

FLOTTE OCEANOGRAPHIQUE
APPEL D'OFFRES 2012 et 2013

Nom de la campagne : OWEN-2

Nom du chef de mission principal : Nicolas Chamot-Rooke

Autre chef de mission : Marc Fournier

FICHE SYNTHETIQUE N°1	NOM DE LA CAMPAGNE : OWEN-2
------------------------------	------------------------------------

Date de rédaction du dossier : **SEPTEMBRE 2010**

Année demandée : 2012 Durée totale souhaitée (de l'embarquement au débarquement) : 16 jours Période (si impératif) : Hors mousson (éviter fin Mai à Septembre) Zone : Océan Indien nord-ouest Pays dont les eaux territoriales sont concernées : Oman Pays dont la zone économique est concernée : Oman	Chef de mission principal		Autre(s) chef(s) de mission
	Nom Prénom :	CHAMOT-ROOKE Nicolas	FOURNIER Marc
	Organisme :	ENS – CNRS UMR 8538	UPMC – CNRS UMR 7193
	Laboratoire :	Laboratoire de Géologie	iSTeP
	Adresse :	24, rue Lhomond 75231 PARIS cedex 05	BP 129 4, place Jussieu 75252 PARIS cedex 05
	Tél.:	01 44 32 22 57	01 44 27 52 68
	Fax :	01 44 32 20 00	01 44 27 50 85
	E-mail :	rooke@geologie.ens.fr	marc.fournier@upmc.fr

Travaux : <ul style="list-style-type: none"> • Sismique rapide (Sisrap) • Bathymétrie multifaisceaux (SMF) et imagerie • Gravimétrie • Magnétisme • Sondeur de sédiments 3.5 kHz Navire(s) souhaité(s) par ordre de préférence : BHO Beautemps-Beaupré Engin(s) sous-marin(s) : Magnétomètre de surface Gros équipements : SisRap Nécessité d'une campagne pour récupération d'engins ? Non	Equipes scientifique et technique embarquées <ul style="list-style-type: none"> • CHAMOT-ROOKE Nicolas, CR, ENS • FOURNIER Marc, MC, UPMC • HUCHON Philippe, Pr, UPMC • LALLEMANT Siegfried, Pr, Université de Cergy-Pontoise • RODRIGUEZ Mathieu, Etudiant en thèse, UPMC-ENS • 2 ingénieurs Sisrap, IFREMER Embarquant SHOM <ul style="list-style-type: none"> • GARLAN Thierry, Ingénieur, SHOM Equipe scientifique à terre (ou embarquée selon places disponibles à bord) <ul style="list-style-type: none"> • AGARD Philippe, Pr, UPMC • BESLIER Marie-Odile, CR, GeoAzur, CNRS • DELESCLUSE Matthias, MC, ENS • DYMENT Jérôme, DR, IPGP • PETIT Carole, PR, GeoAzur, UNSA • ZARAGOSI Sébastien, MC, Université de Bordeaux 1
---	--

Type de campagne : Recherche scientifique
Thème de la campagne : Tectonique et cinématique de la frontière de plaque Arabie-Inde
Cette proposition s'inscrit dans une série de campagnes : OUI <input checked="" type="checkbox"/> - NON <input type="checkbox"/> Si oui nom du programme ou du chantier : suite de la campagne Owen (2009), substitution au volet 2 non réalisé Année de démarrage : 2009 Année prévue de fin : 2015
Cette proposition est rattachée à des programmes nationaux ou internationaux avec comité scientifique : OUI <input type="checkbox"/> - NON <input checked="" type="checkbox"/> Si oui lesquels : Envoyer une copie de ce dossier de proposition de campagne aux responsables des programmes concernés
S'agit-il d'une première demande ? : OUI <input type="checkbox"/> - NON <input checked="" type="checkbox"/> (seconde demande) S'il y a eu une précédente demande, fournir une copie du rapport de la commission l'ayant évaluée

FICHE SYNTHETIQUE N°2	NOM DE LA CAMPAGNE : OWEN-2
------------------------------	------------------------------------

Estimation du coût du navire et des engins et de leur financement

Coûts	Coûts en Euros	Sources et niveaux des financements <u>obtenus</u> sur projet (ANR, EU ...)	Sources et niveaux des financements <u>demandés</u> sur projet (ANR, EU ...)
Coût global de la campagne	670k€		
dont « Frais de bord » au sens de l'ANR	166k€		

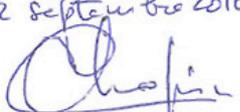
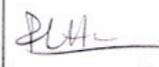
Pour compléter ce tableau, lire les conseils et recommandations en page 2 remplir la fiche descriptive et contacter selon le navire demandé : flotte-ird@ird.fr ou Helene.Leau@ipev.fr ou dmon.prog@ifremer.fr . Les coûts seront affinés ultérieurement si la campagne est programmable.

Evaluation des frais directement à la charge de l'équipe demandeuse et de leur financement

Types de coûts	Coûts en Euros	Sources et niveaux des financements assurés	Sources et niveaux des financements envisagés
Frais de préparation de la campagne (missions préparatoires, équipement à acquérir, consommables, ...)	5k€	Soutien du laboratoire iSTeP UPMC / soutien du laboratoire de Géologie ENS (100%)	
Frais de missions (voyages + séjour) des membres de l'équipe embarquant	10.5k€		Soutien pré-campagne INSU (100%)
Frais d'acquisition de nouveaux matériels, contrat, sous-traitance			
Frais de transport du matériel propre à la campagne			
Frais d'analyse et de dépouillement à terre (inclus frais d'encadrement 12 mois de thésard, hors salaire, base CE)	40k€	Soutien du laboratoire iSTeP UPMC / soutien du laboratoire de Géologie ENS (75%) via le LRC (labo commun ENS/CEA)	Soutien post-campagnes INSU (25%)
Autres frais (ex : chien de garde pour sismique)			
Coût total	55.5k€		

Vous pouvez éventuellement rajouter, en annexe, une fiche détaillant les montants et les sources de financements que vous avez indiqués dans le tableau ci-dessus.

Avis et signatures des responsables

	Responsable hiérarchique du chef de mission principal*	Responsable du programme (uniquement pour l'Ifremer)	Autre responsable concerné
Nom et Prénom	CHOPIN Christian		HUCHON Philippe
Titre	Directeur du laboratoire		Directeur de laboratoire
Unité	Laboratoire de Géologie CNRS UMR 8538		iSTeP CNRS UMR 7193
Organisme	Ecole normale supérieure		Université Paris 6
Adresse	24, rue Lhomond 75231 Paris cedex 05		BP 129 4, place Jussieu 75252 PARIS cedex 05
Tel	01 44 32 22 79		01 44 27 52 73
Fax	01 44 32 20 00		01 44 27 50 85
E-mail	chopin@geologie.ens.fr		philippe.huchon@upmc.fr
Nombre de dossiers présentés par l'unité	1		3
Avis - Priorité (Obligatoire)	Très favorable Priorité n° 1		Très favorable 22/09/2010
Date et signature des responsables	Le 22 septembre 2010 		 Signature numérique de Philippe HUCHON DN : cn=Philippe HUCHON, o=FR, ou=UPMC, ou=Directeur de l'iSTeP (UMR 7193), email=philippe.huchon@upmc.fr Date : 2010.09.22 10:25:00 +02'00'

* Suivant l'organisme dont dépend le chef de mission principal le responsable hiérarchique qui doit signer le dossier est :

- pour l'Ifremer le directeur de département
- pour les laboratoires universitaires et/ou CNRS le directeur du laboratoire (UMR ...)
- pour l'IRD le directeur du département de recherche.

RESUME - ABSTRACT

NOM DE LA CAMPAGNE : OWEN-2

RESUME

- **Texte synthétique résumant l'ensemble des documents 1 à 6, lisible par un non spécialiste**

Les campagnes océanographiques menées pendant la dernière décennie dans l'Océan Indien Nord-Ouest (CHAMAK 2004, AOC 2006, OWEN 2009) ont permis de reconnaître des éléments tectoniques majeurs : le prisme d'accrétion actif du Makran, le point triple Arabie-Inde-Somalie, la zone de fracture d'Owen (ZFO). La campagne OWEN-2 vise à compléter l'étude de la frontière active entre les plaques Arabie et Inde par l'acquisition de données de sismique réflexion. L'objectif est d'imager la déformation de sub-surface afin d'étudier l'initiation, la migration et l'activité actuelle d'un grand système de failles décrochant, système qui constitue l'élément majeur de la structuration tectonique, de l'activité sismique et du contrôle des flux sédimentaires (flux de l'Indus en particulier) de la région. Les déformations actuelles et récentes associées à la cinématique Inde-Arabie seront étudiées à partir de la cartographie de surface des escarpements de failles actifs et de profils sismiques au travers des relais extensifs qui jalonnent cette frontière, le tout calibré par forages et carottes obtenues précédemment. Pour atteindre ces objectifs, nous proposons d'acquérir, en continu, des données bathymétriques, gravimétriques, magnétiques, des profils 3.5 kHz, et des profils de sismique réflexion légère au travers de la ZFO, dans le bassin d'Owen depuis la marge continentale Arabe jusqu'au cône distal de l'Indus. A terme, la frontière active Inde-Arabie et son système de relais extensifs auront été reconnus en surface et en sub-surface sur plus de 800 km. Le *BHO Beautemps-Beaupré*, seul navire opérant dans la zone en raison des actes de piraterie récents, est requis pour cette campagne.

ABSTRACT

Traduction en Anglais du résumé

Oceanographic cruises conducted during the last decade in the Northwest Indian Ocean (CHAMAK 2004, AOC 2006, OWEN 2009) allowed the identification of the major tectonic structures: the active Makran sedimentary prism, the Arabia/India/Somalia triple junction, the Owen Fracture Zone (ZFO). The OWEN-2 Cruise aims at complementing the study of the active Arabia-India plate boundary using seismic reflection. The final goal is to image the sub-surface deformation to study the initiation, the migration and the present-day tectonic activity of one of the major shear boundaries on Earth that controls the tectonics, the seismic activity and the sedimentary flux (Indus in particular) in this part of the Indian Ocean. The present-day and recent deformation related to the kinematics of India and Arabia plates will be studied from the detailed mapping of seafloor faults scarps combined with seismic imagery across several pull-apart basins calibrated with drillings and cores obtained previously. To reach these objectives, we propose to acquire continuous multibeam bathymetric data, measure gravimetric and magnetic fields, and run sub-bottom and seismic profiles across the ZFO and the Owen Basin from the Arabian continental margin to the distal Indus fan. Altogether, the active India-Arabia boundary and associated pull-apart basins along it will have been recognized from surface to sub-surface for more than 800 km. We require the *BHO Beautemps-Beaupré* for this cruise which is the only ship operating in these waters due to the recent piracy hazards.

PROJET SCIENTIFIQUE

A. MOTIVATIONS DE LA CAMPAGNE OWEN-2

L'Océan Indien Nord-Ouest est la région de contact de quatre plaques tectoniques majeures : l'Arabie (Ar), l'Inde (In), la Somalie (So) et l'Eurasie (Eu) (Fig. 1). Deux points triples actifs sont localisés aux deux extrémités de la frontière de plaque Arabie-Inde marquée aujourd'hui par la zone de fracture d'Owen (Ar/In/So au sud et Ar/In/Eu au nord). Suite à plusieurs missions menées par des laboratoires français en 2004 (Chamak), 2006 (AOC) et 2009 (OWEN), plusieurs éléments tectoniques majeurs ont été reconnus (sur la base de cartographie multifaisceaux, carottages, sondeur de sédiments, gravimétrie, magnétisme), dont le point triple AOC, la zone de fracture active d'Owen (ZFO), le front du prisme du Makran. A terme, cet effort doit mener à une étude complète de la frontière Arabie-Inde, d'un point triple à l'autre. L'objectif est d'étudier l'initiation, la migration et l'activité actuelle d'un grand système de failles sous-marines principalement décrochant qui, dans cette région de l'Océan Indien, est l'élément majeur de la structuration tectonique, de l'activité sismique et du contrôle des flux sédimentaires (flux de l'Indus en particulier) pour l'actuel comme pour le passé (Fig. 2).

La zone d'étude s'inscrit dans un contexte géopolitique particulier puisqu'elle a été déclarée comme « espace d'insécurité élevé » suite aux actes de piraterie récents. Pour cette raison, nous n'avons pu réaliser qu'une partie de la campagne OWEN initialement conçue en deux legs :

- le Leg-1 de reconnaissance bathymétrique, gravimétrique et magnétique de la ZFO a été réalisé en mars 2009 sur le *BHO Beautemps-Beaupré* ;
- le Leg-2, une série de profils de sismique multitrace depuis la ZFO jusqu'à la marge continentale arabe, a été classé en priorité A pendant deux ans (2008/2009) mais n'a pas pu être programmé en l'absence de navires porteur de la sismique lourde susceptible de naviguer dans cette partie de l'océan Indien.

Dans cette demande de campagne OWEN-2, nous substituons la sismique lourde demandée initialement à la sismique légère. En effet, Le premier volet OWEN a conduit à un résultat surprenant : la totalité de la frontière Inde-Arabie étudiée, soit 800 km, présente des escarpements de failles actifs cartographiables avec un sondeur de seconde génération du type de celui du *Beautemps-Beaupré*. Ce résultat n'était naturellement pas prévisible au moment du dépôt du dossier en 2008, et la sismique lourde nous semblait un bon moyen de chercher des évidences de décrochement dans la totalité de la pile sédimentaire et dans la croûte. Cet objectif reste fondamental, mais au vu des déformations de surface, il est clair qu'une partie de l'histoire de cette frontière – la plus récente – réside dans les couches sédimentaires superficielles. Ceci est particulièrement vrai pour les bassins en pull-apart nouvellement découverts. Pour résumer, les déformations tectoniques récentes, les déstabilisations gravitaires, l'histoire du remplissage des bassins en pull-part, la migration des chenaux actifs de l'Indus, sont des objectifs qui nécessitent une sismique plus haute fréquence que la sismique lourde. Compte tenu de ce qu'il a été possible de tirer des profils antérieurs de même type (Leg 117) – qui n'avaient jamais été interprétés avant les travaux de thèse Mathieu Rodriguez – et de la corrélation avec les datations obtenues par forage, la sismique légère nous semble extrêmement prometteuse.

- le déploiement d'une sismique légère à bord du *Beautemps-Beaupré* ne semble pas poser de problème technique, et une étude de faisabilité est en cours entre l'IFREMER et le SHOM (contact : Jean-Xavier Castrec).

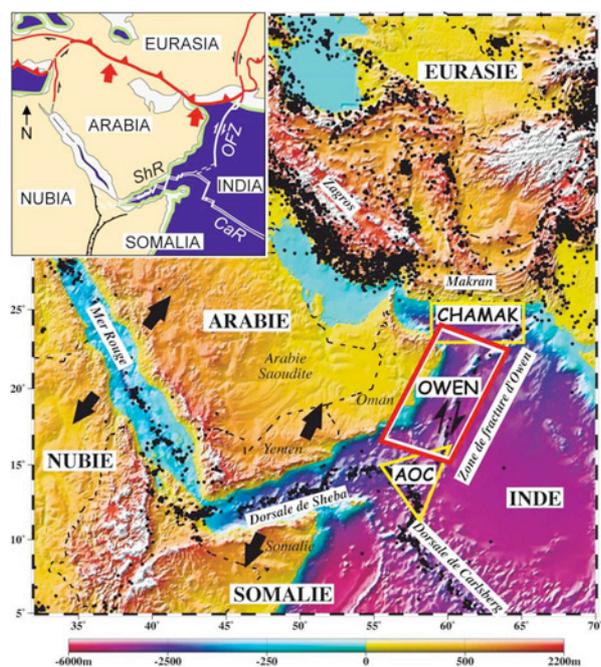


Figure 1. Contexte géodynamique de la zone d'étude et position des campagnes antérieures.

L'objectif scientifique principal de la campagne OWEN-2 est donc l'étude des déformations actuelles et récentes associées à la cinématique Inde-Arabie, à partir de la cartographie de surface des escarpements de failles actifs et leur prolongement dans la pile sédimentaire récente. Le seul navire opérant dans ces eaux est le *BHO Beautemps-Beaupré*.

Compte tenu des travaux antérieurs, il s'agit :

- de réaliser une série de profils de sismique rapide (Sisrap) à travers le système décrochant actif, depuis le bassin d'Owen jusqu'au cône distal de l'Indus ; le but est d'imager les déformations récentes (Miocène à l'actuel) « sous » le système actif.
- d'étendre ces profils jusqu'au pied de la marge omanaise afin d'identifier des zones décrochantes plus anciennes.
- de réaliser des profils sismiques ciblés sur les bassins en pull-part qui jalonnent le système décrochant (principalement le bassin 20°N, mais aussi le bassin de Beautemps-Beaupré au sud).
- d'établir les relations tectoniques entre le décrochement actif au nord et la queue de cheval extensive du fossé de Dalrymple.

B. THEME SCIENTIFIQUE : PERMANENCE OU INSTABILITE DES FRONTIERES TRANSFORMANTES ?

Un des enjeux actuels de la tectonique est de comprendre la géométrie, la localisation et l'évolution spatiale et temporelle des frontières de plaques en fonction des conditions aux limites (cinématique des plaques) et de la rhéologie de la lithosphère (continentale ou océanique). Les grands décrochements continentaux ont fait l'objet de nombreuses études de ce type : la faille de San Andreas en Californie, la faille Alpine en Nouvelle-Zélande, la faille nord Anatolienne en Turquie, la faille de la Mer Morte au Moyen-Orient, les grands décrochements entre blocs en Himalaya-Tibet. Les méthodes modernes d'analyse tant géologiques que géophysiques (datations, forages, sismique, géodésie) ont mis en évidence une grande hétérogénéité spatiale au niveau de ces grandes failles (Ben-Zion and Sammis, 2003 ; Le Pichon et al., 2005) : la faille naît éventuellement à la limite d'une discontinuité lithosphérique, puis les ruptures répétées finissent par juxtaposer des matériaux de nature très variable de part et d'autre.

Le caractère permanent ou transitoire de ces grandes failles a été discuté à la fois en terme d'analyse structurale et de mécanique (e.g. Holbrook et al., 1996 ; Weber et al., 2004 ; Ritter et al., 2005 ; Mooney et al., 2007). Des comparaisons systématiques ont été faites des jeux Quaternaire (géomorphologie) et actuels (géodésie) des grands décrochements (e.g. Meade et Hager, 2004 ; Reilinger et al., 2006). Le problème principal qui est posé est celui de l'évolution et donc de la durée de vie de ces grandes structures : s'agit-il d'une faille unique, ou d'un réseau de failles parallèles pouvant alors jouer alternativement ou simultanément ("couloir" décrochant) ? Ces systèmes de failles restent-ils des zones de faiblesse permanentes prêtes à rejouer au moment des grandes crises tectoniques ? Comment évolue la vitesse de décrochement le long de ces failles, à la fois sur le court terme (Holocène/cycle sismique) et le long terme (histoire géologique) ?

Quels sont les avantages d'aborder ces problèmes en mer, et pourquoi la faille d'Owen ?

- À l'instar d'autres grandes zones de fracture en domaine océanique comme le *Macquarie Ridge Complex* à la frontière Australie-Pacifique (Massel et al., 2000 ; Lebrun et al., 2003), la zone de fracture Rivera dans le Pacifique central (Michaud et al., 1997), ou la zone de fracture de la Romanche (Sage et al., 2000), la zone de fracture d'Owen est de dimension comparable aux grandes failles transformantes intracontinentales (de l'ordre de 1000 km). **Les processus physiques impliqués sont donc similaires.**
- Elle forme la limite entre deux des grandes plaques lithosphériques, l'Inde et l'Arabie. **La zone de fracture d'Owen est donc une**

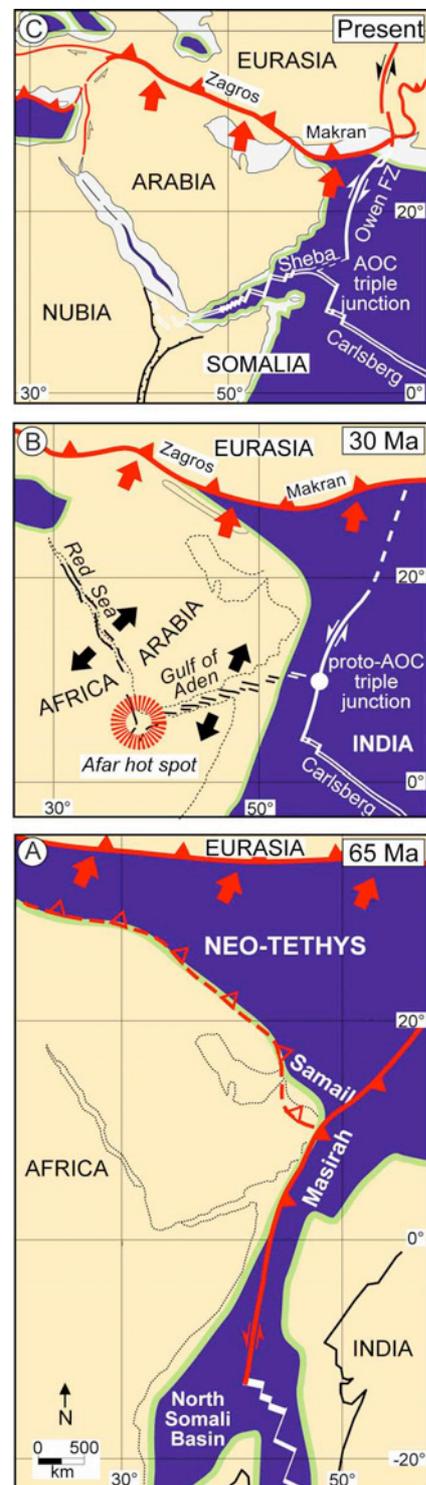


Figure 2. Evolution géodynamique de la frontière de plaques Arabie-Inde depuis la transition K/T (d'après Dercourt et al., 1993 ; Stampfli et Borel, 2002).

structure majeure qui a valeur de **frontière lithosphérique localisée**, il ne s'agit pas d'une faille accommodant une déformation diffuse comme souvent en domaine continental.

- **Les conditions aux limites sont connues grâce aux reconstructions du mouvement Inde-Arabie** (Afrique) déduites des anomalies magnétiques. On a rarement accès aux détails de la cinématique passée en domaine continental : c'est un avantage majeur du domaine océanique.
- **Le tracé actuel de la faille active est facilement identifiable (Fig. 3)**, tant sur le plan morphologique (miroir de faille cartographié lors des campagnes AOC et OWEN) que sismologique (séismes sur la faille uniquement). Le jeu est dextre pur le long d'un petit cercle du mouvement Inde-Arabie, et de l'ordre de 3-4 mm/an. Ce mouvement est parfaitement détecté par les solutions géodésiques les plus récentes (Fig. 4).
- A moins de maintenir ce mouvement relatif Inde-Arabie constant sur une très grande période de temps – ce que l'on sait être faux – la trace de la faille a donc nécessairement évolué au cours du temps. La faille s'est probablement installée initialement à la limite lithosphère océanique – lithosphère continentale étirée. Or, la trace active se situe aujourd'hui à plus de 200 km à l'est de cette limite. **Il y donc eu migration de la faille au cours du temps** avec abandon progressif des anciennes traces au niveau du bassin d'Owen (Fig. 2).
- On peut espérer caractériser cette migration pour les âges récents en corrélant les escarpements actifs de sub-surface aux enregistrements de la déformation dans les sédiments : une sédimentation constante alimentée par le cône de l'Indus assure un enregistrement continu de la déformation accessible par sismique réflexion, en particulier dans le bassin 20°N. **Les âges sont obtenus par corrélation avec les forages (cf. résultats de la campagne OWEN p. 10 et Fig. 17 Document 2).**

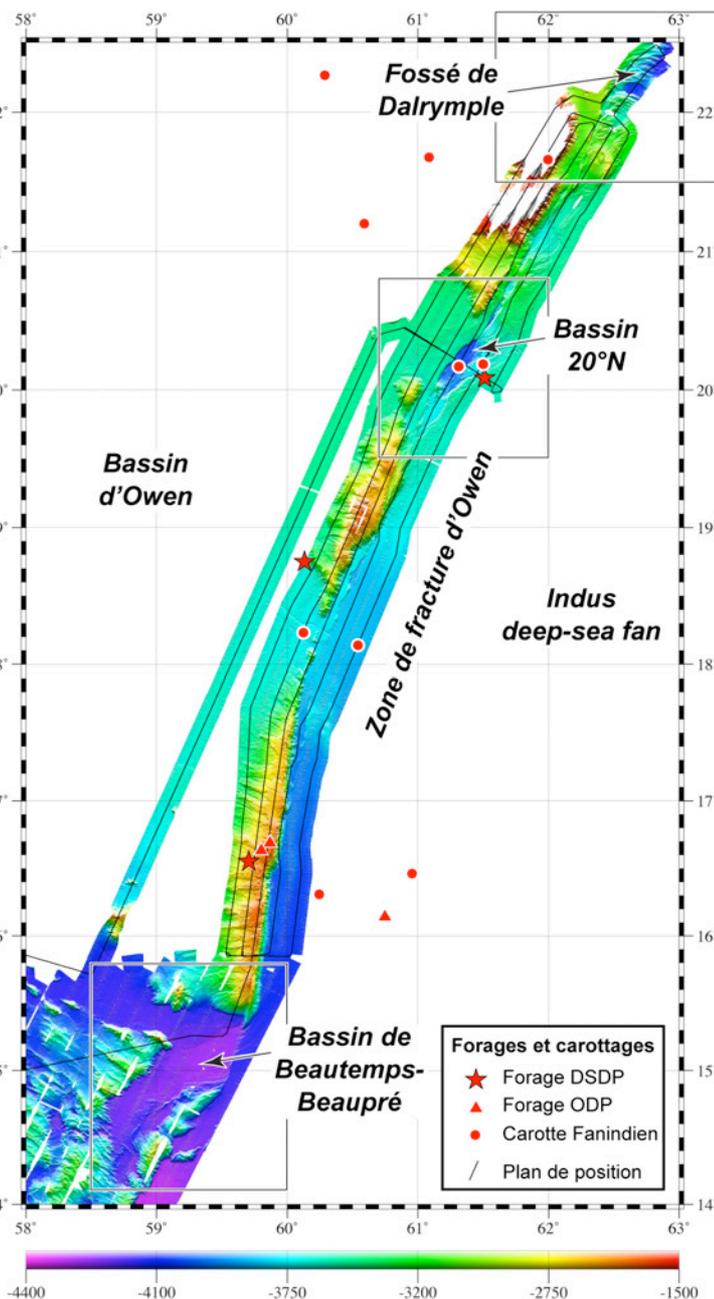


Figure 3. Couverture bathymétrique complète de la zone de fracture d'Owen. La faille active est observée sur 800 km entre le bassin de Beauteemps-Beaupré au sud et le fossé de Dalrymple au nord.

