et répétée ainsi que de l'énergie des écoulements dans cette partie du système turbiditique du Var. Elles ont d'ailleurs pu être en partie creusé ou rafraîchi lors de l'événement de 1979 qui s'est écoulé dans cette zone de la Ride (rupture d'un câble de télécommunication). Vers l'est, le Mur de diapirs constitue un alignement quasi-rectiligne dont le flanc tourné vers l'est et très fortement découpé. Le passage entre la Vallée moyenne et la Vallée inférieure est marqué par un virage en direction du SE. La Vallée inférieure est tout d'abord contrainte entre la Ride du Var et le Mur de diapirs avant de continuer librement en direction de la partie profonde du bassin. Vers l'aval, le fond de la Vallée montre clairement des marques d'érosion et d'incision prononcée. Les flancs internes et externes de la Vallée présentent également la présence de dépressions circulaires de quelques centaines de mètres de diamètre.

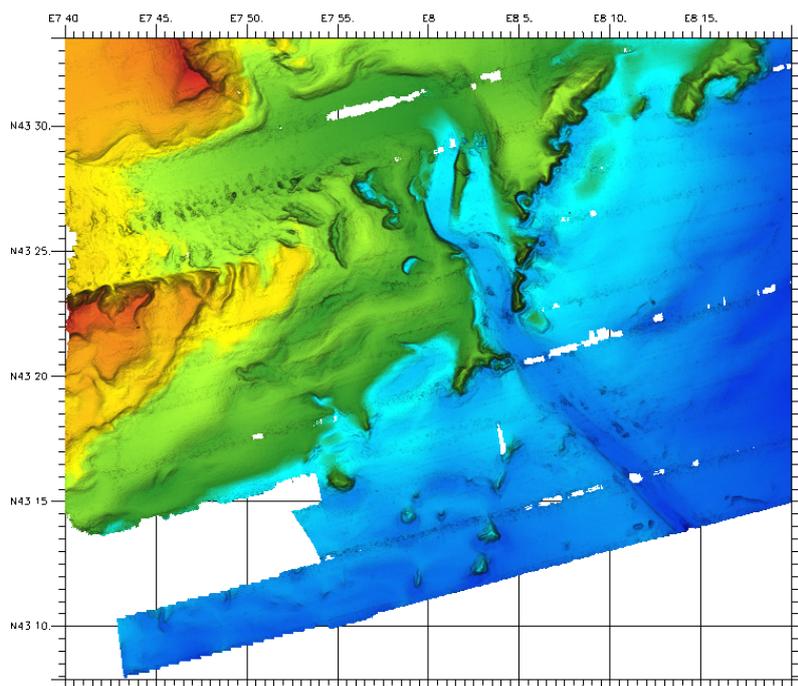


Fig. 15 : carte bathymétrique (50 m) illustrant la morphologie de la partie est de la Ride du Var, du « Mur de diapirs », et de la Vallée inférieure du Var.