C. LA FRONTIÈRE ARABIE-INDE : INITIATION, MIGRATION ET ACTIVITÉ ACTUELLE

L'histoire de la frontière Arabie-Inde — initialement frontière entre Afrique-Arabie et Inde-Madagascar — commence avec l'éclatement de la Pangée au Jurassique moyen dans cette zone et se poursuit avec la fermeture de la Téthys par convergence de l'Afrique et de l'Inde vers l'Eurasie. Plusieurs événements géodynamiques successifs ont affecté l'évolution de cette frontière depuis sa formation (Fig. 2) :

1. L'ouverture du bassin de Somalie à partir du Jurassique moyen (~160 Ma) séparant le bloc Inde-Madagascar du bloc Afrique-Arabie ;
2. La séparation de Madagascar et du bloc Seychelles-Inde au Crétacé supérieur (83 Ma, âge de la plus ancienne anomalie A34 identifiée dans le bassin des Mascareignes ; Schlich, 1982 ; Dymont, 1991), la remontée rapide vers le nord de l'Inde, et la mise en place des ophiolites de Masirah et de Ra's Madrasah sur la marge est-omanaise dans l'intervalle Maestrichtien supérieur-Paléogène (66-56 Ma ; Figure 2a). Cet événement est distinct de l'obduction des ophiolites d'Oman (ophiolites de Samail) au Turonien moyen-Santonien (91-83 Ma ; Coleman, 1981 ; Beurrier et al., 1987) ;
3. La mise en place de la dorsale de Carlsberg au début du Tertiaire entre les blocs continentaux des Seychelles et de l'Inde (Norton et Sclater, 1979 ; Patriat et Segoufin, 1988). Elle est suivie par une période de

convergence relative Inde-Arabie vers 45 Ma (Royer et al., 2002), peut-être absorbée par subduction d'une partie du plancher océanique indien au niveau de la frontière Arabie-Inde ;

4. Le rifting dans le golfe d'Aden qui débute à l'Oligocène (~30 Ma) et se poursuit par l'accrétion océanique initiée il y a 20 Ma dans le golfe d'Aden oriental (Fig. 2b).
5. La collision de la plaque Arabie avec l'Eurasie qui débute vers 25 Ma au niveau du Zagros (Fig. 2b et c ; Agard et al., 2005).

Au cours de son histoire, la frontière Arabie-Inde a donc été successivement une marge passive au Jurassique, une zone d'obduction à la transition K/T située 200 km plus à l'Ouest qu'actuellement, éventuellement une zone de subduction au début du Tertiaire, puis une frontière transformante dont le sens s'est inversé de sénestre à dextre au Miocène. Nos données récentes montrent que la faille décrochante actuelle n'est probablement pas antérieure au Pliocène, sur la base de son jeu mesuré par la géodésie et de décalages morphologiques. Par ailleurs, la cinématique In/Ar déduite des anomalies magnétiques indique clairement un jeu dextre débuté au Miocène : le problème de la permanence de cette frontière est donc clairement posé.

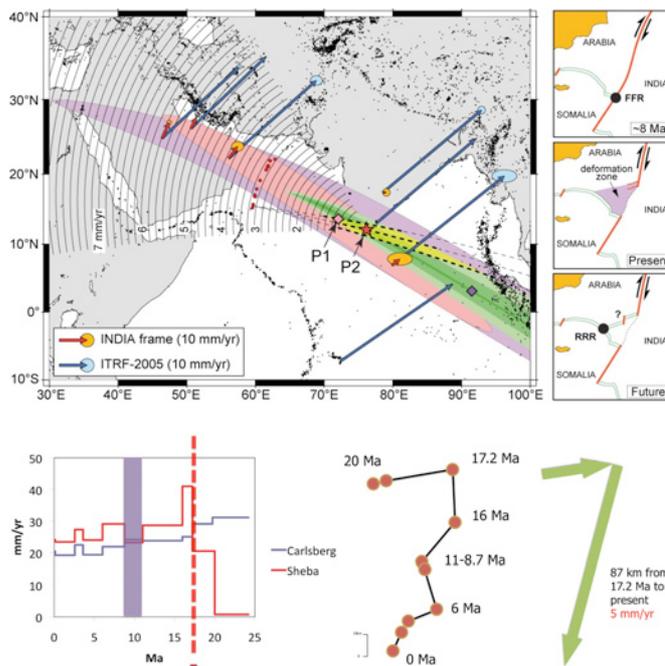


Figure 4. Cinématique Inde/Arabie actuelle (en haut, flèches bleues dans ITRF2005 et rouge dans le référentiel Inde fixe ; P2 meilleur pôle de rotation, cf. Fournier et al. 2008b) et depuis le Miocène (en bas) ; le taux d'ouverture de la dorsale de Sheba (Arabie/Somalie) est supérieur au taux d'ouverture Carlsberg (Inde/Somalie) depuis 17 Ma ; le mouvement est dextre depuis cette période qui coïncide avec l'océanisation complète du Golfe d'Aden.

D. RESULTATS DES CAMPAGNES ANTERIEURES

Nous synthétisons ici les résultats principaux de trois campagnes dans la région d'étude (Fig. 5) : la campagne OWEN (2009) pour la plus récente, la campagne AOC (2006) et la campagne CHAMAK (2004). L'accent est mis sur l'apport de ces données pour la compréhension de la frontière Inde-Arabie, d'autres thèmes ayant été abordés en particulier lors de CHAMAK (prisme du Makran).

1. Résultats de la campagne OWEN

(ces résultats sont sous presse ; Fournier et al., Owen Fracture Zone: the Arabia-India plate boundary unveiled, EPSL)

- Les données bathymétriques révèlent un spectaculaire système de failles sur près de 800 km entre le bassin de Beautemps-Beaupré au sud et le fossé de Dalrymple au nord (Fig. 3). En dépit d'un apport sédimentaire très important du fleuve Indus, la morphologie des failles est bien préservée sur le plancher océanique et les escarpements se suivent sur des centaines de kilomètres, attestant d'une tectonique active. Par endroits, les failles recoupent les reliefs de la ride d'Owen tandis qu'à d'autres elles se localisent au pied de ces reliefs.

- Le système de failles est constitué de cinq segments principaux séparés par des relais transtensifs marqués par des bassins, dont un majeur à 20°N (bassin 20°N, Fig. 8). La longueur des segments individuels apparemment ininterrompus est comprise entre 80 et 220 km. Le segment septentrional se termine au nord par une remarquable structure en queue-de-cheval à l'entrée du fossé de Dalrymple (Fig. 7).

- La cinématique de la zone de fracture d'Owen est

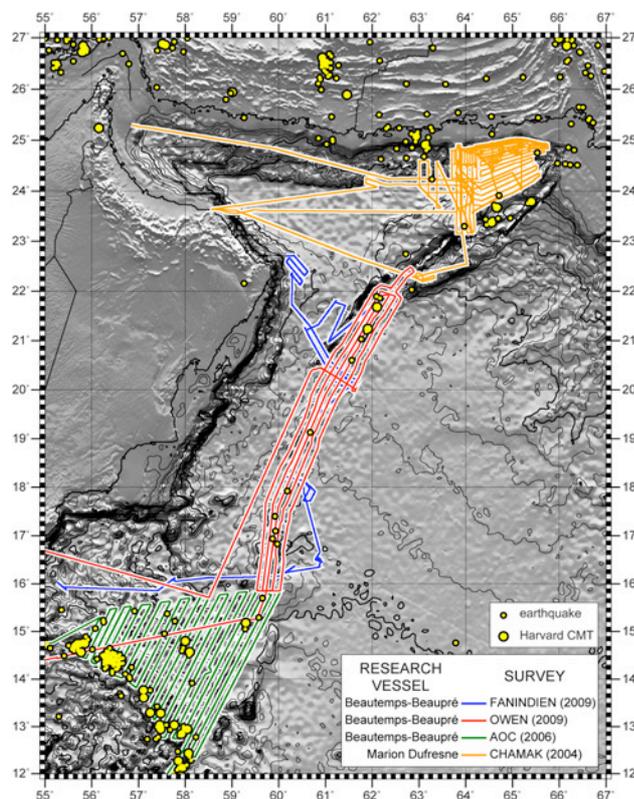


Figure 5. Plan de position des missions françaises effectuées à bord du BHO Beautemps-Beaupré et du R/V Marion Dufresne.

indiquée par la géométrie d'ensemble du système de failles et des relais en pull-apart qui attestent d'un mouvement purement décrochant dextre (Fournier et al., accepté à EPSL).

- La ride topographique d'Owen est formée de trois portions distinctes séparées par des seuils. La portion sud, culminant à 2000 m au-dessus du plancher océanique environnant, présente une structure asymétrique avec un flanc raide à regard est et un flanc en pente douce vers l'ouest. Le flanc ouest correspond à la surface structurale d'une série monoclinale peu pentée portant de nombreuses cicatrices d'arrachement de glissements de terrain (Fig. 6). La portion centrale, en dôme allongé parallèlement à la ZFO, est érodée sur son flanc Est par de nombreux canyons. La portion nord de la ride d'Owen correspond à un mont sous-marin conique au sommet aplati, le mont Qalhat, qui culmine à -400 m. Sa forme, qui évoque celle d'un guyot, ainsi que sa forte signature magnétique suggèrent une origine volcanique.

- Les données de bathymétrie multifaisceaux et les profils de sondeurs de sédiments collectés sur la zone de fracture d'Owen ont permis d'accéder à la structure détaillée de la ZFO, et ont révélé la présence de systèmes de bassins pull-apart en étroite connexion. Le réseau de faille de la ZFO recoupe des générations distinctes de chenaux du système turbiditique de l'Indus, dont les âges ont pu être obtenus par calibration des profils SBP avec le forage DSDP 222. Ceci nous permet de proposer un cadre chronologique précis pour l'ouverture du bassin 20°N et la migration des relais transtensionnels le long de la ZFO sur les trois derniers millions d'années (Rodriguez et al., in prep).

- Les données récoltées lors de la campagne OWEN ont permis de cibler, de façon stratégique, les sites de carottages Küllenberg effectués lors de la campagne Fanindien (chef de mission : S. Zaragosi). Les carottages réalisés sur les levées des chenaux turbiditiques et au sein du bassin 20°N ont permis de reconstituer l'histoire du remplissage du bassin 20°N, dont les dépôts constituent un enregistrement exceptionnel de l'activité du système turbiditique de l'Indus au cours des cent derniers mille ans (Menesguen et al., in prep).

- Les données de la campagne OWEN, intégrées aux forages et lignes sismiques ODP du Leg 117, ont permis de décrire sur plus de 800 km le système sédimentaire de la ride d'Owen et son évolution depuis le Miocène inférieur (Rodriguez et al., soumis à Marine Geology). Cette étude révèle que le matériel pélagique de la ride est épisodiquement déstabilisé par des glissements de terrain sous-marins potentiellement tsunamogènes, dont les volumes peuvent atteindre 45 km³. De façon surprenante, les glissements de terrains ne semblent pas déclenchés par les séismes de la ZFO et leur récurrence semble contrainte par les faibles taux de sédimentation pélagique. Les facteurs de contrôle des instabilités gravitaires en domaine pélagique sont donc différents des facteurs invoqués sur les marges continentales. Cette étude démontre qu'il existe un aléa naturel associé aux systèmes pélagiques jusqu'à présent sous-estimé.

2. Résultats de la campagne AOC

Les résultats de la campagne AOC sont publiés. Ils nous ont permis de reconstruire l'évolution du point triple Arabie-Inde-Somalie (encore appelé point triple AOC pour Aden-Owen-Carlsberg) depuis sa formation il y a 20 Ma (Fournier et al., 2008a), de réévaluer la cinématique actuelle de la frontière Arabie-Inde (Fournier et al., 2008b), et d'établir un modèle cinématique haute définition de l'ouverture du golfe d'Aden (Fournier et al., 2010).

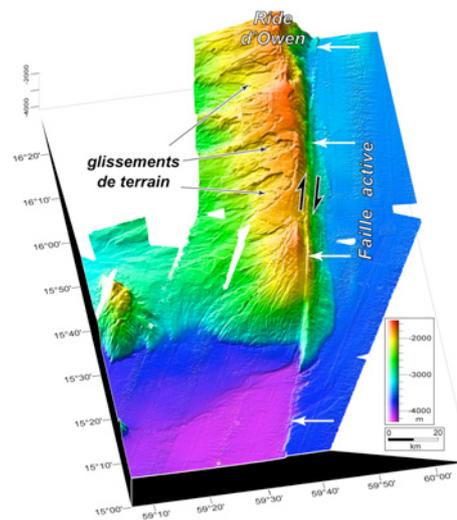


Figure 6. Extrémité sud de la ZFO : la faille active N10°E décale en dextre la ride topographique d'Owen de 12 km. La pente ouest de la ride est marquée par les cicatrices d'arrachement de grands glissements de terrain. Sont-ils déclenchés par des séismes sur la ZFO ? (Fournier et al., 2008 ; Rodriguez et al., soumis à *Marine Geology*).

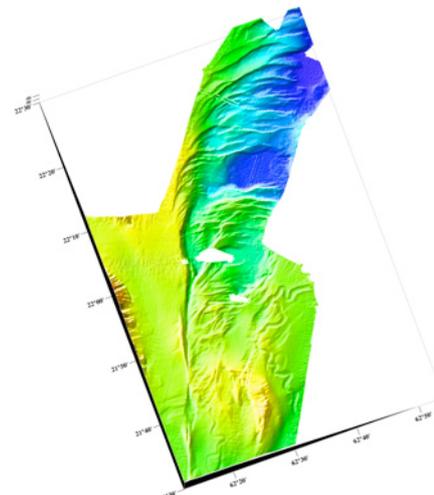


Figure 7. A son extrémité nord la faille décrochante active (ZFO) se termine en queue-de-cheval à l'entrée du fossé extensif de Dalrymple.

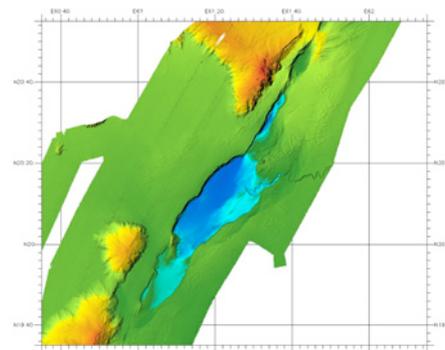


Figure 8. Le bassin 20°N est un pull-apart de 80 km de long sur 25 km de large alimenté par un chenal actif et érosif du deep-sea fan de l'Indus. Des chenaux méandriques abandonnés sont observables latéralement. Un schéma structural est donné dans le Document 2.

3. Résultats de la campagne CHAMAK

La campagne CHAMAK (Faille de CHAMAN – prisme du MAKran) a été réalisée à l'automne 2004. Son objectif principal était la description du complexe d'accrétion du Makran Pakistanais et sa jonction avec la frontière décrochante Inde/Eurasie connue comme le système de faille décrochante sénestre Chaman-Ornach Nal.

Les principaux résultats de la campagne ont été décrits par Ellouz et al. 2007 (Fig. 9) et montrent une influence de la subduction des reliefs de la plaque plongeante sur la construction du prisme d'accrétion. Au sud de la plaine abyssale, la surrection par basculement de la ride de Murray dans un régime de déformation en extension a marqué l'isolement de la fosse de subduction par rapport au delta de l'Indus. Ce phénomène bien identifiable en sismique par le changement d'une sédimentation turbiditique avec systèmes de chenaux-levées à un régime de dépôts hémipélagiques pourrait dater de 5 à 6 Ma en extrapolant les vitesses de sédimentation des derniers 300 ky. La déformation dans le système ride de Murray – fossé de Dalrymple est clairement liée à la cinématique de la terminaison septentrionale de la frontière de plaque Arabie-Inde.

Bien que la campagne CHAMAK n'ait pas cartographié la partie active de la frontière de plaque Arabie-Inde (ce qui n'était pas dans ses objectifs directs), elle a apporté des éléments de réflexion importants. En effet, l'observation de séismes en extension plus ou moins nord-sud ainsi que l'habitude de raccorder la ride de Murray à la faille d'Ornach Nal par un segment nord-sud posent un problème cinématique (Fig. 10). Kukowski et al. (2001) ont proposé de résoudre ce problème en créant une microplaque « Ormara » limitée à l'ouest par une faille décrochante sénestre dite « faille du Sonne » traversant la plaine abyssale d'Oman. Les données de la campagne CHAMAK n'ont pas confirmé la présence d'une telle faille mais au contraire la rendent très improbable (aucune signature de la faille dans les profils sismiques, discontinuités des anomalies magnétiques de la ride « Little Murray Ridge » explicables par une disposition en échelon des reliefs volcaniques).

La cartographie de l'extrémité nord de la ZFO et sa connexion avec le fossé de Dalrymple fera le lien avec les données acquises lors de la campagne CHAMAK.

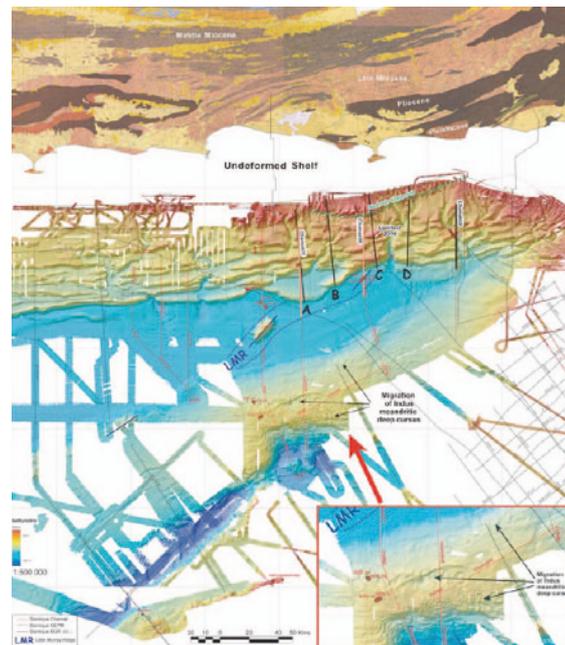


Figure 9. Bathymétrie combinée de la campagne CHAMAK additionnée des campagnes allemandes du BGR (R/V Sonne) (Ellouz et al., 2007).

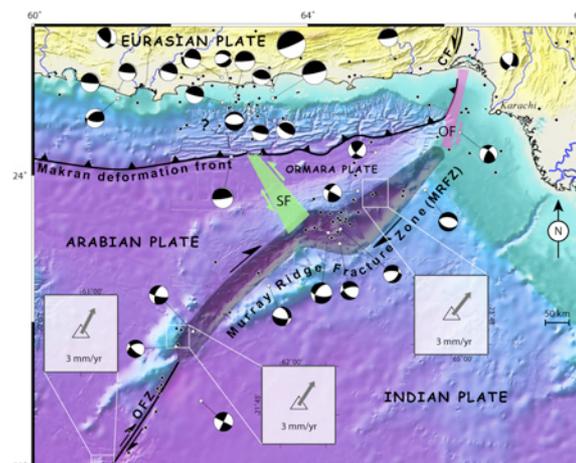


Figure 10. Schéma tectonique simplifié de l'extrémité orientale du fossé de Dalrymple et de la ride de Murray montrant les mécanismes au foyer décrochants et extensifs et la cinématique In/Ar (Fournier et al., 2008) ; région en vert : Sonne Fault (SF) ; région en rose : sud Ornach Nal Fault (OF) (Thèse de Nicolas Mouchot, 2009).

E. OBJECTIFS DETAILES DE LA CAMPAGNE OWEN-2

1. Déformation active le long de la ZFO

Le premier volet OWEN a conduit à un résultat surprenant : la totalité de la frontière Inde-Arabie étudiée, soit 800 km, présente des escarpements de failles actifs cartographiables avec un sondeur de seconde génération du type de celui du Beautemps-Beaupré. Au vu des déformations de surface, il est clair qu'une partie de l'histoire de cette frontière – la plus récente – réside dans les couches sédimentaires superficielles. Au sud, un profil sismique monотреace met en évidence au pied de la ride des structures compressives plus anciennes que le système actuel (Fig. 11 ; Weissel et al., 1992). Au nord, un profil MCS (Edwards et al., 2000) suggère une structure en fleur. Nous proposons d'effectuer une série de profils sismique légère au travers de la ZFO afin d'imager la déformation de sub-surface active ou récente. Le calibrage peut être réalisé à l'aide des forages et des carottages (Rodriguez et al., en préparation ; Figs. 17 et 20).

2. Structure et remplissage des bassins en pull-apart

Le bassin 20°N est partiellement comblé par des sédiments d'origine à la fois pélagique et turbiditique, drainés par les chenaux actifs de l'Indus. Le réseau de faille de la zone de fracture d'Owen (ZFO) recoupe des générations distinctes de chenaux du système turbiditique de l'Indus, dont les âges ont pu être obtenus par calibration des profils SBP (sondeur de sédiments) avec le forage DSDP 222. Ceci nous permet de proposer un cadre chronologique pour l'ouverture du bassin 20°N et la migration des relais transtensifs le long de la ZFO sur les trois derniers millions d'années (Rodriguez et al., en préparation). Nous proposons d'effectuer une série de profils plus dense dans la région du bassin de 20°N afin de corrélater latéralement les corps sédimentaires et les chenaux et d'en déduire la chronologie d'activation des failles. Le même type de travail est proposé pour le Bassin de

Beautemps-Beaupré en terminaison sud de la ZFO. A terme, ces travaux doivent nous permettre de comprendre la formation et l'évolution tectonique de relais extensifs le long d'un grand décrochement, pour lesquels de nombreux modèles existent (analogiques et numériques) mais faiblement contraints par des données de terrain.

3. Déstabilisations gravitaires

Les données de la campagne OWEN, intégrées aux forages et lignes sismiques ODP du Leg 117 (de type sismique « légère »), ont permis de décrire le système sédimentaire de la ride d'Owen et son évolution depuis le Miocène inférieur (Rodriguez et al., soumis à Marine Geology). Cette étude révèle que le matériel pélagique de la ride est épisodiquement déstabilisé par des glissements de terrain sous-marins potentiellement tsunamogènes, dont les volumes peuvent atteindre 45 km³. Les parties les plus distales de ces corps glissés se trouvent dans le Bassin d'Owen. Nous proposons de les suivre par la sismique afin d'obtenir une description complète de ces instabilités en termes de volume et d'âge.

4. Structure, nature et âge du Bassin d'Owen et de la marge omanaise

Nous proposons d'étendre les profils sismiques à travers le Bassin d'Owen jusqu'au pied de la marge omanaise. La structure du bassin d'Owen et de la marge Arabe seront caractérisées grâce à l'analyse conjointe des données de sismique, de gravimétrie et de magnétisme : principales discontinuités, géométrie des corps sédimentaires (datés par corrélations avec les forages), et éventuellement nature de la croûte sous-jacente. Le but est d'imager d'éventuelles structures décrochantes marqueurs potentiels de la migration de la frontière de plaque Arabie/Inde.

Des profils magnétiques dans le bassin d'Owen viendront compléter les profils existant et permettront peut-être de préciser son âge.

5. Jonction avec le fossé de Dalrymple

La cartographie du fossé de Dalrymple n'a été que partiellement réalisée par le *Sonne* (partie nord-est du fossé), et de surcroît avec un sondeur multifaisceaux de résolution insuffisante. Aucun levé du fossé de Dalrymple n'a encore été effectué avec un sondeur de seconde génération du type de celui du *Beautemps-Beaupré* (Kongsberg-Simrad EM120) capable de mettre en évidence des escarpements de failles actives avec une résolution verticale de l'ordre de 10 mètres. En conséquence, il n'existe à ce jour aucune carte tectonique du fossé de Dalrymple. La cartographie de ce fossé avec un sondeur multifaisceaux haute résolution reste donc un objectif important. Un des points cruciaux est d'établir un schéma tectonique fiable pour la jonction entre le dernier segment décrochant de la zone de fracture d'Owen et le système de failles normales en queue de cheval du fossé de Dalrymple. L'importance de ce point est discutée dans le détail dans la synthèse cinématique de DeMets et al. (Geologically current plate motions, GJI 2010 ; fig. 38, établie justement à partir des résultats présentés dans Fournier et al., 2008). Il s'agit d'estimer l'obliquité du mouvement divergent Inde-Arabie dans la région du fossé de Dalrymple, et d'apporter une contrainte fondamentale pour la cinématique actuelle Inde-Arabie. Aucune des données antérieures n'a pas permis de résoudre cette énigme cinématique, probablement du fait de la faible résolution des cartes bathymétriques disponibles (et cela malgré les données multifaisceaux parcellaires du *Sonne*) et l'absence d'une couverture uniforme.

6. Age et l'histoire du basculement de la ride d'Owen

Les forages semblent indiquer que les premiers signes de basculement sont Miocène Inférieur (19 Ma). La faible épaisseur de sédiment sur le dos de la ride doit permettre d'identifier les biseaux sédimentaires liés au basculement.

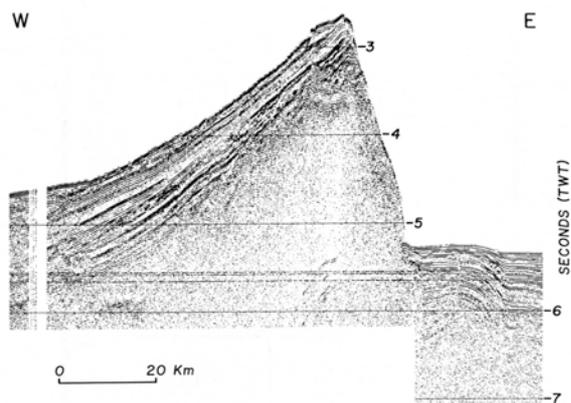


Figure 11. Exemple de sismique monotrace acquise au travers de la ride d'Owen. Le bourrelet compressif au pied de la ride est bien imagé, ainsi que la couverture de la Ride d'Owen (Weissel et al., 1992).

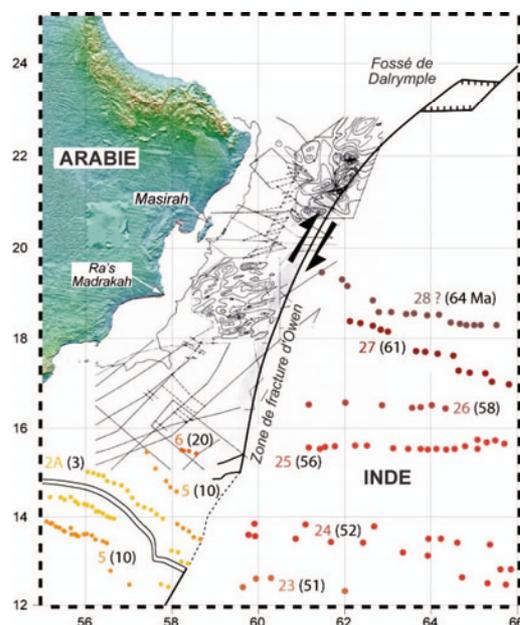
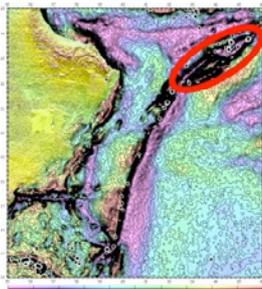


Figure 12. Campagnes et données magnétiques existantes dans la zone d'étude. Les tracés en traits fins à l'Ouest de la ZFO correspondent à une carte d'intensité établie par Whitmarsh (1979). Les pointés d'anomalies magnétiques relevés par Royer et al. (2002) sur la plaque Indienne et ceux obtenus récemment d'après les données de la campagne AOC (secteur du point triple) sont reportés. Les âges en Ma sont indiqués entre parenthèses.

Pour atteindre ces objectifs, nous proposons d'acquérir, en continu, des données bathymétriques, gravimétriques, magnétiques, des profils 3.5 kHz, des profils de sismique réflexion légère à travers la ZFO et le bassin d'Owen (jusqu'à la marge omanaise), au pied de la Ride d'Owen, au travers du bassin de Beautemps-Beaupré et du bassin 20°N. A terme, la frontière active Inde-Arabie et son système de relais extensifs auront été reconnus en surface et en sub-surface sur plus de 800 km.

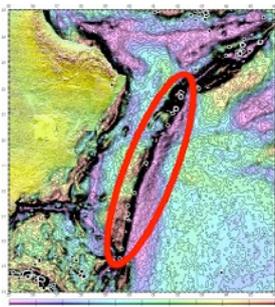
F. ETAT DES CONNAISSANCES



1. La ride de Murray et le fossé de Dalrymple

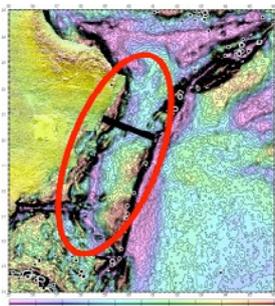
La terminaison Nord de la ZFO est marquée par une topographie très contrastée, constituée au sud par un haut topographique, la Ride de Murray, et au nord par une dépression, le fossé de Dalrymple (Fig. 10). Ce dernier est le siège d'une extension oblique (Gordon and DeMets, 1989). Les dépôts sédimentaires observables sur les profils sismiques ont été corrélés avec les données de forage du delta de l'Indus. Ils suggèrent que les mouvements verticaux responsables de la structuration de la ride et du fossé ont commencé dès le Paléogène (Edwards et al., 2000 ; Gaedicke et al., 2002b). Edwards et al. (2000) suggèrent qu'une partie de la topographie observée sur la Ride de Murray est liée à une tectonique compressive, suivie au début du Miocène par une extension en pull-apart qui accentue le relief par le jeu des failles normales bordant le fossé de Dalrymple. Gaedicke et al. (2002b) datent le début de la subsidence du fossé de Dalrymple entre le Paléogène et le milieu du Miocène.

Les données de sismique grand-angle, de gravimétrie et de magnétisme suggèrent l'existence d'une croûte plus épaisse qu'une croûte océanique normale (15-20 km) et faiblement à modérément magnétique au niveau du système ride de Murray-fossé de Dalrymple (Edwards et al., 2000). Gaedicke et al. (2002) ont identifié des seaward-dipping reflectors sur le flanc nord de la ride et rattachent le socle de cette structure à l'ancienne marge continentale Indienne amincie.



2. La zone de fracture d'Owen (s.s.)

Les reliefs qui jalonnent la zone de fracture d'Owen ont été forés pendant le Leg DSDP 23 (Whitmarsh et al., 1974; cf. Fig. 15). Les forages ont pénétré jusqu'au socle de nature volcanique (trachybasaltes et lamprophyres) sous des sédiments d'âge Paléocène supérieur et Eocène inférieur, respectivement. Lors du Leg ODP 117 (1987), le socle océanique n'a jamais été atteint. Sur la base de la dernière occurrence de passées turbiditiques identifiées aux sites de forages du Leg DSDP 23, le début du soulèvement des reliefs bordiers de la zone de fracture d'Owen a été daté du Miocène Inférieur (Whitmarsh et al., 1974) (19 Ma), c'est-à-dire contemporain de la transition rifting-accrétion dans le Golfe d'Aden.



3. Le bassin d'Owen et la marge continentale arabe en mer

L'âge du bassin océanique situé entre la zone de fracture d'Owen et la marge continentale est inconnu parce que les anomalies magnétiques n'ont pas pu être identifiées. Il fluctue selon les auteurs entre le Jurassique supérieur-Crétacé inférieur (Whitmarsh, 1979 ; Stein and Cochran, 1985), le Crétacé supérieur (Mountain and Prell, 1990) et le Paléocène-Eocène (Edwards et al., 2000). Le bassin d'Owen pourrait correspondre à l'ancienne marge passive du continent Afrique-Arabie (Fig. 13 haut). Dans ce cas, la croûte océanique serait d'âge Jurassique supérieur-Crétacé inférieur comme le bassin nord Somalien (Cochran, 1988) et comme les ophiolites de Masirah (Jurassique supérieur ; (Beurrier, 1987 ; Smewing et al., 1991 ; Peters et Mercolli, 1998).

À partir d'argument sur la profondeur du socle océanique, l'épaisseur des sédiments, et la corrélation de profils sismiques avec le forage DSDP 224, Mountain et Prell (1990) concluent à un âge Crétacé supérieur ou plus récent (Fig. 13 bas). Le socle du bassin d'Owen est peu profond et légèrement surélevé par rapport à la transition océan-océan dans le golfe d'Aden. Edwards et al. (2000) proposent un modèle d'évolution géodynamique où le socle aurait un âge Paléocène-Eocène.

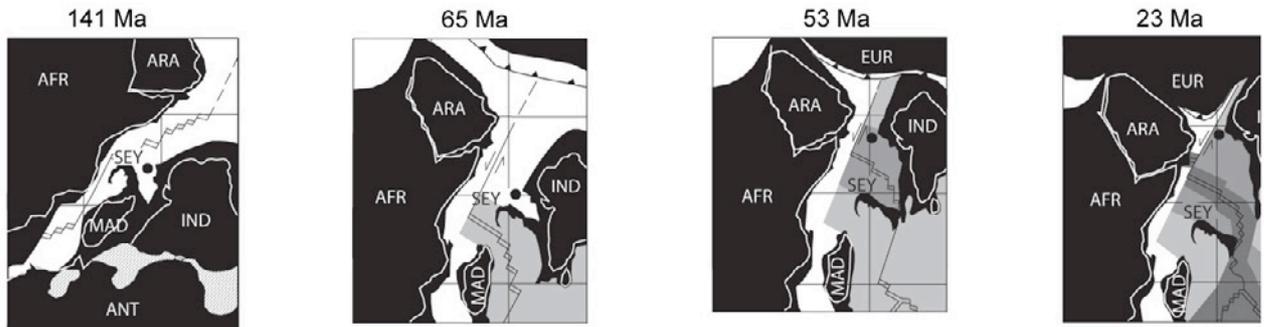


Figure 13. Deux scénarios pour la formation du bassin d'Owen, d'après Edwards et al. (2000). En haut, la frontière de plaque est localisée le long de la ZFO depuis ~90 Ma et le bassin d'Owen correspond à l'ancienne marge passive du continent Afrique-Arabie (Whitmarsh, 1979).

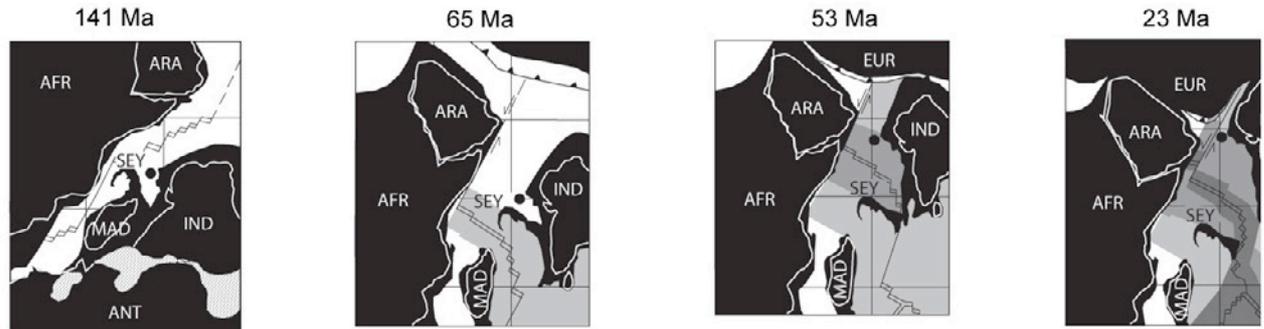


Figure 13 (suite). En bas, la frontière de plaque saute vers l'Est au début du Tertiaire depuis la marge continentale arabe jusqu'à la ZFO. La croûte océanique du bassin d'Owen est d'âge Tertiaire.



Les données de sismique réfraction (Barton et al., 1990) mettent en évidence de fortes variations d'épaisseur crustale entre la marge continentale omanaise et le bassin d'Owen. D'ouest en Est, la marge continentale s'amincit rapidement jusqu'à des épaisseurs de croûte océanique (8 km) puis s'épaissit de nouveau au niveau du bloc de Masirah qui semble constituer un fragment continental peut-être accréé à la marge lorsque celle-ci était une frontière de plaques active.

La structure du haut de la marge en mer est mal connue. Depuis Morton (1959) et Shackleton et Ries (1990), de nombreux auteurs supposent l'existence d'une faille décrochante parallèle à la marge entre les ophiolites de Masirah-Ra's Madrasah et le socle continental Arabe. Cette faille passe à terre au niveau de Ra's Madrasah, où nous n'avons pu observer ni son pendage ni son mouvement. Par ailleurs, l'existence, au sud de l'île de Masirah, d'un bassin Crétacé (Masirah graben) sous des unités allochtones chevauchantes est suggérée par les données sismiques (Beauchamp et al., 1995).

4. La frontière à terre, les ophiolites de Masirah

Les ophiolites de Masirah et de Ra's Madrasah (Fig. 14) se sont mises en place sur la marge transformante est-omanaise dans l'intervalle Maestrichtien supérieur-Paléogène (66-56 Ma). La mise en place est postérieure au dépôt de l'unité de flyschs de Fayah d'âge Maestrichtien supérieur sur la croûte océanique (Immenhauser, 1996), et antérieure au dépôt des séries Eocène-Oligocène inférieures discordantes sur la séquence ophiolitique (Fig. 14 ; Le Métour et al., 1992; Peters et al., 1995). L'intervalle de mise en place des ophiolites correspond donc avec celui du démarrage de l'accrétion océanique sur la dorsale de Carlsberg (Chaubey et al., 2002; Royer et al., 2002). L'âge de formation de la croûte océanique est daté radiométriquement (K/Ar et Ar/Ar) à environ 150 Ma (Smewing et al., 1991 ; Peters et Mercogli, 1998), ce qui est en accord avec l'âge Jurassique supérieur (Tithonien) des radiolarites reposant sur les pillow lavas (Beurrier, 1987). Les données paléomagnétiques indiquent une accrétion à la dorsale à la latitude de $38 \pm 12^\circ\text{S}$, puis une dérive vers le nord avec la plaque Inde (Gnos and Perrin, 1996). Les ophiolites de Masirah représentent vraisemblablement les vestiges d'un plancher océanique Jurassique supérieur formé à la latitude du bassin de Somalie entre les plaques Afrique-Arabie et Inde-Madagascar (Gnos et al., 1997). La croûte océanique des ophiolites de Masirah s'est donc formée avant celle des ophiolites classiques d'Oman, les ophiolites de Samail d'âge Albien supérieur-Cénomaniens (104-94 Ma), et a été obductée postérieurement.

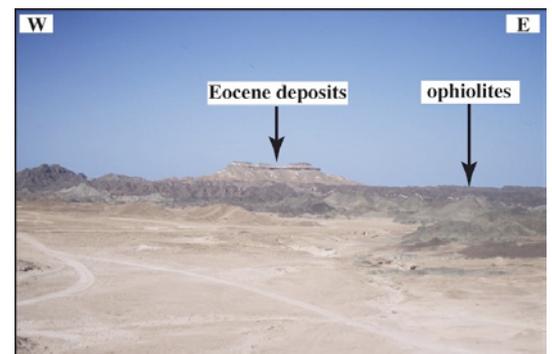


Figure 14. Discordance des séries éocènes sur l'ophiolite à Ra's Madrasah.

G. LISTE DES CAMPAGNES ANTERIEURES

[Autres qu'AOC (2006), CHAMAK (2004) et OWEN (2009)]

- Plusieurs campagnes océanographiques anciennes se sont déroulées dans la zone (Fig. 15 et Tab. 1), notamment la campagne SHACK375-475 du RRS *Shackleton* en 1975 (sismique, bathymétrie, gravimétrie, magnétisme ; Whitmarsh, 1979) et deux legs de forage DSDP23GVC (1972) et ODP117JR (1987). Le Leg 117 a été précédé par une campagne de reconnaissance sur la ZFO et la marge omanaise (*N/O Conrad*, W. Prell, 1986).
- En 1986, la campagne CD1886 du RRS *Charles Darwin* (CAM, sismique réflexion multitrace avec une flûte courte de 2.4 km), initialement prévue sur le prisme du Makran, a dû être détournée vers le fossé de Dalrymple (plusieurs lignes), la marge omanaise (un profil de sismique réflexion) et le bassin d'Owen (un profil de sismique réfraction) (Barton et al., 1990 ; Minshull et al., 1992 ; Edwards et al., 2000 ; Clift et al., 2002). La publication d'Edwards portant sur ces lignes CAM (Edwards et al. 2000) présente aussi 8 lignes (monotraces) d'une campagne du RRS *Shackleton* tirées en 1980 (SH), exclusivement dans la région de la Ride de Murray. La disponibilité de profils non publiés via une collaboration est envisagée.
- Plus récemment (1997), deux campagnes de sismique avec flûte courte (1200 m) ont eu lieu au nord de la zone sur le prisme du Makran, le fossé de Dalrymple et la ride de Murray : SO-122 et SO-123 sur le RV *Sonne* (Kopp et al., 2000 ; Kukowski et al., 2001 ; Gaedicke et al., 2002a, 2002b).

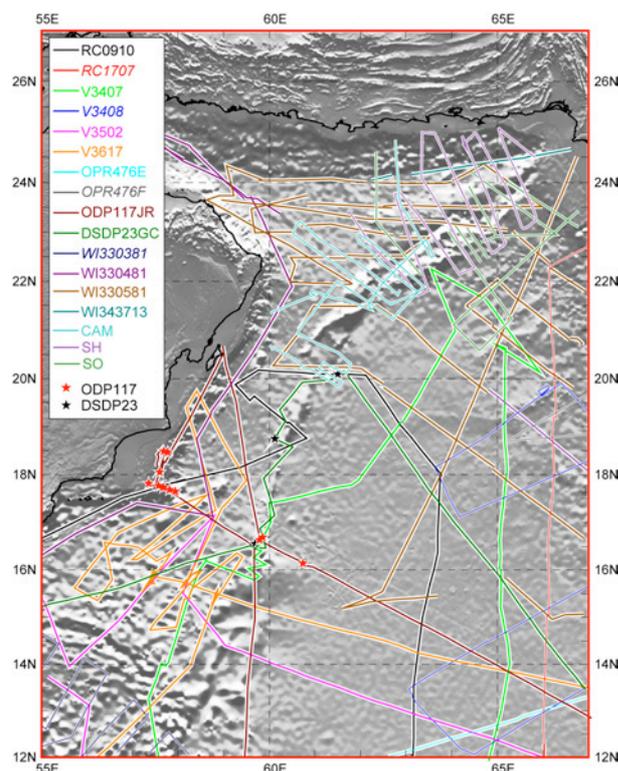


Figure 15. Campagnes antérieures

TABLEAU 1. CAMPAGNES ANTERIEURES DANS LA ZONE D'ETUDE (SOURCE PRINCIPALE : GEODAS)

Campagne	Année	Données	Responsable	Navire
RC0910	1965	Sismique	M. Langbeth	RV Conrad (Lamont)
DSDP23GVC	1972	Sismique, forages	R. Whitmarsh	D/V Glomar Challenger
SHACK375-475 non réf. dans GEODAS	1975	Sismique, bathymétrie, gravimétrie, magnétisme	R. Whitmarsh	RRS Shackleton
WI333713	1977	Bathymétrie, sismique Magnétisme,		US Navy Wilkes
V3407	1977	Bathymétrie, sismique magnétisme, gravimétrie	K. Venkatarathnam	Vema
V3502	1978	Bathymétrie, sismique magnétisme, gravimétrie	J. Cochran	Vema
V3617	1980	Bathymétrie, sismique magnétisme, gravimétrie	J. Cochran	Vema
WI330481	1981	Bathymétrie, sismique Magnétisme,	W. Gsell	US Navy Wilkes
WI330581	1981	Bathymétrie, sismique Magnétisme,	W. T. Morton	US Navy Wilkes
C2704	1986	Bathymétrie, magnétisme, gravimétrie	W. Prell	RV Conrad
CD1886 (CAM)	1986	Sismique réflexion et réfraction	T.A. Minshull	RRS Charles Darwin
ODP117JR	1987	Bathymétrie, forages magnétisme, sismique	J. Backman, R. Duncan, A. MacDonald	JOIDES Resolution
CD2087	1987	Bathymétrie, magnétisme, gravimétrie	N.H. Kenyon	RRS Charles Darwin
CD 2787	1987	Bathymétrie, magnétisme, gravimétrie	A. Cramp	RRS Charles Darwin

H. BIBLIOGRAPHIE SUR LE SUJET

- Agard P., J. Omrani, L. Jolivet and F. Mouthereau 2005. Convergence history across Zagros (Iran): constraints from collisional and earlier deformation. *International Journal of Earth Sciences*, 94, 401-419, DOI 10.1007/s00531-005-0481-4.
- Barton, P. J., T. R. E. Owen and R. S. White, The deep structure of the east Oman continental margin: preliminary results and interpretation, *Tectonophysics*, 173, 319-331, 1990.
- Beauchamp, W. H., A. C. Ries, M. P. Coward, and J. A. Miles, Masirah graben, Oman: a hidden Cretaceous rift basin, *AAPG Bull.*, 79, 864-879, 1995.
- Ben-Zion, Y., and C.G. Sammis, Characterization of fault zones, *Pure and Applied. Geophysics*, 160, 677-715, 2003.
- Beurrier, M. 1987. Géologie de la nappe ophiolitique de Semail dans les parties orientales et centrales de l'Oman, Thèse Doc. Etat, Univ. Paris 6, 406 pp.
- Beurrier, M., C. Bourdillon de Grissac, P. De Wever and J-L. Lescuyer 1987. Biostratigraphie des radiolarites associées aux volcanites ophiolitiques de la nappe de Samail (Sultanat d'Oman) : Conséquences tectogénétiques. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 304, 907-910.
- Chaubey, A.K, Dymant, J., Bhattacharya, G.C., Royer, J.-Y., Srinivas, K. and Yatheesh, V., 2002, Paleogene magnetic isochrons and paleo-propagators in the Arabian and Eastern Somali basins, Northwest Indian Ocean. In: P. Cliff, D. Kroon, C. Gaedicke and J. Craig (eds), *The Tectonic & Climatic Evolution of the Arabian Sea Region*. Geological Society Special Publication, v. 195, p. 71-85.
- Cochran, J.R. (1988) Somali Basin, Chain Ridge, and origin of the Northern Somali Basin gravity and geoid low, *J. Geophys. Res.*, 93, 11,985-12,008.
- Dercourt J., Ricou, L.E., and Vrielynck, B., 1993, Atlas Tethys Palaeoenvironmental Maps: Gauthier-Villars, Paris, 307 pp.
- Dymant, J. 1991. Structure et évolution de la lithosphère océanique dans l'océan Indien: apport des anomalies magnétiques. Thèse de Doctorat, Université Louis Pasteur, Strasbourg.
- Edwards, R. A., T. Minshall, R. S. White, Extension across the Indian-Arabian plate boundary: the Murray Ridge, *Geophys. J. Int.*, 142, 461-477, 2000.
- Ellouzi-Zimmermann, N., Lallemand, S., Castilla, R., Mouchot, N., Leturmy, P., Battani, A., Buret, C., Cherel, L., Desaubliaux, G., Deville, E., Ferrand, J., Luqcke, A., Mahieux, G., Mascle, G., Muhr, P., Pierson-Wickmann, A., Robion, P., Schmitz, J., Danish, M., Hasanv, S., Shahzad, A., Tabreez, A., 2007. Offshore frontal part of the Makran Accretionary prism: The Chamak survey (Pakistan). In: Lacombe, O., Lavé, J., Roure, F., Vergés, J. (Eds.). *Thrust Belts and Foreland Basins - From Fold Kinematics to Hydrocarbon System*, *Frontiers in Earth Science Series*, Springer Berlin Heidelberg, 351-366.
- Fournier, M., N. Chamot-Rooke, M. Rodriguez, P. Huchon, C. Petit, M.-O. Beslier, and S. Zaragosi, Owen Fracture Zone: the Arabia-India plate boundary unveiled, *accepté à EPSL*.
- Fournier, M., C. Petit, N. Chamot-Rooke, O. Fabbri, P. Huchon, B. Maillot, and C. Lepvrier (2008), Do ridge-ridge-fault triple junctions exist on Earth? Evidence from the Aden-Owen-Carlsberg junction in the NW Indian Ocean, *Basin Research*, 20, 575-590, doi: 10.1111/j.1365-2117.2008.00356.x
- Fournier, M., Chamot-Rooke, N., Petit, C., Fabbri, O., Huchon, P., Maillot, B. & Lepvrier, C. (2008), In-situ evidence for dextral active motion at the Arabia-India plate boundary, *Nature Geoscience*, 1, 54-58, doi:10.1038/ngeo.2007.24
- Fournier, M., Lepvrier, C., Razin, P., Jolivet, L. (2006), Post-obduction extension in the Oman Mountains and subsequent compression, *GeoArabia*, 11, 17-40.
- Fournier M., N. Chamot-Rooke, C. Petit, P. Huchon, A. Al-Kathiri, L. Audin, M.-O. Beslier, E. d'Acremont, O. Fabbri, J.-M. Fleury, K. Khanbari, C. Lepvrier, S. Leroy, B. Maillot & S. Merkouriev, 2010. Arabia-Somalia plate kinematics, evolution of the Aden-Owen-Carlsberg triple junction, and opening of the Gulf of Aden, *J. Geophys. Res.*, doi:10.1029/2008JB006257.
- Fournier, M., P. Patriat, and S. Leroy (2001), Reappraisal of the Arabia-India-Somalia triple junction kinematics, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 189, 103-114.
- Gaedicke, G., A. Prexl, H.-U. Schlüter, H. Meyer, H. A. Roeser, and P. Cliff, Seismic stratigraphy and correlation of major regional unconformities in the northern Arabian Sea, *Geol. Soc. London Spec. Pub.*, 195, 25-36, 2002a.
- Gaedicke, G., H.-U. Schlüter, H. A. Roeser, A. Prexl, B. Schreckenberger, H. Meyer, C. Reichert, P. Cliff and S. Amjad, Origin of the northern Indus Fan and Murray Ridge, Northern Arabian Sea: interpretation from seismic and magnetic imaging, *Tectonophysics*, 127-143, 2002b.
- Gnos, E., A. Immenhauser and T. Peters, Late Cretaceous/early Tertiary convergence between the Indian and Arabian plates recorded in ophiolites and related sediments, *Tectonophysics*, 271, 1-19, 1997.
- Gnos, E., and M. Perrin Formation and evolution of the Masirah ophiolite constrained by paleomagnetic study of volcanic rocks, *Tectonophysics*, 253, 53-64, 1996.
- Gordon, R.G., C. DeMets, Present-day motion along the Owen fracture zone and Dalrymple trough in the Arabian Sea, *J. Geophys. Res.*, 94, 5560-5570, 1989.
- Holbrook, W.S., T.M. Brocher, U.S. ten Brink, and J.A. Hole, Crustal structure of a transform plate boundary : San Francisco Bay and the central California continental margin, *J. Geophys. Res.*, 101, 22 311-22 334, 1996.
- Immenhauser, A. 1996. Cretaceous sedimentary rocks on the Masirah Ophiolite (Sultanate of Oman); evidence for an unusual bathymetric history, *J. Geol. Soc.*, 153, 539-551.
- Kopp, C., J. Fruehn, E. R. Flueh, C. Reichert, N. Kukowski, J. Bialas and D. Klaeschen, Structure of the Makran subduction zone from wide-angle and reflection seismic data, *Tectonophysics*, 329, 171-191, 2000.
- Kukowski, N., T. Schillhorn, K. Huhn, U. von Rad, S. Husen and E. R. Flueh, Morphotectonics and mechanics of the central Makran accretionary wedge off Pakistan, *Marine Geology*, 173, 1-19, 2001.
- Le Métour, J., E. Béchenec, J. Rabu, J.-P. Patel and R. Wyns 1992. Geological map of Al Masirah, Sheet NF 40-16, scale 1:250,000. Directorate General of Minerals, Oman Ministry of Petroleum and Minerals, Muscat Oman.
- Le Pichon X., C. Kreemer & N. Chamot-Rooke, 2005. Asymmetry in elastic properties and the evolution of large continental strike-slip faults, *J. Geophys. Res.*, 110 (B3): Art. No. B03405. doi : 10.1029/2004JB003343.
- Lebrun, J.-F., G. Lamarche, and J.-Y. Collot, Subduction Initiation at a Strike-Slip Plate Boundary: the Cenozoic Pacific - Australian Plate Boundary, South of New Zealand., *J. Geophys. Res.*, 108, B9, 2003.
- Massell, C., M. F. Coffin, P. Mann, S. Mosher, C. Frohlich, C. L. Schuur, G. D. Karner, D. Ramsay, and J. F. Lebrun, Neotectonics of the Macquarie ridge complex, Australia-Pacific plate boundary, *J. Geophys. Res.*, 105, 13457-13480, 2000.
- Meade, B.J. and B.H. Hager, Block models of crustal motion in southern California constrained by GPS measurements, *J. Geophys. Res.*, 110, doi:10.1029/2004JB003209, 2005.
- Menesguen C., 2010. Etude du remplissage et de l'évolution d'un bassin en pull-part le long de la zone de fracture d'Owen, *rapport de stage de M2 de l'Université Bordeaux-1*.
- Michaud F., J.-Y. Royer, J. Bourgois, B. M. and G.P. Liaudon (1997). The Rivera fracture zone revisited, *Marine Geology*, 137 (3-4), 207-225.
- Minshall, T. A., R. S. White, P. J. Barton and J. S. Collier, Deformation at plate boundaries around the gulf of Oman, *Marine Geology*, 104, 265-277, 1992.
- Mooney, W. D., G. C. Beroza, and R. Kind (2007), Fault zones from top to bottom: A geophysical perspective, in *Tectonic Faults—Agents of Change on a Dynamic Earth*, Dahlem Workshop Rep. 95, edited by M. R. Handy, G. Hirth, and N. Hovius, pp. 9–46, MIT Press, Cambridge, Mass.
- Mountain, G. S. and W. L. Prell 1990. A multiphase plate tectonic history of the southeast continental margin of Oman, In: Robertson, A. H. F., Searle, M. P. and Ries, A. C. (eds) *The Geology and Tectonics of the Oman Region*. *Geol. Soc. London Spec. Pub.* 49, 725-743.
- Peters, T. 2000. Formation and evolution of the western Indian Ocean as evidenced by the Masirah ophiolite: A review. In: Dilek, Y., Moores, E.M., Elthon, D. and Nicolas, A., eds. *Ophiolites and Oceanic crust: New Insights from Field Studies and the Ocean Drilling Program*. *Geol. Soc. Am. Spec. Pap.* 349, 525-536.
- Peters, T. and I. Mercolli 1997. Formation and evolution of the