## Liste des embarquants

Nom et Prénom	Nationalité	E-MAIL	SPECIALITE	LEG		
				1	2	3
Migeon Sébastien	Française	<a href="mailto:migeon@geoazur.obs-vlfr.fr">migeon@geoazur.obs-vlfr.fr</a>	Sédimentologie	X	X	
Larroque Christophe	Française	<a href="mailto:larroque@geoazur.unice.fr">larroque@geoazur.unice.fr</a>	Tectonique, Géomorphologie	X	X	
Bernard Mercier	Française	<a href="mailto:bmercier@geoazur.unice.fr">bmercier@geoazur.unice.fr</a>	Tectonique	X		
Marc Sosson	Française	<a href="mailto:sosson@geoazur.unice.fr">sosson@geoazur.unice.fr</a>	Tectonique	X		
Etienne Ruellan	Française	<a href="mailto:ruellan@geoazur.unice.fr">ruellan@geoazur.unice.fr</a>	Tectonique		X	
Georges Buffet	Française	<a href="mailto:buffet@geoazur.unice.fr">buffet@geoazur.unice.fr</a>	Acquisition/traitement EM2000		X	
Georgui Ratzov	Française	<a href="mailto:ratzov@geoazur.obs-vlfr.fr">ratzov@geoazur.obs-vlfr.fr</a>	Sédimentologie	X		
Vincent Dutreuil	Française	<a href="mailto:vincent.dutreuil@ifremer.fr">vincent.dutreuil@ifremer.fr</a>	Acquisition/traitement EM2000		X	
Yves Le Gonidec	Française	<a href="mailto:Yves.LeGonidec@univ-rennes1.fr">Yves.LeGonidec@univ-rennes1.fr</a>	Géoacoustique	X		
Antonio Cattaneo	Italienne	<a href="mailto:antonio.cattaneo@ifremer.fr">antonio.cattaneo@ifremer.fr</a>	Sédimentologie	X	X	
Christian Gorini	Française	<a href="mailto:Christian.gorini@gmail.com">Christian.gorini@gmail.com</a>	Géophysique	X		
Ester Colizza	Italienne	<a href="mailto:colizzae@units.it">colizzae@units.it</a>	Sédimentologie	X		
Daniela Accettella	Italienne	<a href="mailto:daccettella@ogs.trieste.it">daccettella@ogs.trieste.it</a>	Géophysique	X		
Ivana Delbono	Italienne	<a href="mailto:ivana.delbono@santateresa.enea.it">ivana.delbono@santateresa.enea.it</a>	Géologie marine		X	
Nicola Corradi	Italienne	<a href="mailto:corradi@dipteris.unige.it">corradi@dipteris.unige.it</a>	Sédimentologie		X	
Ileana Balduzzi	Italienne		Sédimentologie		X	

### Liste des profils SAR (leg 1)

	début				fin				time Déb	time Fin	Durée
	jour	mois	heu	min	jour	mois	heu	min			
<b>MLSAR01</b>	1	6	<b>12</b>	<b>0</b>	1	6	<b>16</b>	<b>0</b>	1/6/07 12:00	1/6/07 16:00	04:00
<b>MLSAR02</b>	2	6	<b>7</b>	<b>0</b>	2	6	<b>13</b>	<b>17</b>	2/6/07 7:00	2/6/07 13:17	06:17
<b>MLSAR03</b>	3	6	<b>6</b>	<b>5</b>	3	6	<b>23</b>	<b>0</b>	3/6/07 6:05	3/6/07 23:00	16:55
<b>MLSAR04</b>	4	6	<b>14</b>	<b>0</b>	4	6	<b>21</b>	<b>0</b>	4/6/07 14:00	4/6/07 21:00	07:00
<b>MLSAR05</b>	4	6	<b>21</b>	<b>43</b>	5	6	<b>12</b>	<b>0</b>	4/6/07 21:43	5/6/07 12:00	14:17
<b>MLSAR06</b>	5	6	<b>12</b>	<b>15</b>	5	6	<b>20</b>	<b>0</b>	5/6/07 12:15	5/6/07 20:00	07:45
<b>MLSAR07</b>	5	6	<b>21</b>	<b>36</b>	6	6	<b>7</b>	<b>57</b>	5/6/07 21:36	6/6/07 7:57	10:21
<b>MLSAR08</b>	6	6	<b>10</b>	<b>15</b>	6	6	<b>22</b>	<b>45</b>	6/6/07 10:15	6/6/07 22:45	12:30
<b>MLSAR09</b>	6	6	<b>23</b>	<b>19</b>	7	6	<b>13</b>	<b>10</b>	6/6/07 23:19	7/6/07 13:10	13:51
<b>MLSAR10</b>	7	6	<b>14</b>	<b>48</b>	7	6	<b>21</b>	<b>4</b>	7/6/07 14:48	7/6/07 21:04	06:16
<b>MLSAR11</b>	7	6	<b>22</b>	<b>58</b>	8	6	<b>3</b>	<b>4</b>	7/6/07 22:58	8/6/07 3:04	04:06
<b>MLSAR12</b>	9	6	<b>6</b>	<b>38</b>	10	6	<b>0</b>	<b>45</b>	9/6/07 6:38	10/6/07 0:45	18:07
<b>MLSAR13</b>	10	6	<b>0</b>	<b>45</b>	10	6	<b>19</b>	<b>20</b>	10/6/07 0:45	10/6/07 19:20	18:35
<b>MLSAR14</b>	10	6	<b>21</b>	<b>3</b>	11	6	<b>7</b>	<b>27</b>	10/6/07 21:03	11/6/07 7:27	10:24
<b>MLSAR15</b>	11	6	<b>8</b>	<b>37</b>	11	6	<b>14</b>	<b>0</b>	11/6/07 8:37	11/6/07 14:00	05:23
<b>MLSAR16</b>	11	6	<b>15</b>	<b>45</b>	12	6	<b>5</b>	<b>7</b>	11/6/07 15:45	12/6/07 5:05	13:20
<b>MLSAR17</b>	12	6	<b>6</b>	<b>47</b>	13	6	<b>4</b>	<b>41</b>	12/6/07 6:47	13/6/07 4:41	21:54