- Masirah Ophiolite (Sultanate of Oman). *Ophioliti*, 22, 15-34.
- Peters, T. and I. Mercolli, Extremely thin oceanic crust in the Proto-Indian Ocean: Evidence from the Masirah Ophiolite, Sultanate of Oman, *J. Geophys. Res.*, 103, 677-689, 1998
- Peters, T., A. Immenhauser, I. Mercolli and J. Meyer 1995. Geological Map of Masirah North and Masirah South. Sheet K768-North and Sheet K768-South. Scale 1:50,000, with explanatory notes. Directorate General of Minerals, Oman Ministry of Petroleum and Minerals, Muscat Oman.
- Reilinger, R. et al., GPS constraints on continental deformation in the Africa-Arabia-Eurasia continental collision zone and implications for the dynamics of plate interactions, *J. Geophys. Res.*, 111, B05411, doi:10.1029/2005JB004051.
- Ritter, O., A. Hoffmann-Rothe, P. A. Bedrosian, U. Weckmann, and V. Haak (2005), Electrical conductivity images of active and fossil fault zones, in High-Strain Zones: Structure and Physical Properties, *Geol. Soc. Spec. Publ.*, 245, 165–186.
- Rodriguez, M., M. Fournier, N. Chamot-Rooke, P. Huchon, S. Zaragosi et A. Rabaute, Mass wasting processes and giant landslides along the Owen Fracture Zone (NW Indian Ocean), soumis à *Marine Geology*.
- Rodriguez, M., M. Fournier, N. Chamot-Rooke, C. Menesguen, P. Huchon et S. Zaragosi, Neotectonics of the Owen fracture zone (NW Indian Ocean): insight into step-over migration and evolution of an oceanic transform plate boundary, en préparation.
- Royer, J.-Y., Chaubey, A. K., Dymant, J., Bhattacharya, G. C., Srinivas, K., Yatheesh, V., and Ramprasad, T., 2002, Paleogene plate tectonic evolution of the Arabian and Eastern Somali basins. In: P. Clift, D. Kroon, C. Gaedicke and J. Craig (eds), *The Tectonic & Climatic Evolution of the Arabian Sea Region. Geological Society Special Publication*, v. 195, p. 7-23.
- Sage F., C. Basile, J. Mascle, B. Pontoise and R. B. Whitmarsh (2000). Crustal structure of the continent-ocean transition off the Cote d'Ivoire-Ghana transform margin: implications for thermal exchanges across the palaeotransform boundary, *Geophys. J. Int.*, 143, 662-678.
- Schlich, R. 1982. The Indian Ocean: aseismic ridges, spreading centers and basins. In: Nairn, A.E.M. & Stehli, F.G. (eds) *The Ocean Basins and Margins*, 6, The Indian Ocean, New York, 51-147.
- Shackleton, R. M. and A. C. Ries 1990. Tectonics of the Masirah Fault Zone and eastern Oman. In: Robertson, A. H. F., Searle, M. P. and Ries, A. C. (eds) *the Geology and Tectonics of the Oman Region. Geol. Soc. London Spec. Pub.* 49, 715-724.
- Smewing, J.D., I. L. Abbotts, L.A. Dunne, D.C. Rex 1991. Formation and emplacement ages of the Masirah ophiolite, Sult. of Oman, *Geology* 19, 453-456.
- Stampfli, G.M. and G.D. Borel, 2002, A plate tectonic model for the Paleozoic and Mesozoic constrained by dynamic plate boundaries and restored synthetic oceanic isochrons: *Earth and Planetary Science Letters*, v. 196, p. 17-33.
- Stein C.A., Cochran J.R., The transition between the Sheba ridge and the Owen basin: rifting of old oceanic lithosphere, *G. J. R. astr. Soc.*, 81, 47-74, 1985.
- Weber, M., and the DESERT Group, The crustal structure of the Dead Sea Transform, *Geophys. J. Int.*, 156, 655-681, 2004.
- Whitmarsh, R.B., 1974. Summary of general features of the Arabian Sea and Red Sea Cenozoic history based on Leg 23 cores. Initial report DSDP, U.S. Government Printing Office, Washington, D.C., 23, 1115-1123.
- Whitmarsh, R.B., 1979. The Owen Basin off the south-east margin of Arabia and the evolution of the Owen Fracture Zone, *Geophys. J. R. astr. Soc.*, 58 (2), 10.1111/j.1365-246X.1979.tb01034.x

DOCUMENT N°2

NOM DE LA CAMPAGNE : OWEN-2

DESCRIPTIF DE LA CAMPAGNE

- Méthodologie détaillée et liste précise des travaux et de leur niveau d'intégration pour atteindre les résultats escomptés - stratégie,
- Déroulement général de la mission, durée totale (incluant durée mobilisation/démobilisation), transits, temps sur zone, période souhaitée, escale éventuelle et motif de ce souhait,
- Calendrier journalier prévisionnel des travaux présenté *sous forme d'un tableau* (J1 à Jx) précisant : travaux, stations, profils, zones d'études, transits inter-stations ou inter-zones (**obligatoire**). Pour les études de sismique et les levés sonar il est indispensable d'indiquer le nombre de milles nautiques des profils et les vitesses de déplacement du navire.

*Le document 2 ne doit pas dépasser 6 pages maximum
avec les illustrations, la bibliographie et une carte de localisation*

A. METHODOLOGIE DETAILLEE

La zone d'étude est délimitée :

- au nord par l'extrémité orientale du fossé de Dalrymple,
- au sud par le golfe d'Aden et la zone d'étude d'AOC 2006,
- à l'ouest par la marge Arabe,
- à l'est par la zone de fracture d'Owen et au-delà le cône de l'Indus dans sa partie la plus distale.

Rappel des objectifs scientifiques et outils associés (en gras l'outil principal) :

- Identification des segments de faille actifs : **cartographie multifaisceaux**, sondeur de sédiments 3.5 kHz
- Caractérisation tectonique et sédimentologique des bassins en pull-apart : **sismique réflexion**, sondeur de sédiments 3.5 kHz, corrélation avec les forages et les carottes Küllenberg existants.
- Imagerie de la déformation sous le système de faille actif : **sismique réflexion**, sondeur de sédiments 3.5 kHz
- Structure du Bassin d'Owen, de la Ride d'Owen : **sismique réflexion**, gravimétrie
- Identification des anomalies magnétiques (océanique et/ou d'origine volcanique) : **magnétométrie de surface**, sismique réflexion

Les travaux s'articulent autour de 5 outils : sismique réflexion, sondeur multifaisceaux, sondeur de sédiments, magnétométrie et gravimétrie. Il y a clairement deux stratégies distinctes selon la zone géographique compte tenu des missions antérieures : la sismique réflexion est l'outil prioritaire pour la zone de fracture d'Owen, le bassin d'Owen, les bassins en pull-apart; le sondeur multifaisceaux est l'outil prioritaire pour la jonction de la ZFO avec le fossé de Dalrymple. La méthodologie adoptée est une acquisition continue à une vitesse de l'ordre de 9-10 nœuds : l'ensemble des capteurs géophysiques reste en opération pendant toute la durée de la mission (acquisition multifaisceaux, gravimétrique et magnétique pendant la sismique). Une courte (<1 jour) incursion en limite de la ZEE pakistanaise et en fin de programme peut se faire sans la sismique (jonction de la ZFO avec le fossé de Dalrymple).

B. DEROULEMENT GENERAL DE LA MISSION

La position et l'orientation des profils tiennent compte des trois impératifs :

- 1/ recouper la ZFO en plusieurs endroits clés avec la sismique (plan de position en zigzag de façon à recouper systématiquement les sites de forages DSDP et ODP et de carottages)
- 2/ couvrir les 2 bassins en pull-apart en sismique (Beautemps-Beaupré et Bassin 20°N)
- 3/ cartographier la jonction de la ZFO avec le fossé de Dalrymple

Nous estimons que ces objectifs peuvent être atteints par une mission courte d'environ 2 semaines.

Le récapitulatif chiffré dans notre simulation est le suivant :

- Durée totale de la mission (incluant mob/demob) = 16 jours
- Durée sur zone = 15 jours
- Total acquisition sismique, gravi, mag, sondeur = 3263 n.m.
- Nombre de profils acquisition = 27

PROPOSITION DE CAMPAGNE A LA MER
IFREMER - IPEV – IRD

C. CALENDRIER PREVISIONNEL

N° Profil	Début de profil		Fin de profil		Durée jour	Vitesse Nds	Distance n.m.	Cap °	Inst.	Objectif
	Latitude °N	Longitude °E	Latitude °N	Longitude °E						
T1	16.94	54.02	14.76	58.49	1.34	9	289	117	B/M/G	Transit depuis Salalah
P1	14.76	58.49	15.26	59.88	0.40	9	86	69	S/B/M/G	Bassin Beautemps-Beaupré
R1	15.26	59.88	15.70	59.66	0.13	9	29	334	S/B/M/G	Bassin Beautemps-Beaupré
P2	15.70	59.66	14.35	59.31	0.39	9	83	194	S/B/M/G	Bassin Beautemps-Beaupré
R2	14.35	59.31	14.35	59.08	0.06	9	13	270	S/B/M/G	Bassin Beautemps-Beaupré
P3	14.35	59.08	15.71	59.41	0.39	9	84	13	S/B/M/G	Bassin Beautemps-Beaupré
P4	15.71	59.41	16.09	60.85	0.40	9	86	75	S/B/M/G	Bassin d'Owen sud
P5	16.09	60.85	17.91	57.48	1.03	9	222	299	S/B/M/G	Bassin d'Owen sud
P6	17.91	57.48	17.54	60.96	0.93	9	200	96	S/B/M/G	Bassin d'Owen sud
P7	17.54	60.96	19.01	58.18	0.84	9	182	299	S/B/M/G	Bassin d'Owen sud
P8	19.01	58.18	18.60	61.25	0.81	9	176	98	S/B/M/G	Bassin d'Owen sud
P9	18.60	61.25	19.94	58.80	0.74	9	161	300	S/B/M/G	Bassin d'Owen sud
P10	19.94	58.80	19.62	60.98	0.58	9	125	99	S/B/M/G	Bassin d'Owen sud
P11	19.62	60.98	20.48	61.49	0.27	9	59	29	S/B/M/G	Bassin 20°N (long.)
R3	20.48	61.49	20.10	61.76	0.13	9	27	146	S/B/M/G	Bassin 20°N
P12	20.10	61.76	20.45	60.93	0.24	9	51	294	S/B/M/G	Bassin 20°N (larg.)
R4	20.45	60.93	20.27	60.84	0.05	9	12	205	S/B/M/G	Bassin 20°N
P13	20.27	60.84	19.91	61.67	0.24	9	51	115	S/B/M/G	Bassin 20°N (larg.)
R5	19.91	61.67	19.83	61.62	0.03	9	6	209	S/B/M/G	Bassin 20°N
P14	19.83	61.62	20.19	60.80	0.23	9	51	295	S/B/M/G	Bassin 20°N (larg.)
R6	20.19	60.80	20.08	60.75	0.03	9	7	204	S/B/M/G	Bassin 20°N
P15	20.08	60.75	19.59	61.89	0.33	9	71	115	S/B/M/G	Bassin 20°N (larg.)
R7	19.59	61.89	19.89	62.04	0.09	9	20	25	S/B/M/G	Bassin 20°N
P16	19.89	62.04	20.93	59.54	0.71	9	154	294	S/B/M/G	Bassin 20°N (larg.)
P17	20.93	59.54	20.68	62.37	0.74	9	160	95	S/B/M/G	Bassin d'Owen nord
P18	20.68	62.37	22.12	60.02	0.73	9	157	304	S/B/M/G	Bassin d'Owen nord
P19	22.12	60.02	21.56	62.54	0.67	9	144	103	S/B/M/G	Bassin d'Owen nord
P20	21.56	62.54	21.83	62.68	0.08	9	18	27	S/B/M/G	fossé de Dalrymple
P21	21.83	62.68	22.50	63.45	0.27	9	59	47	S/B/M/G	fossé de Dalrymple
R8	22.50	63.45	22.53	63.40	0.02	9	4	309	B/M/G	fossé de Dalrymple
P22	22.53	63.40	21.86	62.62	0.27	9	59	227	B/M/G	fossé de Dalrymple
R9	21.86	62.62	21.94	62.58	0.02	9	5	333	B/M/G	fossé de Dalrymple
P23	21.94	62.58	22.61	63.33	0.27	9	58	46	B/M/G	fossé de Dalrymple
R10	22.61	63.33	22.69	63.26	0.03	9	6	322	B/M/G	fossé de Dalrymple
P24	22.69	63.26	22.40	62.91	0.12	9	26	228	B/M/G	fossé de Dalrymple
R11	22.40	62.91	22.48	62.84	0.03	9	6	319	B/M/G	fossé de Dalrymple
P25	22.48	62.84	22.76	63.18	0.12	9	26	48	B/M/G	fossé de Dalrymple
R12	22.76	63.18	22.84	63.09	0.03	9	7	312	B/M/G	fossé de Dalrymple
P26	22.84	63.09	22.52	62.73	0.13	9	28	227	B/M/G	fossé de Dalrymple
P27	22.52	62.73	22.11	62.34	0.15	9	33	222	B/M/G	fossé de Dalrymple
T2	22.11	62.34	23.62	58.65	1.03	9	223	294	B/M/G	Transit vers Mascate
TOTAL					15.11		3263			

S = sismique ; B = bathymétrie ; M = magnétisme ; G = gravimétrie ; T = transit ; P = profil ; R = ralliement

Un plan de position correspondant à cette table est donné dans la Fig. 16. Des plans détaillés sont également fournis en Figs. 18 et 19 afin de montrer comment les profils proposés recoupent les structures principales reconnues pendant la mission OWEN.

PROPOSITION DE CAMPAGNE A LA MER
IFREMER - IPEV - IRD

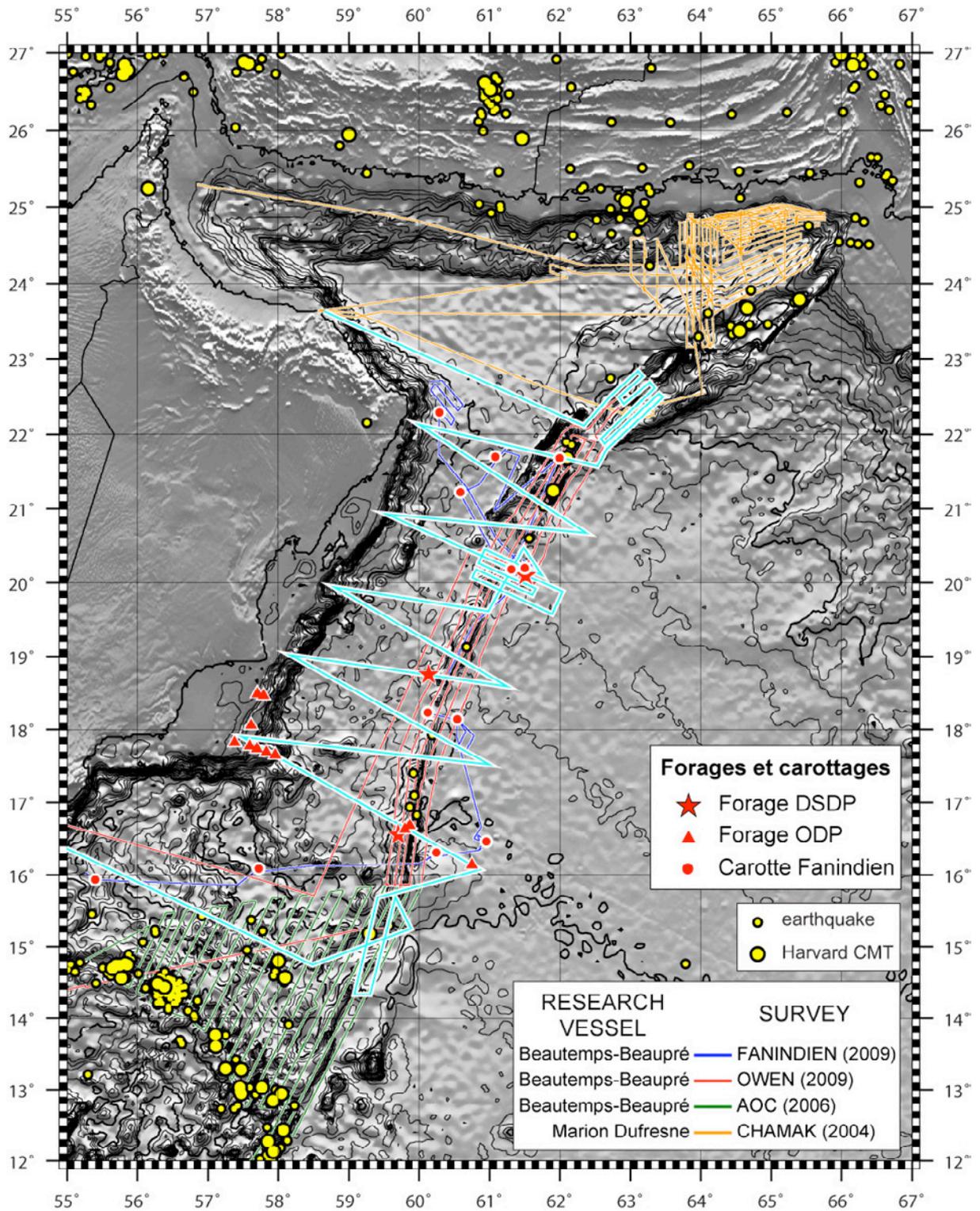


Figure 16. Proposition de profils (bleu ciel), superposée aux missions antérieures AOC, CHAMAK et OWEN. Les carottes et forages disponibles dans la région d'étude sont indiqués.

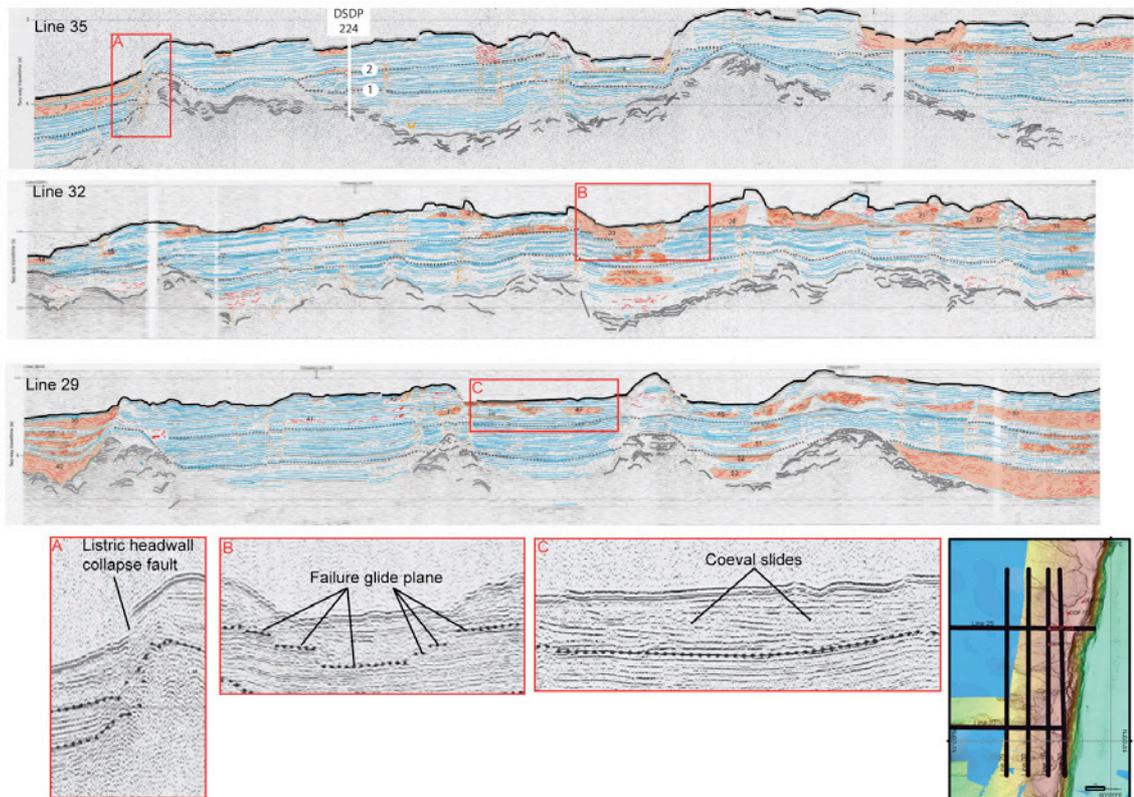


Figure 17. Lignes sismiques ODP Leg 177 (Ride d'Owen sud) et leur nouvelle interprétation montrant les dépôts d'instabilité gravitaire (corps orange). La ligne pointillée 1 marque le soulèvement de la Ride d'Owen à 19 Ma. La ligne pointillée 2 marque le passage à une sédimentation uniquement pélagique vers 15 Ma. Le tout est calibré sur le site DSDP 224 et ODP 722 à proximité (document non publié, thèse de Mathieu Rodriguez).

PROPOSITION DE CAMPAGNE A LA MER
IFREMER - IPEV - IRD

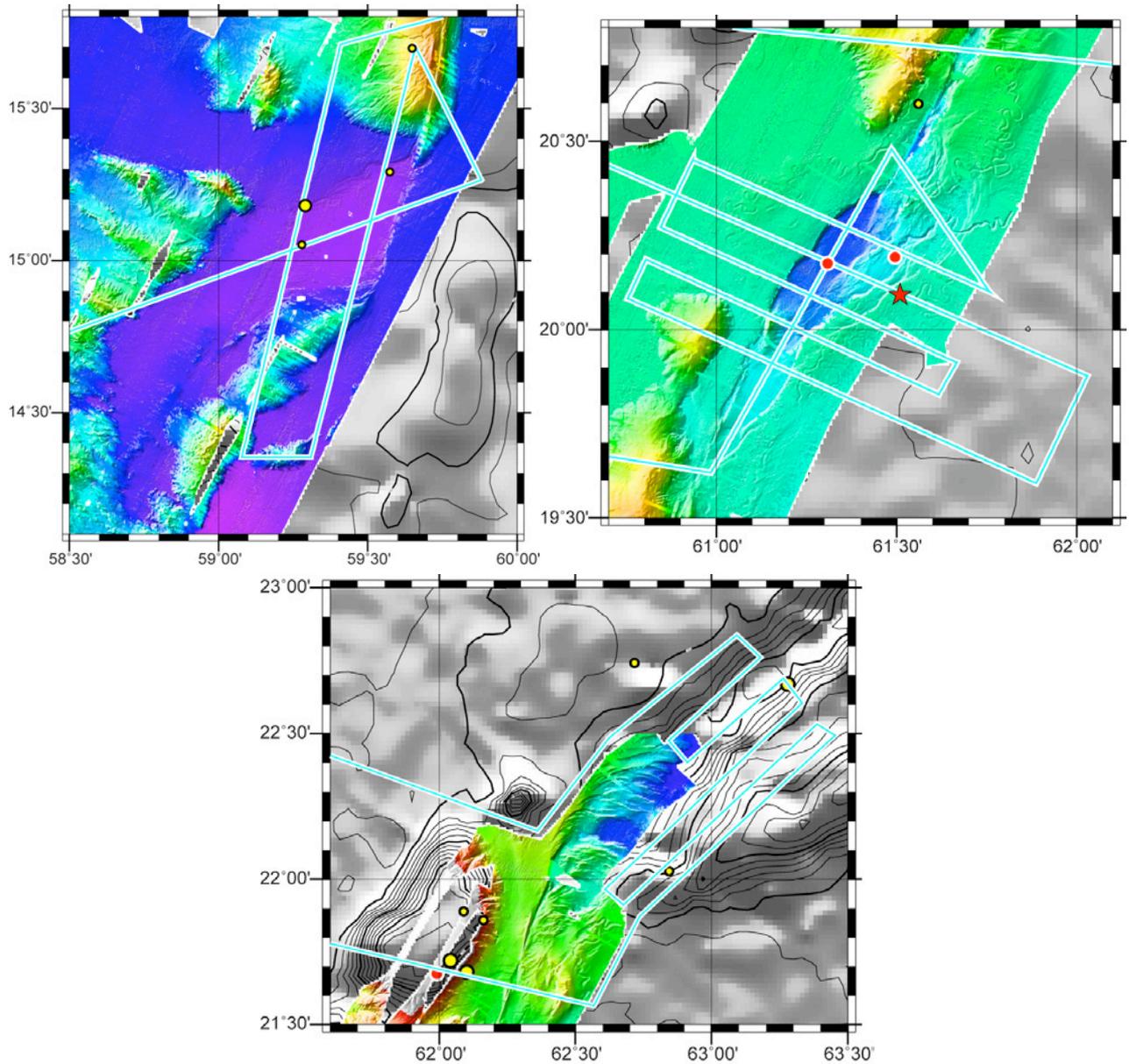


Figure 18. Proposition de profils dans les 3 bassins en pull-part principaux qui jalonnent le système décrochant. En haut à gauche : le bassin de Beautemps-Beaupré ; en haut à droite le bassin 20°N ; en bas l'entrée dans le fossé de Dalrymple. Ronds jaunes=séismes ; ronds rouges=carottes ; étoile rouge=forage.

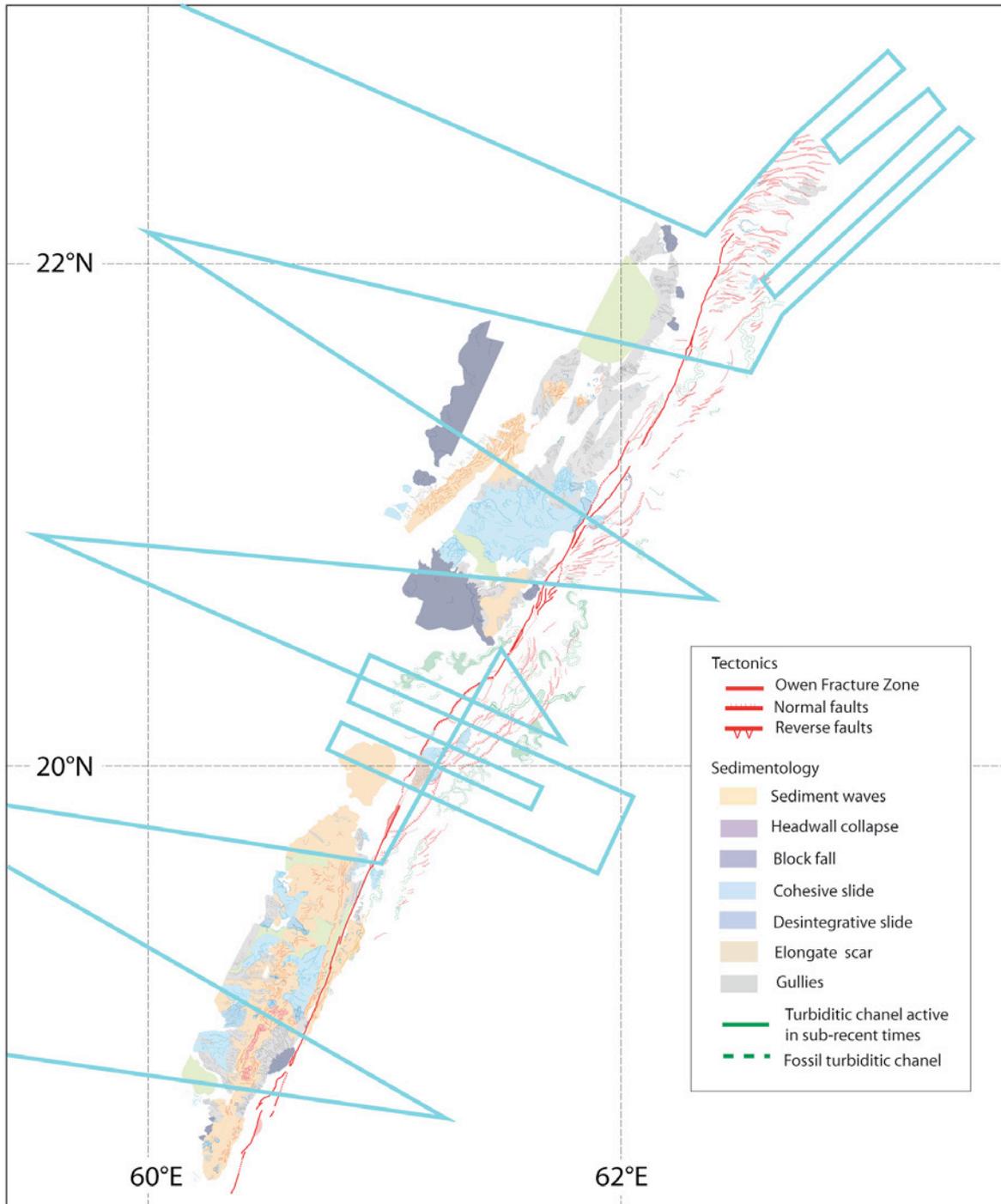


Figure 19. Schéma structural détaillé de la région du bassin 20°N et de la terminaison nord de la zone de fracture d'Owen, établi à partir des données d'OWEN. Le tracé des segments actifs de la faille, les failles en relais, les instabilités gravitaires, les chenaux sont indiqués. En bleu ciel le plan de position proposé (document non publié, thèse de Mathieu Rodriguez).

DOCUMENT N°3

NOM DE LA CAMPAGNE : OWEN-2

MOYENS A METTRE EN OEUVRE

- Navire support, submersible et positionnement (justifier le choix du navire et du submersible)
- Équipements fixes mis en œuvre par GENAVIR, par l'IPEV ou par l'IRD (Tableau précisant pour chaque équipement : le type, le nombre, la fréquence et la durée d'utilisation envisagés)
- Équipements mobiles mis en œuvre par GENAVIR, par l'IPEV, par l'IRD ou les parcs nationaux (INSU) (Tableau précisant pour chaque équipement : le type, le nombre, la fréquence et la durée d'utilisation envisagés)
- Laboratoires et outils de dépouillement informatique nécessaires à bord
- Est-il prévu d'embarquer des produits chimiques ou radioactifs ? pour les éléments radioactifs préciser lesquels
- Matériel propre de l'équipe demandeuse (préciser existant ou à acquérir)
- Personnel spécialisé si nécessaire
- Besoins en équipements ou matériels complémentaires (préciser quels types ou spécifications)
- Matériels fournis par des organismes extérieurs (préciser quels organismes ou laboratoires)
- Moyens terrestres à mettre en œuvre

➤ Choix du navire support

Le navire support devra pouvoir acquérir simultanément 5 types de données géophysiques :

- données de sismique réflexion SisRap
- données gravimétriques
- données magnétométriques avec capteur tracté
- données bathymétriques multifaisceaux
- données de sondeurs de sédiments (3.5 kHz) numériques

Par ailleurs, le *BHO Beautemps-Beaupré* est le seul navire susceptible d'opérer dans ces eaux du fait des problèmes de piraterie (cf. introduction). L'utilisation du dispositif SisRap sur ce navire est théoriquement possible (contacts pris avec Jean-Xavier Castrec, Ifremer, à ce sujet).

L'ensemble de la mission se fera à une vitesse de 9-10 nœuds. Le magnétomètre devra être opérationnel simultanément (compatibilité avec les lignes de canons).

➤ Positionnement

Le positionnement GPS standard sera utilisé.

➤ Équipements mis en œuvre par GENAVIR (pour toute la durée de la mission)

Nous avons utilisé lors de campagnes antérieures 3 types de sismique GENAVIR dans l'Océan Indien : la sismique dite « rapide » (flûte d'environ 600 m tirée à 10 nœuds), l'ancien dispositif multitrace (flûte de 4000 m, 96 traces) et le nouveau (offset maxi de 4750 m, 360 traces, 2 lignes de 8 canons chacune). La sismique rapide a donné de bons résultats jusqu'au toit du socle lorsque celui-ci se trouve sous une épaisseur de sédiments inférieure à 2,5 std.

➤ Gravimétrie

Un rattachement pré et post campagne est indispensable. Un des problèmes à résoudre est celui du fort contraste gravimétrique observé aujourd'hui de part et d'autre de la zone de fracture d'Owen, dont l'origine est la superposition d'un effet superficiel (escarpement morphologique) et d'un effet profond qui reste à quantifier.

➤ Magnétisme

Les anomalies magnétiques dans le Bassin d'Owen sont de faible intensité et semblent être orientées ~E-W (Whithmarsh, 1979). Les profils transversaux dans le bassin d'Owen devraient permettre une identification de ces anomalies et une comparaison avec celle de la mer d'Arabie à l'est de la ZFO. Nous envisageons également l'utilisation d'un magnétomètre sur bouée pour s'affranchir des variations diurnes (en discussion avec le SHOM qui posséderait des instruments de ce type). Les logiciels de traitement sont des logiciels maison de nos laboratoires.

➤ Sondeur multifaisceaux

Les données seront mixées avec celles des campagnes AOC et OWEN. Compte tenu des variations importantes de salinité attendues dans la zone, des sondages XBT en route devront être effectués de façon régulière et systématique. Les données seront intégrées aux formats GMT et Caraibes.

➤ **Sondeur de sédiments**

Le sondeur de sédiment 3.5 kHz s'est avéré être un outil remarquable pour définir les zones de failles actives pendant les campagnes AOC et OWEN. Les données étant numériques, nous avons pu effectuer des traitements de base avec quelques scripts SU (Seismic Unix). Kingdom Suite a également été utilisé dans le bassin 20°N.

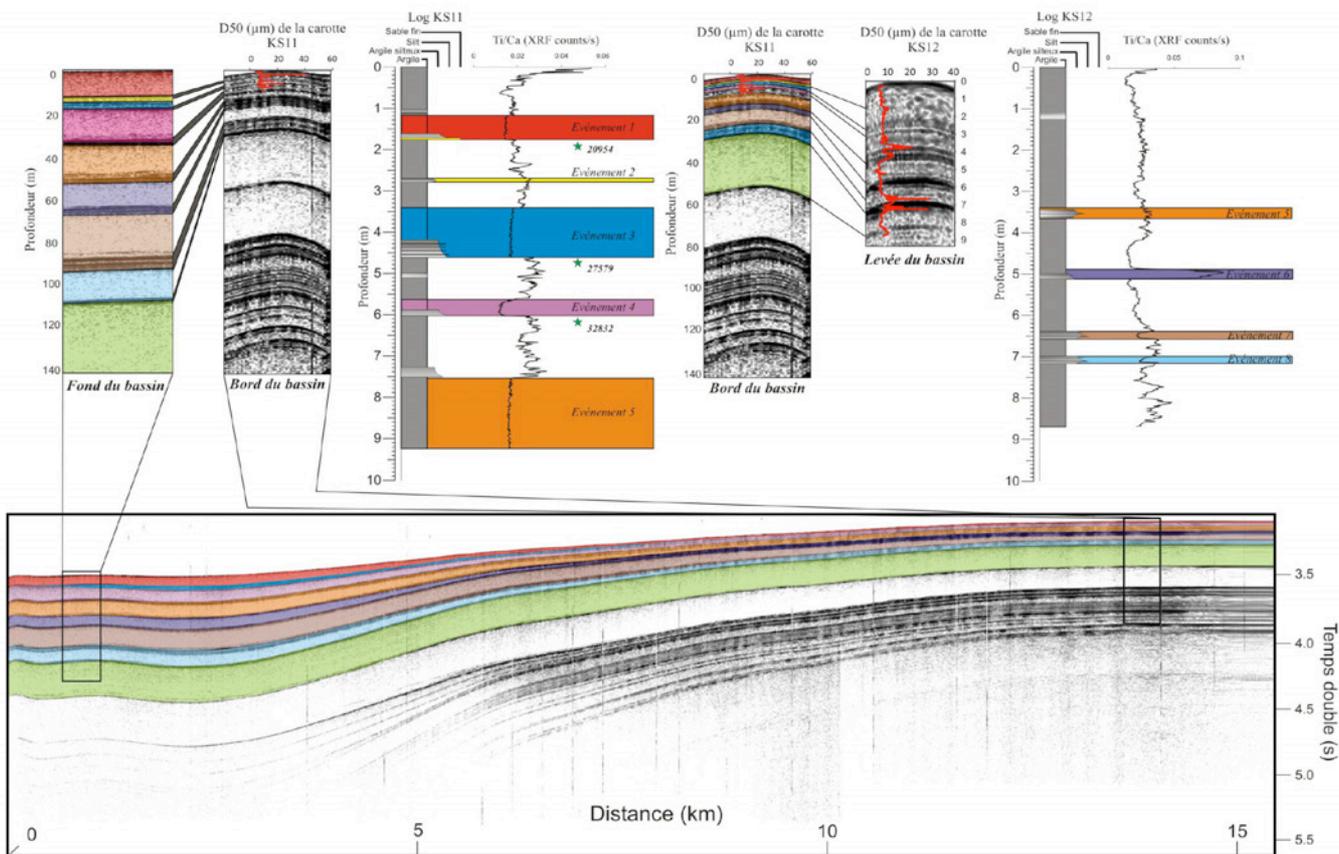


Figure 20. Exemple de profil 3.5 kHz et de corrélation avec les carottes dans le bassin 20°N (C. Menesguen, rapport de M2, 2010)

➤ **Est-il prévu d'embarquer des produits chimiques ou radioactifs ?**

Non

➤ **Laboratoires et outils de dépouillement informatique nécessaires à bord**

Ceux nécessaires à la mise en œuvre des équipements listés ci-dessus.

➤ **Matériel propre de l'équipe demandeuse**

Stations de travail + périphériques pour le prétraitement des données sismiques, de bathymétrie multifaisceaux et gravi-mag

➤ **Personnel spécialisé**

Opérateurs SisRap
Opérateurs acquisition et rejeu du sondeur multifaisceaux

➤ **Besoins en équipements ou matériels complémentaires ?**

Non

➤ **Matériels fournis par des organismes extérieurs**

Aucun

➤ **Moyens terrestres à mettre en œuvre**

Non

DOCUMENT N°4

NOM DE LA CAMPAGNE : OWEN-2

ANALYSE ET TRAITEMENT DES ECHANTILLONS ET DES DONNEES

- Analyses et traitements des échantillons et des données effectués à bord (liste exhaustive, référence des méthodes de traitement)
- Analyses et traitements des échantillons et des données effectués à terre (liste exhaustive, référence des méthodes de traitement) - calendrier
- Archivage des données (lieux, supports, mise à disposition des utilisateurs)
- Stockage des échantillons (lieux et dispositifs pris pour leur conservation, leur maintenance et leur mise à disposition des utilisateurs)
- Prévision et calendrier de publication des résultats (distinguer rapports de données, articles scientifiques, thèses ...)

➤ **Analyse et traitement des données à bord :**

Navigation : contrôle de qualité, traitement (si nécessaire), et archivage des données de navigation.

Sismique : prétraitement des données sismiques (Seismic Unix).

Prétraitement des données de bathymétrie multifaisceaux (Caraïbes + GMT)

Prétraitement des données gravimétriques et magnétiques (logiciels "maison")

Traitement des données du sondeur 3.5 kHz (Seismic Unix)

Interprétation préliminaire de l'ensemble des données

➤ **Analyse et traitement des données à terre :**

Traitement de la sismique en labo (GeoCluster)

Traitement des données magnétiques et gravimétriques, modélisation 2D

Interprétation de l'ensemble des données pour reconstituer la structure de la frontière de plaque Arabie-Inde

Préparation d'une carte bathymétrique de tout l'Océan Indien nord-ouest

➤ **Archivage des données :**

Lieu : Laboratoire de Géologie, Ecole normale supérieure ; Laboratoire iSTeP, Université Paris 6

Support : DVD, DLT pour la sismique

➤ **Prévision et calendrier de publication des résultats**

L'ensemble des données géophysiques sera traité dans les deux années suivant la campagne.

Préparation d'un mémoire de Master et d'une (ou deux) thèse(s)

Publication d'une carte bathymétrique

1 article de synthèse dans les 2 ans, des articles "de données" postérieurement

DOCUMENT N°5

NOM DE LA CAMPAGNE : OWEN-2

EQUIPE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

- Equipe demandeuse : chef de projet - chefs de missions - équipe embarquée – équipe à terre (Laboratoire, spécialité, responsabilité et rôle à bord et à terre, participation à de précédentes campagnes)
- Présentation des références scientifiques récentes de l'équipe demandeuse et, en particulier, état du traitement des données des dernières campagnes menées par les équipes participantes
- Collaborations prévues (ne mentionner que si l'accord est acquis) - parts respectives des participations nationales ou internationales à terre et en mer. Y a-t-il un protocole ?

A - EQUIPE DEMANDEUSE

Chef de mission 1 : Nicolas Chamot-Rooke

Chef de mission 2 : Marc Fournier

Equipe embarquée

L'équipe embarquée est limitée par le nombre de places disponibles à bord. Compte tenu de la présence de 2 ingénieurs opérateurs sismique, le nombre d'embarquants semble donc limité à 5 (le quota des 7 places disponibles est atteint). A terre, les scientifiques impliqués dans les missions précédentes (AOC, CHAMAK, OWEN) participeront au dépouillement de ces nouvelles données. Ils sont susceptibles d'embarquer en cas de disponibilité à bord.

Nom Prénom	Institut Laboratoire	Spécialité	Responsabilité et rôle à bord (données, analyses ...)	Responsabilité et rôle à terre (données, analyses ...)
CHAMOT-ROOKE Nicolas	ENS	géophysique marine	Chef de mission	Traitements sismiques, synthèse
FOURNIER Marc	Tectonique UPMC	tectonique	Traitement bathymétrie	synthèse structurale
HUCHON Philippe	Tectonique UPMC	géophysique marine	Traitement des champs	synthèse structurale
LALLEMANT Siegfried	Univ. Cergy-Pontoise	géophysique marine	Traitement sismique	synthèse sismique
RODRIGUEZ Mathieu	Etudiant UPMC-ENS	géologie	Traitement bathymétrie	Interprétation (thèse)
Ingénieur 1	GENAVIR	sismique	Opérateur	
Ingénieur 2	GENAVIR	sismique	Opérateur	
GARLAN Thierry	SHOM	sédimentologie	Opérateur SHOM	

Equipe à terre :

Nom Prénom	Institut Laboratoire	Spécialité	Responsabilité et rôle	Temps consacré (Equivalent temps plein)
BESLIER Marie-Odile	GeoAzur, CNRS	géophysique marine	traitement sismique	10%
DELESCLUSE Matthias	ENS	sismique	Traitement sismique	10%
DYMENT Jérôme	IPGP, CNRS	magnétisme	traitement magnétisme	10%
PETIT Carole	GeoAzur, UNSA	gravimétrie	traitement gravimétrie	10%
ZARAGOSI Sébastien	Univ. Bordeaux I	sédimentologie	Intégration données séd.	10%

Campagnes auxquelles les membres de l'équipe demandeuse ont participé au cours des 10 derniers ans

Nom des campagnes	Année	Noms des membres de l'équipe demandeuse ayant participé
OWEN (<i>Beautemps-Beaupré</i>)	2009	Chamot-Rooke, Fournier, Huchon
AOC (<i>Beautemps-Beaupré</i>)	2006	Chamot-Rooke, Fournier, Huchon
Encens (<i>Atalante</i>)	2006	Huchon
Encens-flux (<i>Suroit</i>)	2006	Huchon
Chamak (<i>Marion Dufresne</i>)	2004	Lallemant
Medor-Simed (<i>Beautemps-Beaupré</i>)	2004	Chamot-Rooke
Medisis (<i>Nadir</i>)	2002	Chamot-Rooke
Encens-Sheba (<i>Marion Dufresne</i>)	2000	Fournier
Andaman	2000	Chamot-Rooke
KH005-ANNC (<i>Hakuo Maru</i>)	2000	Huchon
ODP Leg 180	1998	Huchon

B - UEFERENCES SCIENTIFIQUES RECENTES DE L'EQUIPE DEMANDEUSE

Marc Fournier (2003-2010)

- Fournier, M., N. Chamot-Rooke, M. Rodriguez, P. Huchon, C. Petit, M.-O. Beslier, and S. Zaragosi, Owen Fracture Zone: the Arabia-India plate boundary unveiled, *EPSL (in press)*.
- Fournier, M., et N. Chamot-Rooke, 2010. Naissance d'un océan, la dorsale de Sheba, *Pour La Science*, 390, 44-49
- Fournier M., N. Chamot-Rooke, C. Petit, P. Huchon, A. Al-Kathiri, L. Audin, M.-O. Beslier, E. d'Acremont, O. Fabbri, J.-M. Fleury, K. Khanbari, C. Lepvrier, S. Leroy, B. Maillot & S. Merkouriev, 2010. Arabia-Somalia plate kinematics, evolution of the Aden-Owen-Carlsberg triple junction, and opening of the Gulf of Aden, *J. Geophys. Res.*, doi:10.1029/2008JB006257.
- de Boisgrollier, T., C. Petit, M. Fournier, P. Leturmy, J.-C. Ringenbach, V. A. San'kov, S. A. Anisimova, and S. N. Kovalenko (2009), Palaeozoic orogeneses around the Siberian craton: Structure and evolution of the Patom belt and foredeep, *Tectonics*, 28, TC1005, doi:10.1029/2007TC002210
- Jolivet, M., T. De Boisgrollier, C. Petit, M. Fournier, V. A. San'kov, J.-C. Ringenbach, L. Byzov, A. I. Miroshnichenko, S. N. Kovalenko, and S. V. Anisimova (2009), How old is the Baikal Rift Zone? Insight from apatite fission track thermochronology, *Tectonics*, 28, TC3008, doi:10.1029/2008TC002404
- Fournier, M., Chamot-Rooke, N., Petit, C., Fabbri, O., Huchon, P., Maillot, B. & Lepvrier, C. (2008), In-situ evidence for dextral active motion at the Arabia-India plate boundary, *Nature Geoscience*, 1, 54-58, doi:10.1038/ngeo.2007.24
- Fournier, M., P. Agard, and C. Petit (2008), Micro-tectonic constraints on the evolution of the Barles half-window (Digne Nappe, southern Alps). Implications for the timing of folding in the Valensole foreland basin, *Bull. Soc. géol. Fr.*, 179, 551-568
- Fournier, M., C. Petit, N. Chamot-Rooke, O. Fabbri, P. Huchon, B. Maillot, and C. Lepvrier (2008), Do ridge-ridge-fault triple junctions exist on Earth? Evidence from the Aden-Owen-Carlsberg junction in the NW Indian Ocean, *Basin Research*, 20, 575-590, doi: 10.1111/j.1365-2117.2008.00356.x
- Fournier, M., and C. Petit (2007), Oblique rifting at oceanic ridges: Relationship between spreading and stretching directions from earthquake focal mechanisms, *Journal of Structural Geology*, 29, doi:10.1016/j.jsg.2006.07.017.
- Fournier, M., P. Huchon, K. Khanbari, and S. Leroy (2007), Segmentation and along-strike asymmetry of the passive margin in Socotra, eastern Gulf of Aden: Are they controlled by detachment faults?, *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 8, Q03007, doi:10.1029/2006gc001526.
- Gunnell, Y., A. Carter, C. Petit, and M. Fournier (2007), Post-rift seaward downwarping at passive margins: new insights from southern Oman using stratigraphy to constrain apatite fission-track and (U-Th)/He dating, *Geology*, 35, 647-650, doi:10.1130/G23639A.1.
- Petit, C., M. Fournier, and Y. Gunnell (2007), Tectonic and climatic controls on rift escarpments: Erosion and flexural rebound of the Dhofar passive margin (Gulf of Aden, Oman), *J. Geophys. Res.*, 112, B03406, doi:10.1029/2006JB004554.
- Bellahsen, N., M. Fournier, E. d'Acremont, S. Leroy, and J.-M. Daniel, Fault reactivation and rift localization: The northeastern Gulf of Aden margin, *Tectonics*, 25, doi: 10.1029/2004TC001747, 2006.
- d'Acremont, E., S. Leroy, M. Maia, P. Patriat, M.-O. Beslier, N. Bellahsen, M. Fournier, and P. Gente, Structure and evolution of the eastern Gulf of Aden: insights from magnetic and gravity data (Encens Sheba Cruise), *Geophys. J. Int.*, 165, 786-803, 2006.
- Fournier, M., C. Lepvrier, P. Razin, and L. Jolivet, Late Cretaceous to Paleogene Post-obduction extension and subsequent Neogene compression in the Oman Mountains, *GeoArabia*, 11, 17-40, 2006.
- d'Acremont, E., S. Leroy, M.-O. Beslier, N. Bellahsen, M. Fournier, C. Robin, M. Maia, and P. Gente, Structure and evolution of the eastern Gulf of Aden conjugate margins from seismic reflection data, *Geophys. J. Int.*, 160, 669-690, 2005.
- Fournier, M., P. Razin, O. Fabbri, and J.-P. Breton, Comment on "Aptian faulting in the Haushi-Huqf (Oman) and the tectonic evolution of the southeast Arabian platform-margin" by C. Montenat, P. Barrier and H.J. Soudet, *GeoArabia*, 10, 191-198, 2005.
- Petit, C., and M. Fournier, Present-day velocity and stress fields of the Amurian plate from thin-shell finite element modeling, *Geophys. J. Int.*, 160, 357-369, 2005.
- Fabbri, O., P. Monié, and M. Fournier, Transensional deformation at the junction between the Okinawa Trough back-arc basin and the SW Japan island arc, in Grocott J., McCaffrey K. J. W., Taylor G. and Tikoff B. (eds), *Vertical Coupling and Decoupling in the Lithosphere*, Geol. Soc. London Spec. Pub., 227, 297-312, 2004.
- Fournier, M., N. Bellahsen, O. Fabbri, and Y. Gunnell, Oblique rifting and segmentation of the NE Gulf of Aden passive margin, *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 5, Q11005, doi:10.1029/2004GC000731, 2004.
- Fournier, M., L. Jolivet, P. Davy, and J. C. Thomas, Back arc extension and collision: an experimental approach of the tectonics of Asia, *Geophys. J. Int.*, 157, 871-889, 2004.
- Leroy, S., P. Gente, M. Fournier, E. d'Acremont, N. Bellahsen, M.-O. Beslier, P. Patriat, M. Maia, A. Blais, J. Perrot, A. Al-Kathiri, S. Merkouriev, P.-Y. Ruellan, J.-M. Fleury, C. Lepvrier, and P. Huchon, From rifting to spreading in the eastern Gulf of Aden: a geophysical survey of a young oceanic basin from margin to margin, *Terra Nova*, 16, 185-192, 2004.
- Agard, P., M. Fournier, and O. Lacombe, Post-nappe brittle extension in the inner Western Alps (Schistes Lustrés) following late ductile exhumation: a record of synextension block rotation ?, *Terra Nova*, 15, 306-314, 2003.