## Liste des profils Chirp (leg 1)

			corresp	début				fin										
Dir	fichier CHIRP d'origine	Nom Ligne	SAR / carottes	jour	mois	heu	min	jour	mois	heu	min	F. tir ms	Amp %	Durée	Sweep ms	Délai debut	N. tirs	
	20070604080549	cmal2-01	N	4	6							2000	80		500		1775	
	20070604090854B	cmal2-02	N	4	6	10	08 51					2000	80		500		2822	
		cmal2-03	core KMAL01	8	6	6	29	8	6	8	19	4000	80		500		1662	
NE-SW	mali04	cmal2-04	vers KMAL02	8	6	9	43	8	6	11	32	4000	80		500	2800	1635	
NW-SE?		cmal2-05	core KMAL02	8	6	11	32	8	6	12	16	4000	80		500	2800	656	
SW-NE		cmal2-06	N	8	6	15	42	8	6	17	23	4000	80		500	2800	1521	
	mali07	cmal2-07	N	8	6	19	47	8	6	21	52	4000	30		500		1876	
W-E		cmal2-08	N	8	6	21	52	9	6	1	30	4000	30		500		3264	
NW-SE		cmal2-09		9	6	1	30	9	6	4	53	4000	30		500		3039	
W-E		cmal2-10	MLSAR15	11	6	7	59	11	6	13	54	2000	80		500	1300	10634	
		cmal2-10A	giration	11	6	13	55	11	6	15	35	2010	80		500	900	2973	
N-S		cmal2-11	MLSAR16	11	6	15	39	11	6	17	52	2000	80		500	1100	3965	
N-S		cmal2-11A	MLSAR16	11	6	17	54	11	6	18	50	4000	80		500	1600	965	
N-S		cmal2-12	MLSAR16	11	6	18	56	11	6	18	59	4000	80		500	1700	49	
N-S	CMAL2-12B	cmal2-12A	MLSAR16	11	6	18	59	11	6	19	30	4000	30		500	1700	459	
N-S		cmal2-13	MLSAR16	11	6	19	32	12	6	2	13	4000	30		500	1800	6011	
N-S		cmal2-13A	MLSAR16	12	6	2	13	12	6	5	58	4000	30		500	2600	3370	
SW-NE		cmal2-14	giration	12	6	5	58	12	6	12	24	4000	80		500	3200	5789	
NE-SW		cmal2-15		12	6	12	24	12	6	19	5	4000	80		500	910	6024	
SW-NE		cmal2-16		12	6	19	5	13	6	0	16	4000	30		500	3130	4665	
W-E		cmal2-17	MLSAR17	13	6	0	16	13	6	5	26	4000	30		500	600	4666	
NE-SW		cmal2-18	transit	13	6	5	26	13	6	6	12	4000	30		500	800	693	
NE-SW; SE-NE		cmal-19	N	13	6	6	15	13	6	8	0	2000	80		500	600	3129	
x		cmal-20	KMAL04	13	6	8	0	13	6	9	20	2000	80		500	340	2399	
		cmal-21		13	6	9	20	13	6	10	42	2000	80		500	340	2485	
		cmal-22		13	6	10	42	13	6	11	41	2000	80		500	400	1761	
x		cmal-23	KMAL05	13	6	11	41	13	6	13	11	2000	80		500	500	2687	
W-E		cmal-24		13	6	13	11	13	6	14	36	2000	80		500	660	2551	
		cmal-25	KMAL06	13	6	14	36	13	6	15	56	2000	80		500	800	2401	
SW-NE		cmal-26		13	6	15	56	13	6	16	46	2000	80		500	700	1516	
NE-SW		cmal-27		13	6	16	46	13	6	17	16	2000	80		500	800	906	
x		cmal-28	KMAL07	13	6	17	16	13	6	18	44	2000	80		500	1000	2623	
		cmal-29		13	6	18	44	13	6	19	19	2000	80		500	900	1067	
		cmal-29A		13	6	19	19	13	6	19	29	2000	80		500	1300	273	
		cmal-29B		13	6	19	29	13	6	20	12	2000	30		500	1300	1266	