Nicolas Chamot-Rooke (2003-2010)

- Fournier, M., et N. Chamot-Rooke, 2010. Naissance d'un océan, la dorsale de Sheba, *Pour La Science*, 390, 44-49
- Fournier, M., N. Chamot-Rooke, M. Rodriguez, P. Huchon, C. Petit, M.-O. Beslier, and S. Zaragosi, Owen Fracture Zone: the Arabia-India plate boundary unveiled, *EPSL (in press)*.
- de Michele, M., D. Raucoules, J. de Sigoyer, M. Pubellier, & N. Chamot-Rooke, in press. Three-dimensional surface displacement of the 12 May 2008 Sichuan earthquake (China) derived from Synthetic Aperture Radar: evidence for rupture on a blind thrust, *Geophys. J. Int.*
- Fournier M., N. Chamot-Rooke, C. Petit, P. Huchon, A. Al-Kathiri, L. Audin, M.-O. Beslier, E. d'Acremont, O. Fabbri, J.-M. Fleury, K. Khanbari, C. Lepvrier, S. Leroy, B. Maillot & S. Merkouriev, 2010. Arabia-Somalia plate kinematics, evolution of the Aden-Owen-Carlsberg triple junction, and opening of the Gulf of Aden, *J. Geophys. Res.*, doi:10.1029/2008JB006257.
- Cattin R., N. Chamot-Rooke, M. Pubellier, A. Rabaute, M. Delescluse, C. Vigny, L. Fleitout & P. Dubernet, 2009. Stress change and effective friction coefficient along the Sumatra-Andaman-Sagaing fault system after the 26 December 2004 (Mw=9.2) and the 28 March 2005 (Mw=8.7) earthquakes, *Geochem. Geophys. Geosyst.*, v. 10, doi:10.1029/2008GC002167.
- Delescluse M. & N. Chamot-Rooke, 2008. Serpentinization pulse in the actively deforming Central Indian Ocean, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 276, 140-151, doi:10.1016/j.epsl.2008.09.017.
- Fournier M., N. Chamot-Rooke, C. Petit, O. Fabbri, P. Huchon, B. Maillot & C. Lepvrier, 2008. Do ridge-ridge-fault triple junctions exist on earth? Evidence from the Aden-Owen-Carlsberg junction in the NW Indian Ocean, *Basin Res.*, doi:10.1111/j.1365-2117.2008.00356.x.
- Delescluse, M., L. G. J. Montési, and N. Chamot-Rooke, 2008. Fault reactivation and selective abandonment in the oceanic lithosphere, *Geophys. Res. Lett.*, v. 35, L16312, doi: 10.1029/2008GL035066.
- Jolivet R., R. Cattin, N. Chamot-Rooke, C. Lasserre & G. Peltzer, 2007. Thin-plate modeling of interseismic deformation and asymmetry across the Altyn Tagh fault zone, *Geophys. Res. Lett.*, doi:10.1029/2007GL031511
- Fournier M., N. Chamot-Rooke, C. Petit, O. Fabbri, P. Huchon, B. Maillot & C. Lepvrier, 2007. In-situ evidence for dextral active

- motion at the Arabia-India plate boundary, *Nature Geoscience*, 1, doi:10.1038/ngeo.2007.24
- Rabaute A. & N. **Chamot-Rooke**, 2007. Quantitative mapping of active mud volcanism at the western Mediterranean Ridge – backstop contact, *Marine Geophysical Researches*, 28(3), 271-295.
- Chamot-Rooke**, N. & A. Rabaute, 2007. Plate tectonics from space, *Episodes*, 30 (2), 119-124.
- Delescluse M. & N. **Chamot-Rooke**, 2007. Instantaneous deformation and kinematics of the India-Australia plate, *Geophys. J. Int.*, 168 (2), 818-842, doi:10.1111/j.1365-246X.2006.03181.x
- Huguen C., N. **Chamot-Rooke**, B. Loubrieu & J. Mascle, 2006. Morphology of a pre-collision, salt bearing, accretionary complex : the Mediterranean Ridge (Eastern Mediterranean), *Marine Geophysical Researches*, 27, 61–75, doi:10.1007/s11001-005-5026-5
- Socquet A., C. Vigny, N. **Chamot-Rooke**, W. Simons, C. Rangin & B. Ambrosius, 2006. India and Sunda Plates motion and deformation along their boundary in Myanmar determined by GPS, *J. Geophys. Res.*, 111 (B5): Art. No. B05406, doi:10.1029/2005JB003877
- Barrier E., N. **Chamot-Rooke**, G. Giordano, A. Morelli & J.-F. Brouillet, 2005. An innovative concept – The geodynamic map of the Mediterranean, *Episodes*, International Union of Geological Sciences, 28 (3), p 193-196
- Chamot-Rooke** N., C. Rangin, X. Le Pichon & Dotmed working group, 2005. DOTMED : A synthesis of deep marine data in eastern Mediterranean, *Mém. Soc. géol. France*, 177, 64 p., 9 pl. + cd-rom
- Chamot-Rooke** N., A. Rabaute & C. Kreemer, 2005. Western Mediterranean Ridge mud belt correlates with active shear strain at the prism – backstop geological contact, *Geology*, 33 (11), 861-864. doi: 10.1130/G21469.1
- Le Pichon X., C. Kreemer & N. **Chamot-Rooke**, 2005. Asymmetry in elastic properties and the evolution of large continental strike-slip faults, *J. Geophys. Res.*, 110 (B3): Art. No. B03405. doi : 10.1029/2004JB003343
- Kreemer C., N. **Chamot-Rooke** & X. Le Pichon, 2004. Constraints on the evolution and vertical coherency of deformation in the Northern Aegean from a comparison of geodetic, geologic, and seismologic data, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 225 (3-4), 329-346.
- Nielsen C., N. **Chamot-Rooke**, C. Rangin & the ANDAMAN Cruise team, 2004. From partial to full strain partitioning along the Indo-Burmese hyper-oblique subduction margin, *Marine Geology* 209 (1-4), 303-327. doi: 10.1016/j.margeo.2004.05.001
- Kreemer, C. & N. **Chamot-Rooke**, 2004. Contemporary kinematics of the Southern Aegean and the Mediterranean Ridge, *Geophys. J. Int.*, 157 (3), 1377-1392.
- Pubellier M., F. Ego, N. **Chamot-Rooke** & C. Rangin, 2003. The building of pericratonic mountain ranges : structural and kinematic constraints applied to GIS-based reconstructions of SE Asia, *Bull. Soc. géol. Fr.*, 174(6).
- Vigny C., A. Socquet, C. Rangin, N. **Chamot-Rooke**, M. Pubellier, M.N. Bouin, G. Bertrand & M. Becker, 2003. Present-day crustal deformation around Sagaing fault, Myanmar, *J. Geophys. Res.*, 108 (B11): Art. No. 2533.
- Le Pichon X., N. **Chamot-Rooke**, C. Rangin & A.M.C. Sengor, 2003. The North Anatolian fault in the Sea of Marmara, *J. Geophys. Res.*, 108(B4): Art. No. 2179.

Philippe Huchon (2003-2010)

- Fournier, M., N. Chamot-Rooke, M. Rodriguez, P. **Huchon**, C. Petit, M.-O. Beslier, and S. Zaragosi, Owen Fracture Zone: the Arabia-India plate boundary unveiled, *EPSL (in press)*.
- Leroy, S., F. Lucazeau, E. d'Acremont, L. Watremez, J. Autin, S. Rouzo, N. Bellahsen, C. Tibéri, C. Ebinger, M.-O. Beslier, J. Perrot, P. Razin, F. Rolandone, H. Sloan, G. Stuart, A. Al Lazki, K. Al-Toubi, F. Bache, A. Bonneville, B. Goutorbe, P. **Huchon**, P. Unternehr et K. Khanbari (2010), Contrasted styles of rifting in the eastern Gulf of Aden: A combined wide-angle, multichannel seismic, and heat flow survey, *Geochemistry Geophysics Geosystems*, 11, doi: 10.1029/2009GC002963.
- Fournier M., N. Chamot-Rooke, C. Petit, P. **Huchon**, A. Al-Kathiri, L. Audin, M.-O. Beslier, E. d'Acremont, O. Fabbri, J.-M. Fleury, K. Khanbari, C. Lepvrier, S. Leroy, B. Maillot & S. Merkouriev, 2010. Arabia-Somalia plate kinematics, evolution of the Aden-Owen-Carlsberg triple junction, and opening of the Gulf of Aden, *J. Geophys. Res.*, doi:10.1029/2008JB006257.
- Lucazeau, F., Leroy, S., Autin, J., Bonneville, A., Goutorbe, B., Watremez, L., d'Acremont, E., Dusunur, D., Rolandone, F., **Huchon**, P., Bellahsen, N. and Tuchais P. (2009), Post-rift volcanism and high heat-flow at the ocean-continent transition of the eastern Gulf of Aden, *Terra Nova*, 21 (4), 285-292.
- Peron-Pinvidic, G., **Huchon**, P., and Manatschal, G. (2009), Ocean-continent transition Foreword, *Comptes Rendus Geoscience*, 341 (5), 357-362.
- Lucazeau, F., Leroy, S., Bonneville, A., Goutorbe, B., Rolandone, F., d'Acremont, E., Watremez, L., Dusunur, D., Tuchais, P., **Huchon**, P., Bellahsen, N. and Al-Toubi, K. (2008), Persistent thermal activity at the Eastern Gulf of Aden after continental break-up, *Nature Geoscience*, 1 (12), 854-858, 10.1038/ngeo359.
- Fournier, M., Chamot-Rooke, N., Petit, C., Fabbri, O., **Huchon**, P., Maillot, B. & Lepvrier, C. (2008), In-situ evidence for dextral active motion at the Arabia-India plate boundary, *Nature Geoscience*, 1, 54-58, doi:10.1038/ngeo.2007.24
- Fournier M., N. Chamot-Rooke, C. Petit, O. Fabbri, P. **Huchon**, B. Maillot & C. Lepvrier, 2008. Do ridge-ridge-fault triple junctions exist on earth? Evidence from the Aden-Owen-Carlsberg junction in the NW Indian Ocean, *Basin Res.*, doi:10.1111/j.1365-2117.2008.00356.x.
- Fournier, M., P. **Huchon**, K. Khanbari, and S. Leroy (2007), Segmentation and along-strike asymmetry of the passive margin in Socotra, eastern Gulf of Aden: Are they controlled by detachment faults?, *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 8, Q03007, doi:10.1029/2006gc001526.
- Vigny C., de Chabalière J.B. Ruegg J.C., **Huchon** P., Feigl K., Cattin R., Asfaw L., Khanbari K., 25 years of geodetic measurements along the Tadjoura-asal rift system, Djibouti, East Africa, *J. Geophys. Res.*, sous presse, 2007.
- Vigny C., **Huchon** P., Ruegg J.C., Khanbari K. & Asfaw L.M., Confirmation of Arabia plate slow motion by new GPS data in Yemen, *J. Geophys. Res.*, 111, B02402, doi:10.1029/2004JB003229, 2006.
- Bosworth W., **Huchon** P., McClay K., The Red Sea and Gulf of Aden basins, *J. Afr. Earth Sc.*, "Phanerozoic evolution of Africa" sp. issue, 43,344-378, 2005.
- Leroy S., Gente P., Fournier M., d'Acremont E., Patriat P., Beslier M.O., Bellahsen N., Maia M., Blais A., Perrot J., Al-Kathiri A., Merkouriev S., Fleury J.M., Ruellan P.Y., Lepvrier C. & **Huchon** P., From rifting to spreading in the eastern Gulf of Aden: a geophysical survey of a young oceanic basin from margin to margin, *Terra Nova*, 00, 1-7, 2004.
- Huchon** P. and Khanbari K., Rotation of the syn-rift stress field of the northern Gulf of Aden margin, Yemen *Tectonophysics*, 164 (3-4), 147-166, 2003.

Siegfried Lallemand (2003-2010)

- Bourget, J., Zaragosi, S. Ellouz-Zimmermann, N., Mouchot, N., Garland, T., Schneider, J.-L., Lanfume, V., **Lallemand**, S. (soumis) Sedimentology Interplay between turbidite sedimentation and topographically complex slopes in convergent margins: the Makran accretionary prism (Gulf of Oman, NW Indian Ocean).
- Mouchot, N., Loncke, L., Mahieux, G., Bourget, J., G., **Lallemand**, S. J., Ellouz-Zimmermann, N., Leturmy, P., 2010. Recent sedimentary processes along the Makran trench (Makran active margin, off Pakistan), *Marine Geology*, 271, 1-2, 17-31, doi: 10.1016/j.margeo.2010.01.006
- Mouchot, N., Mahieux, G., **Lallemand**, S. J., Buret, C., Ellouz-Zimmermann, N., Müller, C. (*accepted with revision to Marine Geology*). Clay mineralogy and sedimentation sources in the northeastern Arabian Sea (Makran active zone, Pakistan).

- Tobin, H., M. Kinoshita, J. Ashi, S. **Lallemant**, Gaku Kimura, Elizabeth Screation, Moe Kyaw Thu, Hideki Masago, Daniel Curewitz, and IODP Expeditions 314/315/316 Scientific Party., 2009. NanTroSEIZE Stage 1 Expeditions 314, 315, and 316: First Drilling Program of the Nankai Trough Seismogenic Zone Experiment. *Scientific Drilling*, N°8, Pages 7-17.
- Ashi, J., **Lallemant**, S., Masago, H., and the Expedition 315 Scientists, 2008. NanTroSEIZE Stage 1A: NanTroSEIZE megasplay riser pilot. *IODP Prel. Rept.*, 315. doi:10.2204/iodp.pr.315.2008
- Ashi, J., **Lallemant**, S., and Masago, H., 2007. NanTroSEIZE Stage 1: NanTroSEIZE megasplay riser pilot addendum. *IODP Sci. Prosp.*, 315 addendum. doi:10.2204/iodp.sp.315add.2007
- Ashi, J., **Lallemant**, S., and Masago, H., 2007. NanTroSEIZE Stage 1: NanTroSEIZE megasplay riser pilot. *IODP Sci. Prosp.*, 315. doi:10.2204/iodp.sp.315.2007
- Deville, E.; Guerlais, S.; **Lallemant**, S.; Schneider, F., 2009. Fluid Dynamics and Subsurface Sediment Mobilization Processes: An Overview from Southeast Caribbean. Basin Research, in press.
- Strasser, M., Moore, G.F., Kimura, G., Kitamura, Y., Kopf, A.J., **Lallemant**, S., Park, J.O., Screation, E.J., Su, X., Underwood, M., B., Zhao, X., 2009. Origin and evolution of a tsunamigenic splay fault. *Nature Geosciences*, 2 (9): 648-652.
- Ellouz-Zimmermann, N., Deville, E., Muller, C., **Lallemant**, S., Subhani, A. B., and Tabreez, A. R., 2007a, Impact of sedimentation on convergent margin tectonics: Example of the Makran accretionary prism (Pakistan), Thrust Belts and Foreland Basins: in: Lacombe O, Lavé J., Roure F. and Verges J. eds., Fold Kinematics to Hydrocarbon Systems, *Pages* 327-350.
- Ellouz-Zimmermann, N., **Lallemant**, S. J., Castilla, R., Mouchot, N., Leturmy, P., Battani, A., Buret, C., Cherel, L., Desaubiaux, G., Deville, E., Ferrand, J., Lugcke, A., Mahieux, G., Mascle, G., Muhr, P., Pierson-Wickmann, A. C., Robion, P., Schmitz, J., Danish, M., Hasany, S., Shahzad, A., and Tabreez, A., 2007b, Offshore frontal part of the Makran accretionary prism: The Chamak Survey (Pakistan), in: Lacombe O, Lavé J., Roure F. and Verges J. eds., Thrust Belts and Foreland Basins: from Fold Kinematics to Hydrocarbon Systems, *Pages* 351-366.
- Deville E., Guerlais S-H., Callec Y., Gribouard R., Huyghe P., **Lallemant** S., Mascle A., Noble M. and J. Schmitz. Liquefied vs stratified sediment mobilization processes: Insight from the South of the Barbados accretionary prism. *Tectonophysics, Volume 428, Issues 1-4, 15 December 2006, Pages 33-47*
- Mauffret A., Frizon de Lamotte D., **Lallemant** S., Gorini C. et Maillard A.; 2004, E-W opening of the Algerian Basin (Western Mediterranean), *Terra Nova*, vol16, n°5, *Pages* 257-264; (doi:10.1111/j.1365-3121.2004.00559.x)
- Aubourg, C., Smith, B., Bakhtari*, H., Guya, N., Eshraghi*, A., **Lallemant**, S., Molinaro, M., Braud, X., and Delaunay, S., 2004, Post-Miocene shortening pictured by magnetic fabric across the Zagros-Makran syntaxis., in Sussman, A. J. a. W., A.B. eds., Orogenic curvature : integrating paleomagnetic and structural analyses : Boulder, Colorado, ed. Geological Society of America special paper, p. 17-40.

Sébastien Zaragosi (2008-2010)

- Fournier, M., N. Chamot-Rooke, M. Rodriguez, P. Huchon, C. Petit, M.-O. Beslier, and S. **Zaragosi**, Owen Fracture Zone: the Arabia-India plate boundary unveiled, *EPSL (in press)*.
- Bourget, J., **Zaragosi**, S. Ellouz-Zimmermann, N., Mouchot, N., Garlan, T., Schneider, J.-L., Lanfumey, V., Lallemant, S. (soumis) Sedimentology Interplay between turbidite sedimentation and topographically complex slopes in convergent margins: the Makran accretionary prism (Gulf of Oman, NW Indian Ocean).
- Bourget, J., **Zaragosi**, S., Ellouz-Zimmermann, N., Ducassou, E., Prins, M.A., Garlan, T., Lanfumey, V., Rouillard, P., Giraudeau, J., 2010. Highstand vs. lowstand turbidite system growth in the Makran active margin: Imprints of high-frequency external controls on sediment delivery mechanisms to deep water systems, *Marine Geology*, 274, 1-4, 187-208.
- Revel, M., Ducassou, D., Migeon, S., Bernasconi, S.M., Murat, A., Grousset, F., Revillon, S., Mascle, J., **Zaragosi**, S. and Bosch, D., 2010. 100,000 Years of African monsoon variability recorded in sediments of the Nile margin, *Quaternary Science Review*, 29, 11-12, 1342-1362.
- Bourget, J., S. **Zaragosi**, T. Mulder, J.-L. Schneider, T. Garlan, A. Van Toer, V. Mas, N. Ellouz-Zimmermann, 2010. Hyperpycnal-fed turbidite lobe architecture and recent sedimentary processes: A case study from the Al Batha turbidite system, Oman margin, *Sedimentary Geology*, 229, 3, doi:10.1016/j.sedgeo.2009.03.009
- Toucanne, S., **Zaragosi**, S., Bourillet, J.F., Cremer, M., Marieu, M., Kageyama, M., Eynaud, F., Turon, J.L., 2010. The first estimation of Fleuve Manche palaeoriver discharge during the last deglaciation: Evidence for Fennoscandian ice sheet meltwater flow in the English Channel ca 20-18 ka ago, *Earth and Planetary Science Letters*, 290, 2-4, 459-473.
- Mulder, T., Callec, Y., Parize, O., Joseph, P., Schneider, J.-L., Robin, C., Dujonquoy, E., Salles, T., Allard, J., Ferger, B., Hanquiez, V., Marches, E., Toucanne, S., **Zaragosi**, S., 2010. High-resolution analysis of submarine lobes deposits: Seismic-scale outcrops of the Lauzanier area (SE Alps, France). *Sedimentary Geology*, v. 229, 3, 160-191, doi: 10.1016/j.sedgeo.2009.11.005
- Toucanne, S., S. **Zaragosi**, J.F. Bourillet, P.L. Gibbard, F. Eynaud, J. Giraudeau, J.L. Turon, M. Cremer, E. Cortijo, P. Martinez, L. Rossignol, 2009. 1.2 Ma record of glaciation and fluvial discharge from the West European Atlantic margin. *Quaternary Science Reviews*, 28, 2974-2981
- Mulder, T., S. **Zaragosi**, P. Razin, C. Grelaud, V. Lanfumey, F. Bavoil, 2009. A new conceptual model for the deposition process of homogenite: Application to a cretaceous megaturbidite of the western Pyrenees (Basque region, SW France), *Sedimentary Geology*, 222: 263-273.
- Tisserand A., B. Malaizé, E. Jullien, S. **Zaragosi**, K. Charlier, F. Grousset, 2009. African monsoon enhancement during the penultimate glacial period (MIS 6.5 similar to 170 ka) and its atmospheric impact, *Palaeoceanography*, 24, PA2220, doi:10.1029/2008PA001630.
- Eynaud, F., Cronin, T.M., Smith, S., **Zaragosi**, S., Mavel, J., Mary, Y., Mas V., Pujol C., 2009. Morphological variability of the planktonic foraminifer *Neogloboquadrina pachyderma* on the Late Pleistocene of the ACEX cores, *Micropaleontology*, 55, 2-3, 101-116.
- Penaud, A., Eynaud, F., Turon, J.L., **Zaragosi**, S., Malaizé, B., Toucanne, S. and Bourillet, J.F., 2009. What forced the collapse of European ice sheets during the last two glacial periods (150 ka BP and 18 ka cal BP)? Palynological evidence, *Palaeogeography, palaeoclimatology, palaeoecology*, 281, 1-2, 66-78.
- Toucanne, S., **Zaragosi**, S., Bourillet, J.F., Cremer, M., Eynaud, F., Van Vliet-Lanoë, B., Penaud, A., Fontanier, C., Turon, J.L., Cortijo, E. and Gibbard, P.L., 2009. Timing of massive 'Fleuve Manche' discharges over the last 350 kyr: insights into the European ice-sheet oscillations and the European drainage network from MIS 10 to 2. *Quaternary Science Reviews*, 28 (13-14), 1238-1256.
- Mulder, T., **Zaragosi**, S., Jouanneau, J.M., Bellaiche, G., Guérinaud, S. and Querneau, J., 2009. Deposits related to the failure of the Malpasset Dam in 1959. An analogue for hyperpycnal deposits from jokulhlaups. *Marine Geology*, 260(1-4): 81-89.
- Denis, D., X. Crosta, S. Schmidt, D. Carson, R. Ganeshram, H. Renssen, V. Bout-Roumazeilles, S. **Zaragosi**, B. Martin, M. Cremer, J. Giraudeau. In press Holocene glacier and deep water dynamics, Adélie Land region, East Antarctica In press *Quaternary Science Review*
- Toucanne, S., **Zaragosi**, S., Bourillet, J.F., Naughton, F., Cremer, M., Eynaud, F. and Dennielou, B., 2008. Activity of the turbidite levees of the Celtic-Armorican margin (Bay of Biscay) during the last 30,000 years: Imprints of the last European deglaciation and Heinrich events. *Marine Geology*, 247(1-2): 84-103.
- Fontanier, C., Jorissen, F., Geslin, E., **Zaragosi**, S., Duchemin, G., Laversin, M. and Gaultier, M., 2008. Live and dead foraminiferal faunas from Saint-Tropez Canyon (Bay of Fréjus): Observations based on situ and incubated cores. *Journal of Foraminiferal Research*, 38(2): 137-156.
- Fontanier, C., Jorissen, F.J., Lansard, B., Mouret, A., Buscail, R., Schmidt, S., Kerherve, P., Buron, F., **Zaragosi**, S., Hunault, G.,

- Ernault, E., Artero, C., Anschutz, P. and Rabouille, C., 2008. Live foraminifera from the open slope between Grand Rhone and Petit Rhone Canyons (Gulf of Lions, NW Mediterranean). Deep-Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers.
- Penaud, A., Eynaud, F., Turon, J.L., **Zaragosi**, S., Marret, F. and Bourillet, J.F., 2008. Interglacial variability (MIS 5 and MIS 7) and dinoflagellate cyst assemblages in the Bay of Biscay (North Atlantic). *Marine Micropaleontology*, 68(1-2): 136-155.
- Bourget, J., S., **Zaragosi**, S., Garlan, T., Gabelotaud, I., Guyomard, P., Dennielou, B., N. Ellouz-Zimmermann, J.L. Schneider. 2008. Discovery of a giant deep-sea valley in the Indian Ocean, off eastern Africa: The Tanzania channel. *Marine Geology*, 255: 179-185
- Ducassou, E., Mulder, T., Migeon, S., Gonthier, E., Murat, A., Revel, M., Capotondi, L., Bernasconi, S.M., Mascle, J. and **Zaragosi**, S., 2008. Nile floods recorded in deep Mediterranean sediments. *Quaternary Research*, 70, 382–391.

C - COLLABORATIONS PRÉVUES

- OMAN : **HILAL MOHAMMED AL-AZRI**, anciennement Deputy Director General of Minerals Ministry of Commerce and Industry, Muscat, Sultanate of Oman
Mr MOHAMMED AL-AZRI est maintenant responsable du programme d'extension de la ZEE Omanaise auprès du Ministère des Affaires Etrangères omanais.

Nous sommes en contact avec Mr Al-Azri au Ministère des Affaires Etrangères omanais (anciennement au Ministère du Commerce et de l'Industrie). Mr Al-Azri est responsable du projet d'extension de la zone économique exclusive (ZEE) omanaise au-delà des 200 miles. Depuis janvier 2010, une discussion tripartite est engagée entre l'Oman, le SHOM et notre équipe pour réaliser le programme ZEE, auquel nous apporterons notre expertise scientifique. L'acquisition de données pour le programme ZEE fera l'objet de travaux indépendants auxquels nous serons associés. Nous envisageons une mutualisation des données pour atteindre à la fois nos objectifs scientifiques et les objectifs économiques du programme ZEE. Une première campagne de cartographie de la ride de Sharbithat pour le compte des Omanais pourrait être réalisée par le *Beautemps-Beaupré* début 2011. Elle est indépendante du projet de campagne OWEN-2.

BRETON Jean-Paul, BRGM Oman

- FRANCE : **Thierry GARLAN**
SHOM, sédimentologue
- FRANCE : Depuis l'initiation des travaux à la mer sur ce thème « frontière Arabie/Inde » (2006), nous avons réuni 8 laboratoires français sur ce projet : outre l'iSTEP (Paris 6) et le Laboratoire de Géologie (ENS Paris), maîtres d'œuvre, participent (ou ont participé) l'IPG de Paris, GéoAzur, l'université de Cergy Pontoise, l'Université de Franche-Comté, l'Université de Bordeaux 1, le CEA.

Le **CEA** s'est montré intéressé par la caractérisation des glissements gravitaires de la Ride d'Owen et la quantification de leurs effets. Dans le cadre du LRC Yves Rocard (Laboratoire de Recherche Commun CEA/ENS) le projet a été retenu comme prioritaire ; outre un financement d'accompagnement de la thèse de Mathieu Rodriguez, le CEA met à disposition les codes de calcul pour la quantification des tsunamis. Ces travaux sont en cours dans le cadre de la thèse de Mathieu Rodriguez.

DOCUMENT N°6

NOM DE LA CAMPAGNE : OWEN-2

ASPECTS INTERNATIONAUX ET ENGAGEMENTS CONTRACTUELS

- Distinction entre travaux Eaux internationales - ZEE - Eaux territoriales
- Contacts préliminaires éventuellement pris et interlocuteurs privilégiés des pays riverains
- Personnel étranger invité
- Manifestations éventuelles post-campagnes (colloques, conférences, échanges de personnel)
- Engagements contractuels dans le cadre de programmes européens, financements européens
- Autres engagements contractuels

• Distinction entre travaux Eaux internationales - ZEE - Eaux territoriales

La campagne se déroulera pour l'essentiel dans la ZEE du Sultanat d'Oman, et pour partie dans les eaux internationales. Une incursion courte (<1 jour) en limite de la ZEE Pakistanaise est prévue pour cartographier la connexion entre la ZFO et le fossé de Dalrymple.

Les autorisations pour travailler dans la ZEE du Sultanat d'Oman ont été obtenues sans difficulté pour les campagnes récentes OWEN, AOC, Encens, Encens-flux, Encens-Sheba. Le Beautemps-Beaupré a également travaillé dans les eaux du Pakistan.

• Contacts préliminaires éventuellement pris et interlocuteurs privilégiés des pays riverains

OMAN : **HILAL MOHAMMED AL-AZRI**, anciennement Deputy Director General of Minerals Ministry of Commerce and Industry, Muscat, Sultanate of Oman
Mr MOHAMMED AL-AZRI est maintenant responsable du programme d'extension de la ZEE Omanaise auprès du Ministère des Affaires Etrangères omanais.

• Manifestations éventuelles post-campagnes (colloques, conférences, échanges de personnel)

OMAN : Dans le cadre de notre collaboration au programme d'extension de la ZEE omanaise, nous envisageons la tenue d'un Workshop à Mascate où seront présentés les résultats récents de nos travaux à la mer. Outre les contacts avec nos collègues omanais, ce meeting sera l'occasion d'inviter des chercheurs étrangers Néo-Zélandais (GNS) et Anglais (SOC) déjà impliqués dans les travaux ZEE, ainsi que d'autres chercheurs ayant travaillé dans cette zone.

• Engagements contractuels dans le cadre de programmes européens

non

• Autre engagements contractuels

aucun

DOCUMENT N°7

NOM DE LA CAMPAGNE : OWEN-2

CURRICULUM VITAE DES CHEFS DE MISSION
(1 page au maximum par personne)

NICOLAS CHAMOT-ROOKE

Né le 27 Mai 1961 à Neuilly-Sur-Seine
2 enfants

CR1-CNRS - UMR 8538 Laboratoire de Géologie
Ecole normale supérieure
24 rue Lhomond
75231 Paris Cedex 05

tel: 01 44 32 22 57 / fax: 01 44 32 20 00 / e-mail: rooke@geologie.ens.fr

FORMATION ET DIPLOMES

1988 Thèse de Doctorat en Sciences de la Terre, Université Pierre et Marie Curie, PARIS VI
1984 Dea Géotectonique des Continents et des Océans, Université Pierre et Marie Curie, PARIS VI
1982-1983 Licence et Maîtrise, option Sciences de la Terre, Université Pierre et Marie Curie, PARIS VI
1975-1978 Lycée Jacques Decour, Paris

EXPERIENCE PROFESSIONNELLE

DEPUIS 1988 Chargé de Recherche au CNRS, Laboratoire de Géologie de l'Ecole normale supérieure
1988 Post-doc à l'Ocean Research Institute, Tokyo
1987-1988 Conseiller scientifique pour la Recherche Marine (Ambassade de France au Japon, Tokyo)

SPECIALITE

ACQUISITION DE DONNEES GEOLOGIQUES ET GEOPHYSIQUES EN MER
21 missions en mer depuis 1985, dont 4 comme chef de mission
CINEMATIQUE DES PLAQUES ET DEFORMATIONS AU JAPON, EN ASIE DU SUD-EST, EN MEDITERRANEE
Réalisation de codes d'inversions cinématiques et mécaniques
MODELISATION DES CHAMPS GEOPHYSIQUES EN DOMAINE OCEANIQUE
Réalisation de codes d'inversions gravimétriques et magnétiques
Modélisations thermiques et mécaniques des bassins, application aux bassins marginaux
ACQUISITION ET TRAITEMENT DE DONNEES ACOUSTIQUES
Sismique rapide, sismique à deux bateaux, sismique multitrace, sondeur de sédiments numérique
SYNTHESES GEODYNAMIQUES EN DOMAINES OCEANIQUES
Asie du Sud-Est, Méditerranée Orientale (responsable de la synthèse DOTMED, offshore profond)

PUBLICATIONS

60 publications dans des revues internationales (Rang A)
Co-auteur de 140 résumés dans des congrès internationaux
H-index = 21, 1500 citations (source WoS, Sep. 2010)

ADMINISTRATION DE LA RECHERCHE (responsabilités actuelles)

2010 Membre du comité de direction du laboratoire dans le cadre du nouveau quadriennal (2010-2013)
2009-2013 Membre du comité de pilotage du Laboratoire de Recherche Commun ENS/CEA (LRC Yves Rocard)
2009 Membre du comité de pilotage du programme TERMEX Méditerranée (INSU/CNRS)
2009-2013 Responsable du Groupe Recherche Industrie « Sud Téthys » (TOTAL/CNRS/ENS)
2009-2013 Membre du comité de pilotage du GRI « Mer de Chine » (TOTAL/CNRS/ENS)
2009-2012 Responsable pour l'Ens de l'ANR RiskNat « MAREMOTI » (CEA)
2006-2009 Chef d'équipe « Dynamique de la Terre » du Laboratoire de Géologie de l'Ens (30 membres)
Membre nommé du Conseil du Laboratoire de Géologie de l'Ens
Membre nommé du Conseil du Département Terre-Océan-Atmosphère de l'Ens

Site web :

<http://www.geologie.ens.fr/spiplabocnrs/spip.php?article21>

Marc FOURNIER
Né le 3 Mai 1966, 44 ans
3 enfants

ISTEP, CNRS-UMR 7193
Université P. & M. Curie-Paris VI
Case 129, 4 place Jussieu
75 252 Paris cedex 05, France
Tél : 01 44 27 52 68 / Fax : 01 44 27 50 85
E-mail : marc.fournier@upmc.fr
<http://istep.upmc.fr/>
<http://marc.fournier.free.free.fr/accueil.htm>

Situation actuelle : MC, iSTeP, UPMC – Paris VI

Profil scientifique : Tectonique, cinématique, géophysique marine, géodynamique

Formation :

Depuis 1996 Maître de conférences à l'Université Paris VI
2009 Habilitation à diriger des recherches : *A l'Est d'Aden*
1990-1994 : Doctorat de l'Université Paris VI : *Ouverture de bassins marginaux et déformation continentale : l'exemple de la Mer du Japon*, direction L. Jolivet
1992-1993 : CSN à Tokyo, Japon, programme franco-japonais KAIKO-TOKAI
1988-1989 : DEA de Géodynamique des Continents et des Océans, Université Paris VI
 Magistère des Sciences de la Terre, Universités Paris VI, Paris XI, ENS Paris
1986-1990 : Elève de l'Ecole Normale Supérieure, Saint-Cloud

Publications : 41 rang A depuis 1990 (15 en 1^{er} auteur), indice H : 17, citations : ~1000

Research interests:

- Plate kinematics: kinematics of triple junctions, localization and evolution of plate boundaries, continental break-up and ocean opening
- Tectonics, structural geology: continental deformation, extensional tectonics, oblique rifting, segmentation and 3D structure of passive margins, symmetry and asymmetry of conjugate margins, post-rift evolution of passive margin scarps, back-arc rifting, paleo-stress field reconstruction
- Field areas: Gulf of Aden, NW Indian Ocean, Owen fracture zone, Sheba Ridge, Carlsberg Ridge, Oman, Dhofar, Socotra, Sakhalin Island, Japan Sea, Okinawa Trough, Ryukyu islands, Siberia, French Alps, Corsica...

Campagnes océanographique : participation à 6 campagnes, 2 fois chef de mission

- 2009 : Owen (Chef de mission M. Fournier), N/O Beautemps Beupré, NO océan Indien
<http://www.insu.cnrs.fr/a3450>
<http://www.insu.cnrs.fr/co/expeditions-et-campagnes/owen>
- 2006 : AOC (Chef de mission M. Fournier), N/O Beautemps Beupré, NO océan Indien
<http://www.insu.cnrs.fr/a2418>
<http://www.insu.cnrs.fr/a1913>
- 2000 : Encens-Sheba (Chefs de mission S. Leroy et P. Gente), N/O Marion Dufresne, golfe d'Aden
- 1996 : ACT (Chef de mission S. Lallemand), N/O L'Atalante, zone de collision de Taiwan
- 1993 : RV Natsushima (Chefs de mission K. Kobayashi et X. Le Pichon), plongées en Shinkai 2000, prisme de Nankai
- 1992 : RV Yokosuka (Chef de mission K. Kobayashi), plongées en Shinkai 6500, prisme de Nankai

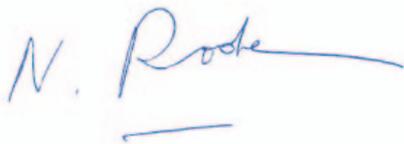
DOCUMENT N°8

NOM DE LA CAMPAGNE : OWEN-2

ACCORD DES PERSONNELS EMBARQUANT

(Chaque embarquant devra indiquer les autres propositions de campagnes pour lesquelles il a donné son accord)

Nicolas Chamot-Rooke (accord pour CIRCEE, chef de mission Marc-André Gutscher)



Marc Fournier (pas d'autre mission)



Philippe Huchon (pas d'autre mission)



Siegfried Lallemand (pas d'autre mission)



Mathieu Rodriguez (pas d'autre mission)



DOCUMENT N°9

NOM DE LA CAMPAGNE : OWEN-2

DEMANDE D'INFORMATION SURETE
(en vue d'une analyse de sûreté par l'opérateur)

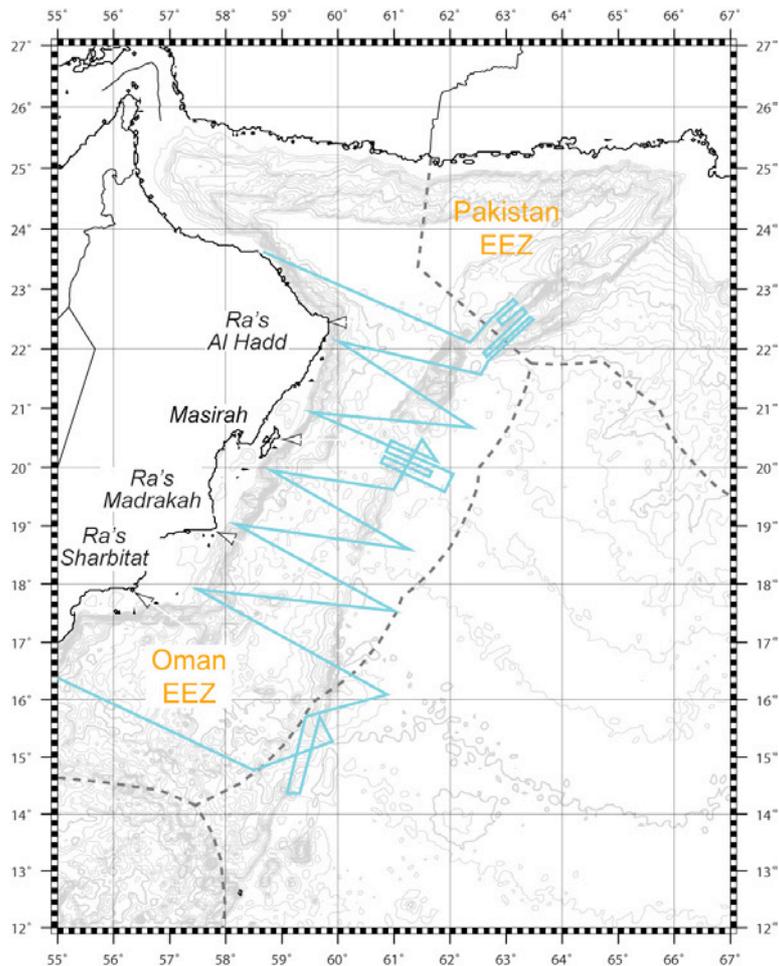
- Délimitation de la (ou des) zone(s) de travail (carte et coordonnées)
- ZEE, Eaux territoriales concernées
- Port(s) d'escale
- Composition de l'équipe scientifique embarquée

Equipe embarquée

Nom Prénom	Institut Laboratoire	Nationalité
CHAMOT-ROOKE Nicolas	ENS Paris	France
FOURNIER Marc	iSTeP UPMC Paris	France
HUCHON Philippe	iSTeP UPMC Paris	France
LALLEMANT Siegfried	Univ. Cergy Pontoise	France
RODRIGUEZ Mathieu	Etudiant de thèse, UPMC-ENS	France
GARLAN Thierry	SHOM	France
Ingénieur 1	GENAVIR	France
Ingénieur 2	GENAVIR	France

ZEE concernées : Oman, et incursion Pakistan (multifaisceaux seulement)

Ports d'escales : Salalah (Oman) - Mascate (Oman)



Fiche “ Valorisation des résultats des campagnes océanographiques ”

Campagnes récentes

Campagne OWEN (2009)

Chef de mission : M. Fournier

Voir la fiche de valorisation de la campagne OWEN sur le site de l'IFREMER et en annexe

<http://www.ifremer.fr/flotte/Commission%20flotte/Valorisation%20campagnes/Fiches%20valorisation%20campagnes/Campagnes%202009/SHOM/OWEN-Beautemps-Beaupre-2009-Fiche2010.pdf>

Campagne AOC (2006)

Chef de mission : M. Fournier

Voir la fiche de valorisation de la campagne AOC sur le site de l'IFREMER et en annexe

<http://www.ifremer.fr/flotte/Commission%20flotte/Valorisation%20campagnes/Fiches%20valorisation%20campagnes/Campagnes%202006/SHOM/AOC-Beautemps-Beaupre-2006-Fiche2007.pdf>

Campagne CHAMAK (2004)

Chefs de mission : N. Ellouz-Zimmermann et S. Lallemand

Voir la fiche de valorisation en annexe

http://www.geologie.ens.fr/~rooke/Fiche_Chamak.pdf

Campagnes plus anciennes

Campagne ANDAMAN (2000)

Chef de mission : N. Chamot-Rooke

Voir le site web de valorisation

<http://www.geologie.ens.fr/Andaman/>

Campagne Encens-Sheba (2000)

Chef de projet : M. Fournier

Voir la fiche de valorisation de la campagne Encens-Sheba sur le site de l'IFREMER :

<http://www.ifremer.fr/flotte/Commission%20flotte/Valorisation%20campagnes/Fiches%20valorisation%20campagnes/Campagnes%202000/ipev/ENCENS-Sheba-Marion%20Dufresne-2000-Fiche2009.rtf>

Campagne MEDEE (1995)

Chef de mission : N. Chamot-Rooke

Voir la fiche de valorisation de la campagne MEDEE sur le site de l'IFREMER :

<http://www.ifremer.fr/flotte/Commission%20flotte/Valorisation%20campagnes/Fiches%20valorisation%20campagnes/Campagnes%201995/ifremer/MEDEE-Atalante1995-Fiche2006.pdf>

MEDOR-SIMED (2004), MEDISIS (2002), PRISMED II (1998)

Chef de mission : J. Mascle

Participant : N. Chamot-Rooke

http://www.ifremer.fr/drogm/cartographie/mediterranee/synthese_carto_mediterranee

<http://www.ifremer.fr/flotte/Commission%20flotte/Valorisation%20campagnes/Fiches%20valorisation%20campagnes/Campagnes%201998/ifremer/PRISMED-Atalante-1998-Fiche2006.pdf>

ANNEXE : FICHES DE VALORISATION

AOC (2006) – OWEN (2009) – CHAMAK (2004)

PROPOSITION DE CAMPAGNE A LA MER
IFREMER - IPEV – IRD

Fiche “ Valorisation des résultats des campagnes océanographiques ”

Nom de la campagne : AOC (Aden-Owen-Carlsberg)
Programme :
Navire : BHO Beautemps-Beaupré
Engins lourds :
Dates de la campagne : 20 sept. - 12 octobre 2006 (12 jours sur zone)
Zone : NW Indian Ocean

Chef de projet : Marc Fournier	Organisme : Université Pierre et Marie Curie – Paris 6
Chef de mission 1 : Marc Fournier	Organisme : Université Pierre et Marie Curie – Paris 6
Chef de mission 2 :	Organisme :

Fiche remplie par : Marc Fournier	Date de rédaction de la fiche : avril 2010	
Adresse : Institut des Sciences de la Terre de Paris (iSTeP), UPMC, Case 129, 4 place Jussieu, 75231 Paris cedex 05, France		
Email : marc.fournier@upmc.fr	Tel : 01 44 27 52 68	Fax : 01 44 27 50 85

The AOC triple junction is located in the mouth of the Gulf of Aden in the NW Indian Ocean. It connects the Owen Fracture Zone (OFZ) to the Carlsberg and Sheba ridges. In September 2006, the *BHO Beautemps-Beaupré* conducted a geophysical survey (12 days) of the triple junction encompassing bathymetry, gravity, magnetic, and 3.5 kHz mud penetration profiles. Bathymetry data reveal the existence of a major N10°E-trending active fault at the southern end of the OFZ, which cuts across the bathymetric highs fringing the OFZ and displays a right-lateral offset of ~12 km. This fault terminates to the south in a rhomboedral pull-apart basin bounded by active N70°E to E-W normal faults. The basin is associated with a high negative gravity anomaly suggesting a thick sedimentary infill. Further south, the seismically quiet part of the OFZ does not exhibit any evidence of active deformation. Consequently, the AOC triple junction is not located at the junction between the OFZ, the Owen transform fault, and the Sheba Ridge, and is not a FFR (transform-transform-ridge) triple junction. Further west, small basins in the oceanic crust show evidences of predominantly strike-slip recent deformation. The connection between these basins and the Sheba Ridge is not clearly delineated, suggesting that the triple junction corresponds to a diffuse deformation zone. The axial rift of the Sheba Ridge is sinuous and not affected by transform faults. Its depth progressively decreases from SE to NW and it is bounded by megamullions in its southeastern part. Gravimetry and magnetic data show thickness variations of the oceanic crust, which is about 3 km thicker to the NW than to the SE. Magnetic anomalies have been identified from An 2A to An 6 on the northern flank of the Sheba Ridge, giving an age of 20 Ma of the start of oceanic spreading in the eastern Gulf of Aden.

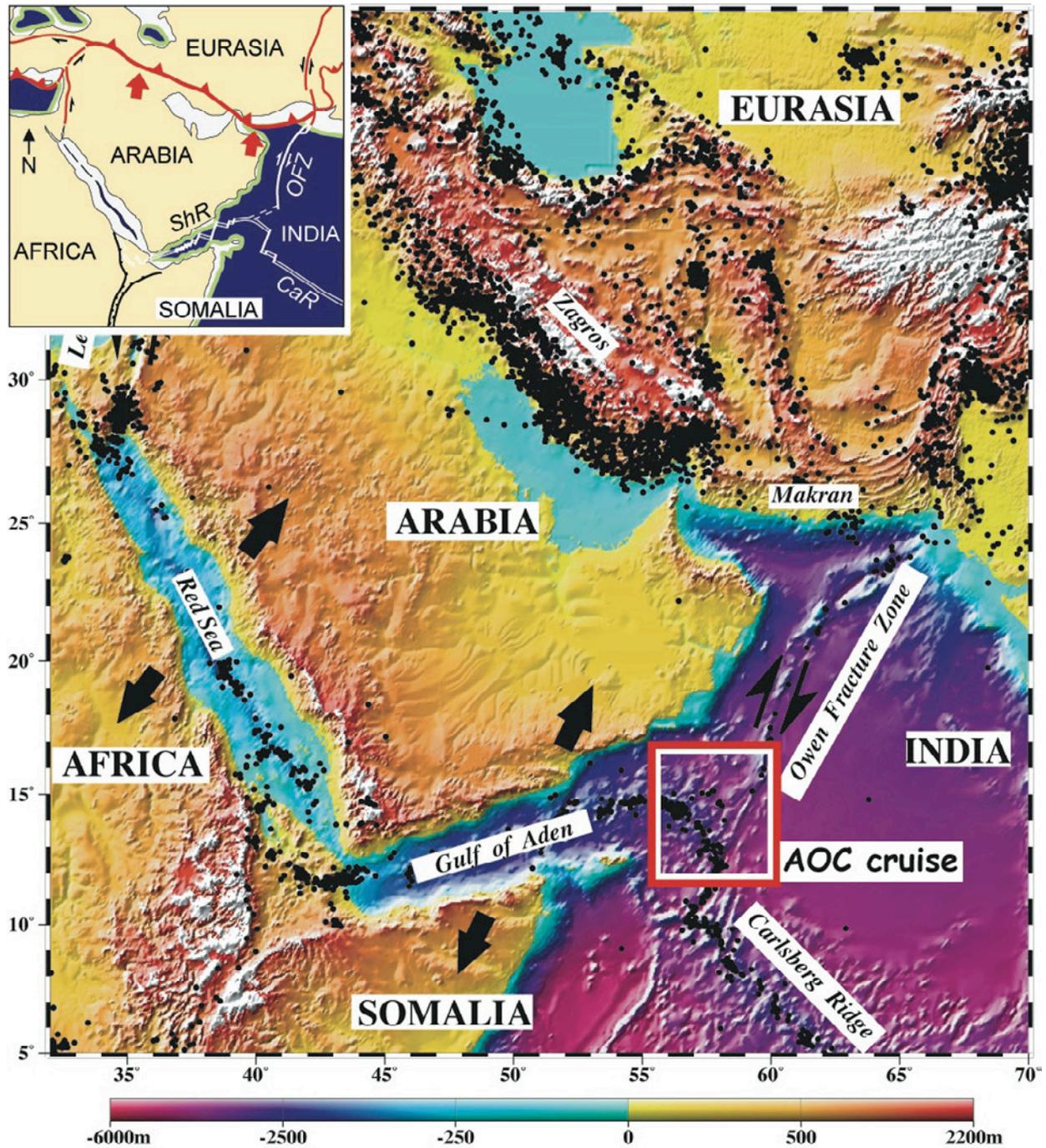


Figure 1. Location map of the AOC cruise and geodynamic setting of the AOC triple junction in the NW Indian Ocean between the Arabia, India, and Somalia plates, with shallow seismicity (focal depth < 50 km; magnitude > 2).