## Liste des profils Chirp (leg 2)

			corresp	début				fin									
Dir	fichier CHIRP	Nom Ligne	AUV / carottes	jour	mois	heu	min	jour	mois	heu	min	F. tir ms	Amp %	Durée	Sweep ms	Délai debut	N. tirs
	cmal30	cmal2-30		16	6	5	26	16	6	6	7	2000	30		500		1222
	cmal2-30B	cmal2-30A		16	6	6	7	16	6	6	36	2000	80		500	700	886
	cmal31	cmal2-31		16	6	6	36	16	6	7	25	2000	80		500	200	1479
E-W		cmal2-32	AUV-1	16	6	13	41	16	6	14	14	2000	80		500	300	988
W-E		cmal2-33	AUV-1	16	6	14	14	16	6	14	38	2000	80		500	150	704
		cmal2-34		16	6	17	4	16	6	20	11	2000	80		500	600	
SW-NE		cmal2-35	EM300	16	6	21	25	16	6	21	35	4000	30		500	2900	
SW-NE		cmal2-36	EM300	16	6	21	50	17	6	1	20	4000	30		500	2800	3178
NE-SW		cmal2-37	EM300	17	6	1	20	17	6			4000	30		500	3300	
	????	cmal2-38															
NNW-SSE		cmal2-39	AUV-2	17	6	7	50	17	6	9	3	2000	80		500	400	2128
SSE-NNW		cmal2-39A	AUV-2	17	6	9	3	17	6			2000	80		500	700	780
NNW-SSE	cmal2-39B	cmal2-39B	AUV-2	17	6			17	6	9	57	2000	80		500	400	760
SSE-NNW	cmal2-39C	cmal2-39C	AUV-2	17	6	9	57	17	6	10	25	2000	80		500	700	822
NNW-SSE		cmal2-39D	AUV-2	17	6	10	25	17	6	10	52	2000	80		500	400	831
SSE-NNW		cmal2-39E	AUV-2	17	6	10	52	17	6	11	20	2000	80		500	700	830
NNW-SSE	cmal39F	cmal2-39F	AUV-2	17	6	11	20	17	6	11	48	2000	80		500	400	857
SSE-NNW		cmal2-39G	AUV-2	17	6	11	48	17	6	12	15	2000	80		500	700	806
NNW-SSE		cmal2-39H	AUV-2	17	6	12	15	17	6	12	42	2000	80		500	400	805
SSE-NNW		cmal2-39I	AUV-2	17	6	12	42	17	6	13	9	2000	80		500	800	
NNW-SSE		cmal2-39J	AUV-2	17	6	13	19	17	6			1000	50		250	500	973
SSE-NNW		cmal2-39K	AUV-2	17	6			17	6			1000	50		250	700?	
SSE-NNW		cmal2-39KK	AUV-2	17	6	13	54	17	6	14	3	1000	50		250	400	531
NNW-SSE		cmal2-39L	AUV-2	17	6	14	3	17	6	14	30	1000	50		250	400	1630
SSE-NNW		cmal2-39M	AUV-2	17	6	14	30	17	6	14	55	1000	50		250	740	
NNW-SSE		cmal2-39N	AUV-2	17	6	15	0	17	6	15	27	2000	50		500	400	829
SSE-NNW	cmal2-O	cmal2-39O	AUV-2	17	6	15	27	17	6	15	35	2000	50		500	800	250
N-S?		cmal2-40	transit/EM300	17	6	19	0	17	6	20	31	4000	30		500	3100	
SW-NE		cmal2-41	EM300	17	6	20	32	18	6	1	4	4000	30		500	3000	
		cmal2-42	EM300	18	6	1	4	18	6	2	43	4000	30		500	3300	
	??? n'existe pas	cmal2-43	EM300	18	6	2	43	18	6			4000	30		500	3200	
		cmal2-44	EM300	18	6	2	48	18	6	3	40	4000	30	50	500	?	
E-W		cmal2-45	EM300	18	6	14	6	18	6	15	54	2000	30	20	500	0	
	CHECK	cmal2-45B	EM300	18	6	14	33	18	6			2000	45?		500	1000	
rond		cmal2-46	EM300	18	6	21	40	18	6	23	32	4000	30	50	500	3100	1224
SW-NE		cmal2-46A	EM300	18	6	23	32	19	6	2	31	4000	30	50	500	3250	
SE-NW		cmal2-47	EM300	19	6	2	31	19	6	5	0	4000	30	50	500	3300	
E-W		cmal2-48	EM300	19	6	5	0	19	6	6	2	4000	30	50	500	3250	
W-E		cmal2-49	EM300	19	6	6	2	19	6	7	40	4000	30	50	500	3300	
		cmal2-49B???	EM300														

NW-SE		cmal2-50	EM300	19	6	7	54	19	6	8	23	4000	80	50	500	3350	
SE-NW		cmal2-51	EM300	19	6	8	23	19	6	10	21	4000	80	50	500	3200	
SW-NE		cmal2-52	EM300	19	6	10	21	19	6	12	23	4000	80	50	500	3200	1833
		cmal2-52A	EM300	19	6	12	23	19	6	16	5	4000	80	50	500	2000	
		cmal2-53	EM300	19	6	16	5	19	6	17	25	4000	80	50	500	800	
		cmal2-53B	EM300	19	6	17	25	19	6	18	0	4000	80	50	500	800	
		cmal2-54	EM300	19	6	18	0	19	6			4000	30	50	500	133	420
		cmal2-54A	EM300	19	6	18	40	19	6			2000	30	50	500	150	
SE-NW		cmal2-54B	EM300	19	6	20	12	19	6			2000	30	50	500	500	
NW-SE		cmal2-54C	EM300	19	6	22	9	20	6	0	36	2000	30	50	500	50	4402
NE-SW		cmal2-55	EM300	20	6	0	41	20	6			4000	30	50	500	950	
		cmal2-56	EM300	20	6	3	42	20	6	5	0	4000	30	50	500	1800	2697
SW-NE		cmal2-57	EM300	20	6	20	24	20	6	22	38	2000	30	50	500	1000	4099
SE-NW		cmal2-58	EM300	20	6	22	38	20	6	23	32	2000	30	50	500		1623
NW-SE		cmal2-59	EM300	20	6	23	32	21	6	0	23	2000	30	50	500	100	1517
NE-SW		cmal2-60	EM300	21	6	0	23	21	6	1	18	2000	30	50	500	250	1630
SW-NE		cmal2-61	EM300	21	6	1	18	21	6	1	50	2000	30	50	500	1400	970
SE-NW		cmal2-62	EM300	21	6	1	50	21	6	3	27	2000	30	50	500	700	
		cmal2-63	EM300	21	6	3	27	21	6	5	7	2000	30	50	500	100	2948
		cmal2-64	EM300	21	6	5	7	21	6			4000	30	50	500		
NW-SE	bad file	cmal2-65	AUV n.5	21	6			21	6			2000	80	20	500	1300	
SE-NW		cmal2-65A	AUV n.5	21	6	7	47	21	6	8	21	2000	80	20	500	1300	
NW-SE		cmal2-65B	AUV n.5	21	6	8	21	21	6	8	45	2000	80	20	500	1300	
SE-NW		cmal2-65C	AUV n.5	21	6	8	45	21	6	9	13	2000	80	20	500	1300	841
NW-SE		cmal2-65D	AUV n.5	21	6	9	13	21	6	9	43	2000	80	20	500	1300	867
SE-NW		cmal2-65E	AUV n.5	21	6	9	43	21	6	10	51	2000	80	20	500	1300	
NW-SE		cmal2-65F	AUV n.5	21	6	10	51	21	6	11	27	2000	80	20	500	1300	1010
SE-NW		cmal2-65G	AUV n.5	21	6	11	27	21	6	12	3	2000	80	20	500	1300	1080
NW-SE		cmal2-65H	AUV n.5	21	6	12	3	21	6	12	38	2000	80	20	500	1300	
SE-NW		cmal2-65I	AUV n.5	21	6	12	38	21	6	13	2	2000	80	20	500	1500	
NW-SE		cmal2-65J	AUV n.5	21	6	13	2	21	6	13	33	2000	80	20	500	1300	926
SE-NW		cmal2-65K	AUV n.5	21	6	13	33	21	6	14	2	2000	80	20	500	1300	851
NW-SE		cmal2-65L	AUV n.5	21	6	14	3	21	6	14	34	2000	80	20	500	1300	930
SE-NW		cmal2-65M	AUV n.5	21	6	14	34	21	6	14	53	2000	80	20	500	1300	547
NW-SE		cmal2-65N	AUV n.5	21	6	14	53	21	6	15	16	2000	80	20	500	1300	639
SE-NW		cmal2-65O	AUV n.5	21	6	15	16	21	6	16	10	2000	80	20	500	1300	1620
		cmal2-66	AUV n.5	21	6	18	55	21	6			2000	30	20	500	350	
		cmal2-67	EM300?	21	6	19	32	21	6			2000	30	20	500	500	
	n'existe pas, bug	cmal2-68															
		cmal2-69		21	6	20	3	21	6	21	21	2000	30	20	500	50	
	n'existe pas, bug	cmal2-70															
	n'existe pas, bug	cmal2-71															

	n'existe pas, bug	cmal2-72															
	n'existe pas, bug	cmal2-73															
		cmal2-74		21	6	21	59	21	6	22	35	4000	30	50	500	400	
		cmal2-75		21	6	22	38	21	6	23	45	4000	30	50	500	1000	600
		cmal2-76	transit bad line	21	6	23	45	22	6	0	30	4000	30	50	500	200	999
		cmal2-76A	transit bad line	22	6	0	30	22	6	1	42	4000	30	50	500	1000	
		cmal2-77		22	6	1	42	22	6	2	24	4000	30	50	500	2950	619
		cmal2-78		22	6	2	24	22	6	3	5	4000	30	50	500	2850	610
		cmal2-79		22	6	3	5	22	6	3	43	4000	30	50	500	2850	563
		cmal2-80		22	6	3	43	22	6	4	19	4000	30	50	500	2850	498
		cmal2-81		22	6	4	19	22	6	4	35	4000	30	50	500	2850	249
		cmal2-82		22	6	4	35	22	6	5	3	4000	30	50	500	2400	400
		cmal2-83		22	6	5	3	22	6	5	25	4000	30	50	500	2800	315
		cmal2-84		22	6	5	25	22	6	5	44	4000	30	50	500	2800	274
		cmal2-85		22	6	5	44	22	6			4000	30	50	500		