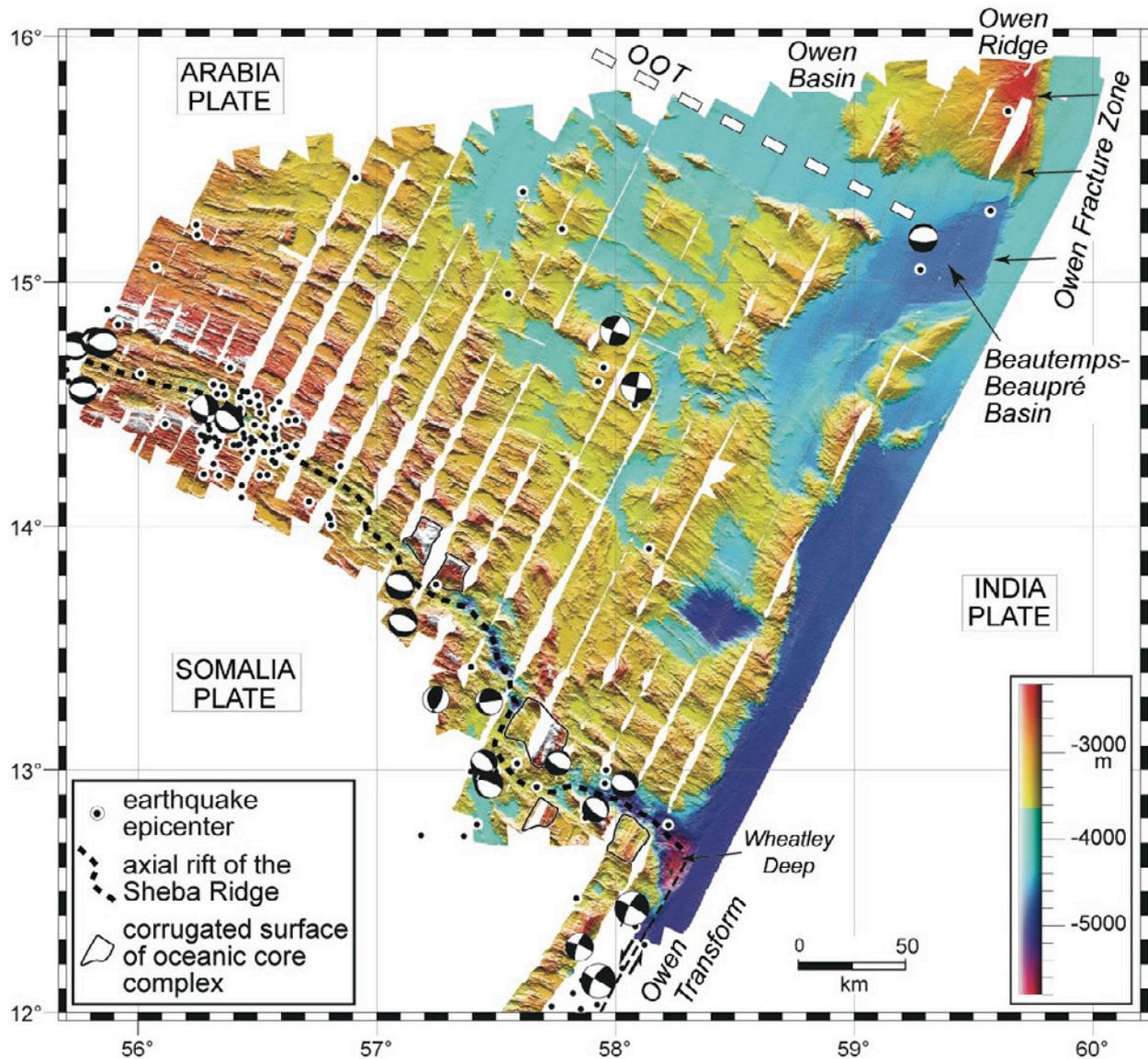


Figure 2. Multibeam bathymetric map of the AOC triple junction acquired during the AOC cruise of the *R/V Beautemps-Beaupré* (2006), with shallow seismicity and earthquake focal mechanisms. The map shows the axial rift and the northern flank of the Sheba Ridge, and the southern termination of the OFZ to the northeast. The axial rift is sinuous and not segmented by transform faults. The Sheba Ridge deepens toward the southeast, where it connects to the Owen transform fault (OTF) through a deep nodal basin (Wheatley Deep, 6000 m). Oceanic core complexes are observed on either side of the axial rift in its southeastern part. OOT is ocean-ocean transition.

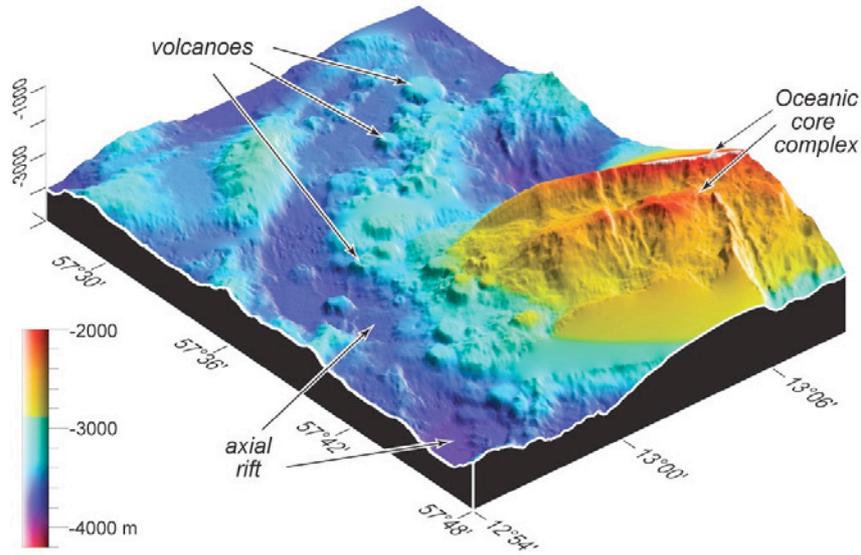


Figure 3. Perspective view of the axial rift of the Sheba Ridge axis with volcanoes and an oceanic core complex with prominent corrugations trending N27°E ±3°, i.e., parallel to the direction of spreading.

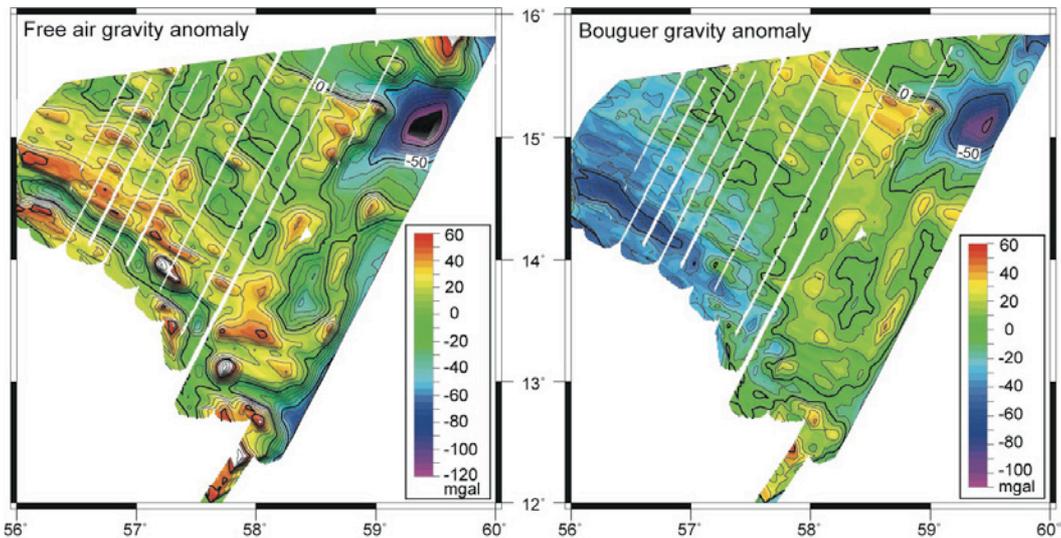


Figure 4. Free air and Bouguer gravity maps of the AOC triple junction. Gravity data were acquired along the ship tracks with an original data spacing of 30 m and an accuracy of 0.02 mGal. The complete Bouguer gravity was computed using a mean density contrast of 1840 kg.m⁻³ between the oceanic crust and water. A triangular area of negative Bouguer anomaly covers the western part of the Sheba Ridge. On the other hand, positive values are encountered in the eastern part of the surveyed area, except at its northeastern extremity. At the first order, Bouguer anomaly variations may reflect crustal thickness variations: the relatively low anomaly found in the western part of the Sheba ridge, correlated with the high topography, could indicate a thick oceanic crust there, whereas the positive anomaly observed on the eastern part of the ridge could be associated with a reduced crustal thickness in the domain where core complex exhumation prevails.

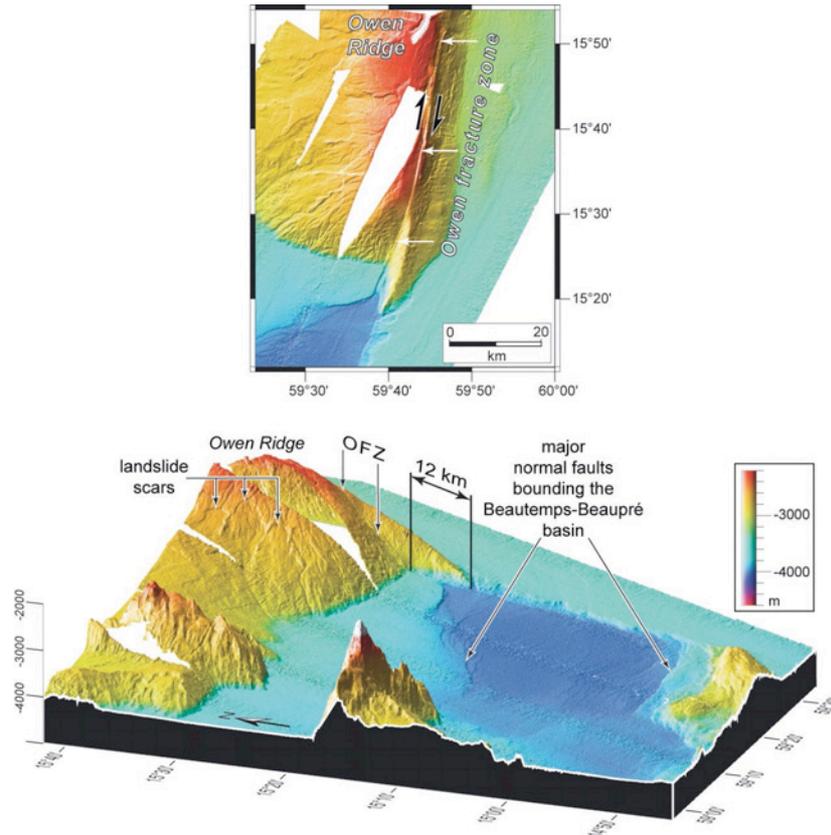


Figure 5. Perspective views of the N10°E-trending Owen Fracture Zone (top) offsetting the Owen Ridge over 12 km and the Beautemps-Beaupré rift basin (bottom) at the southern end of the OFZ bounded by active N70°E to N90°E trending normal faults.

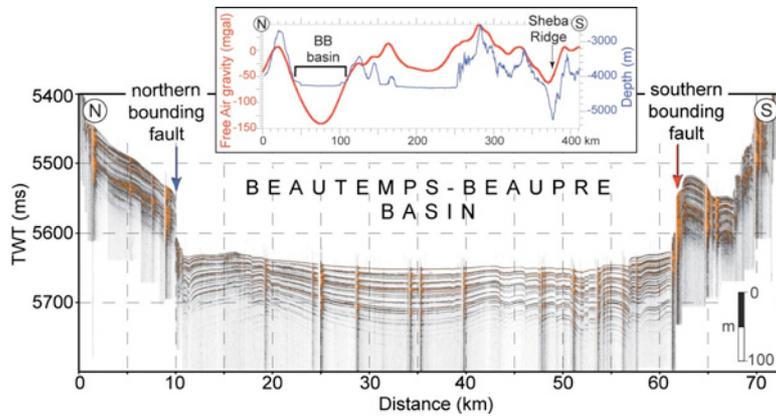


Figure 6. 3.5 kHz seismic profiles across the Beautemps-Beaupré basin, and free air gravity and bathymetry profiles across the basin and the Sheba Ridge. The profile is oriented N27°E. The present-day depocentre is delineated by numerous normal faults in the southern part of the basin. The basin is not in local isostatic equilibrium. A realistic 2D gravity model with a sediment thickness of 3-4 km yields a minimum finite stretching of 10 km, which is about the same as the 12 km total offset along the strike-slip fault. Moreover, the gravity minimum is offset southwards by about 5 km with respect to the basin centre, suggesting an asymmetrical infill with a greater basement depth to the south in agreement with the high density of normal faults there. The main characteristics of this previously unknown basin – total width of 50 km, finite stretching of ~12 km, sediment thickness of 3-4 km, asymmetric infill – make it an equivalent in the oceanic domain of the Corinth continental rift.

Tableau récapitulatif

		Nombre
1	Publications d'articles originaux dans des revues avec comité de lecture référencées SCI	3
2	Publications dans d'autres revues scientifiques	
3	Publications sous forme de rapports techniques	1
4	Articles dans des revues / journaux grand public	1
5	Publications de résumés de colloques	1
6	Communications dans des colloques internationaux dont communications orales dont posters	5 5
7	Communications dans des colloques nationaux dont communications orales dont posters	
8	Nouvelles espèces (animales, végétales, microorganismes) découvertes et décrites	
9	Rapports de contrats (Union européenne, FAO, Convention, Collectivités ...)	
10	Applications (essais thérapeutiques ou cliniques, AMM ...)	
11	Brevets	
12	Publications d'atlas (cartes, photos)	
13	Documents vidéo-films	
14	Publications électroniques sur le réseau Internet	6
15	DEA ou MASTER ayant utilisé les données de la campagne	
16	Thèses ayant utilisé les données de la campagne	
17	Validation des données	en cours : terminée : X
18	Transmission au SISMER	Non : X Oui :
19	Transmission à d'autres banques de données	Non : X Oui :
20	Transmission à d'autres équipes	Non : X Oui :
21	Considérez-vous l'exploitation	en cours : X terminée :

1. Publications d'articles originaux dans des revues avec comité de lecture référencées SCI

Fournier, M., N. Chamot-Rooke, C. Petit, P. Huchon, A. Al-Kathiri, L. Audin, M.-O. Beslier, E. d'Acremont, O. Fabbri, J.-M. Fleury, K. Khanbari, C. Lepvrier, S. Leroy, B. Maillot, and S. Merkouriev (2010), Arabia-Somalia plate kinematics, evolution of the Aden-Owen-Carlsberg triple junction, and opening of the Gulf of Aden, *J. Geophys. Res.*, 115, B04102, doi:10.1029/2008JB006257

Fournier, M., N. Chamot-Rooke, C. Petit, O. Fabbri, P. Huchon, B. Maillot, and C. Lepvrier (2008), In-situ evidence for dextral active motion at the Arabia-India plate boundary, *Nature Geoscience*, 1, 54-58, doi:10.1038/ngeo.2007.24

Fournier, M., C. Petit, N. Chamot-Rooke, O. Fabbri, P. Huchon, B. Maillot, and C. Lepvrier (2008), Do ridge-ridge-fault triple junctions exist on Earth? Evidence from the Aden-Owen-Carlsberg junction in the NW Indian Ocean, *Basin Research*, 20, 575-590, doi: 10.1111/j.1365-2117.2008.00356.x

3. Publications sous forme de rapports techniques

Rapport de campagne : http://marc.fournier.free.free.fr/projects/AOC_report.pdf

4. Articles dans des revues / journaux grand public

Fournier, M., et N. Chamot-Rooke (2010), Naissance d'un océan, la dorsale de Sheba, *Pour La Science*, 390, 44-49.

6. Communications dans des colloques internationaux

Chamot-Rooke, N., M. Fournier, C. Petit, O. Fabbri, P. Huchon, C. Lepvrier and B. Maillot, Sheba's Ridge Oceanic Core Complexes, EGU, Vienna, 2008.

Fournier, M., C. Petit, N. Chamot-Rooke, O. Fabbri, P. Huchon, B. Maillot and C. Lepvrier, Discovery of the Beautemps-Beaupré Basin at the southern end of the Owen Fracture Zone, Symposium MEBE, Paris, 4-5 December, 2007.

Fournier, M., N. Chamot-Rooke, C. Petit, P. Patriat, P. Huchon, O. Fabbri and B. Maillot, Kinematic evolution of the Arabia-India-Somalia triple junction since 20 Ma from new magnetic data, EGU, Vienna, 2008.

Fournier, M., N. Chamot-Rooke, O. Fabbri, P. Huchon, C. Lepvrier, B. Maillot and C. Petit, Geophysical survey of

the Arabia-India-Somalia triple junction: First results of the AOC cruise (Aden-Owen-Carlsberg) in the NW Indian Ocean, EGU, Vienna, 2007.

Fournier, M., N. Chamot-Rooke, P. Patriat, C. Petit and P. Huchon, Arabia-Somalia plate kinematics and the opening of the Gulf of Aden, EGU, Vienna, 2009.

14. Publications électroniques sur le réseau Internet

- Propagation ultra-rapide de la dorsale de Sheba vers le point chaud des Afars (2010)
www.insu.cnrs.fr/a3450
- Owen, une frontière de plaque livre ses secrets (2008)
www.insu.cnrs.fr/a2418
- *News and Views by C. DeMets*
www.nature.com/ngeo/journal/v1/n1/full/ngeo.2007.56.html
- Press releases
www.nature.com/ngeo/press_releases/ngeo1207.html
- Backstory of the AOC cruise: Plates under the sea
www.nature.com/ngeo/journal/v1/n1/full/ngeo.2007.58.html
- Campagne océanographique AOC (2006)
www.insu.cnrs.fr/a1913

Fiche " Valorisation des résultats des campagnes océanographiques "

(à envoyer par courriel à Commission.Flotte@ifremer.fr)

Nom de la campagne : OWEN

Projet / Programme de rattachement :

Navire : BHO Beautemps-Beaupré	Engins lourds :
Dates de la campagne : 1 ^{er} mars – 16 mars 2009 Nombre de jours sur zone/en transit : 10 / 6	Zone(s) : NW Océan Indien
Chef de mission principal (Nom, prénom et organisme) : Fournier Marc, UPMC Nombre de chercheurs et d'enseignants-chercheurs (en mer / à terre) : 5 / 1 Nombre d'ingénieurs et de techniciens (en mer / à terre) : 1 / 0 Nombre d'étudiants (en mer / à terre) : 1 / 0	

Fiche remplie par : Marc Fournier	Date de rédaction ou d'actualisation de la fiche : Janvier 2010	
Adresse : ISTEP, UPMC, Case 129, 4 place Jussieu, 75231 Paris cedex 05, France		
Email : marc.fournier@upmc.fr	Tel : 01 44 27 52 68	Fax : 01 44 27 50 85

Résultats majeurs obtenus

1 – Contexte scientifique et programmatique de la campagne

La campagne océanographique Owen s'est déroulée du 1^{er} au 16 mars 2009 entre Djibouti et Salalah (Sultanat d'Oman) sur le bâtiment hydrographique et océanographique *BHO Beautemps-Beaupré* de la Marine nationale, dans le cadre de la coopération entre le SHOM et l'IFREMER. Son objectif était de reconnaître la frontière de plaque entre l'Arabie et l'Inde dans le nord-ouest de l'Océan Indien.

La stratégie adoptée pour cette campagne a consisté à cartographier la frontière de plaque active par une série de profils parallèles à la zone de fracture d'Owen (NNE-SSO) et espacés d'environ 7 milles nautiques. 3020 milles ont été parcourus dans la zone de travail, 10.891.787 sondes bathymétriques ont été validées, 147.420 mesures gravimétriques ont été effectuées, ainsi que des mesures magnétiques et des profils de sondeur de sub-surface.

La campagne a été réalisée par une équipe de 6 chercheurs et enseignant-chercheurs relevant de trois laboratoires partenaires (ISTeP, Institut des Sciences de la Terre de Paris, Université Pierre et Marie Curie-Paris 6 ; Laboratoire de Géologie, Ecole Normale Supérieure ; Géosciences Azur) rattachés au CNRS-INSU. Les travaux ont été menés à bien grâce aux moyens performants du BHO Beautemps-Beaupré mis en œuvre par les hydrographes du Groupe Océanographique de l'Atlantique (GOA) du SHOM sous la conduite de l'ingénieur Vincent Lamarre et de l'ingénieur Yves-Marie Tanguy pour la logistique, et grâce au concours du commandant du bâtiment, le capitaine de frégate Geoffroy de Kersauson, de ses officiers et de son équipage. L'ensemble de l'équipage, y compris une équipe de commandos et de fusiliers marins chargés de la sécurité du navire dans ce secteur à fort risque de piraterie, les membres du GOA et l'équipe scientifique, comprenait 56 personnes.

Tout au long de la campagne, les données bathymétriques, gravimétriques, magnétiques, et de sondeur de sub-surface ont été acquises sans discontinuités notables et leur traitement s'est fait quasiment en temps réel. Après l'exposé préliminaire des objectifs, des points réguliers ont été faits à l'occasion du briefing journalier permettant à chacun de s'informer de l'avancement des travaux.

2 – Rappel des objectifs

La campagne Owen avait pour objectif de reconnaître la frontière de plaque Arabie-Inde actuelle et passée afin d'étudier les mécanismes de localisation et de migration d'une frontière de plaque au cours du temps. La frontière Arabie-Inde est actuellement localisée au niveau d'une grande faille transformante du domaine océanique : la zone de fracture d'Owen (Figure 1). Au cours de son histoire, cette frontière a été successivement une *marge passive* au Jurassique, une *zone d'obduction* à la transition K/T située 200 km plus à l'Ouest qu'actuellement (au niveau des ophiolites de Masirah et Ras Madrasah, Figure 2), puis une *frontière transformante* au début Tertiaire dont le sens s'est inversé de sénestre à dextre au Miocène. C'est donc un objet approprié pour étudier comment les frontières de plaques se localisent et évoluent au cours du temps en fonction des conditions aux limites cinématiques et de la rhéologie de la lithosphère.

La campagne Owen a été conçue en deux legs : un premier leg de reconnaissance à vitesse élevée (11 nœuds) de la frontière de plaque actuelle (acquisition multifaisceaux, gravimétrique, magnétique et 3,5 kHz), et un second leg de sismique multitraces à vitesse réduite (5 nœuds). Le second leg n'est pas encore programmé.

Les objectifs du premier leg étaient de :

- cartographier la frontière de plaque actuelle au niveau de la zone de fracture d'Owen avec un sondeur multifaisceaux pour localiser le tracé de la faille active et quantifier des décalages fins ;
- identifier les instabilités gravitaires associées aux reliefs de la ride d'Owen avec le sondeur multifaisceaux et les profils sismiques de sub-surface 3.5 kHz ;
- déterminer l'âge de la croûte océanique du bassin d'Owen à l'aide de profils magnétiques complétant les données existantes.

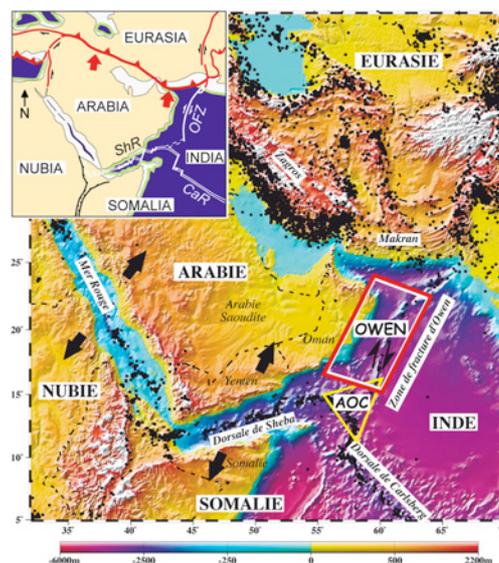


Figure 1. Localisation de la zone d'étude.

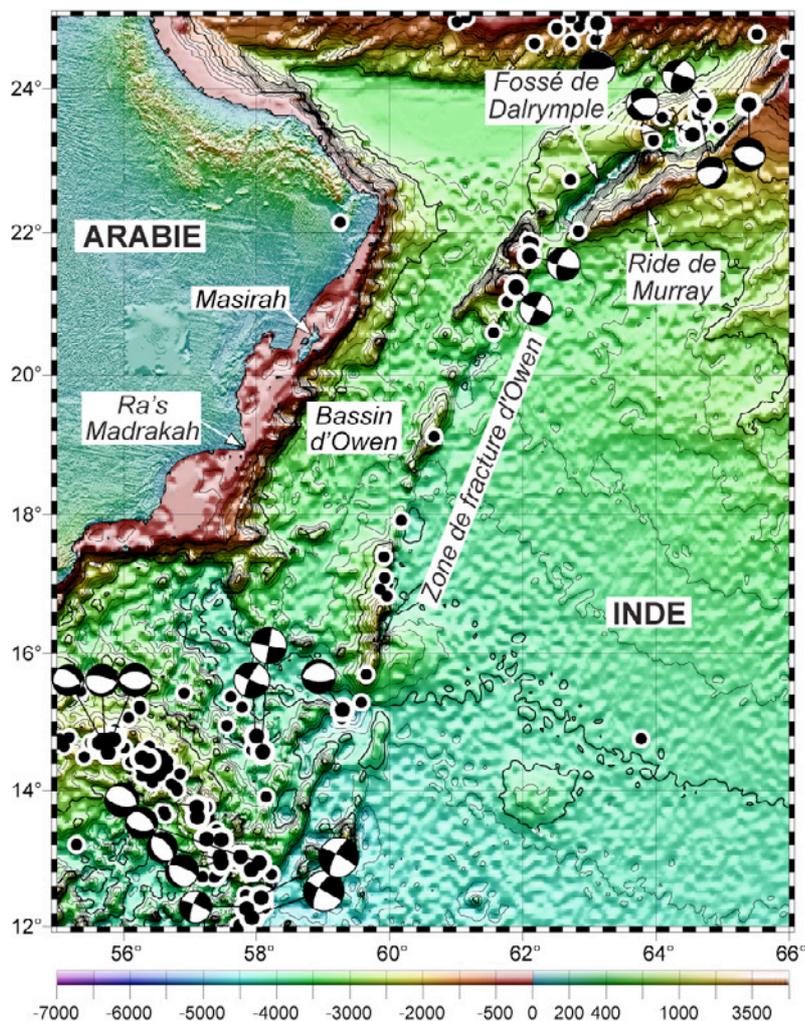


Figure 2. La zone de fracture d'Owen à la frontière de plaque Arabie-Inde est une faille en arc de cercle de 800 km de long, bordée à l'ouest par une ride topographique discontinue nommée ride d'Owen. Le soulèvement de la ride d'Owen a été daté par forage du Miocène inférieur (~20 Ma), c'est-à-dire contemporain de la transition rifting-accréction dans le golfe d'Aden. La ZFO se caractérise par une sismicité peu intense, les mécanismes au foyer indiquent un mouvement dextre.

3 – Principaux résultats obtenus

- Les données de bathymétrie multifaisceaux révèlent un spectaculaire système de failles sous-marines courant sur près de 800 km entre le bassin de Beautemps-Beaupré au sud et le fossé de Dalrymple au nord (Figure 3). En dépit d'un apport sédimentaire important de l'éventail sous-marin profond de l'Indus, la morphologie des failles est bien préservée sur le plancher océanique et les escarpements de faille se suivent sur des centaines de kilomètres, attestant d'une tectonique active. Par endroits, les failles recoupent les reliefs de la ride d'Owen tandis qu'à d'autres elles se localisent au pied de ces reliefs.

- Le système de failles est constitué de cinq segments principaux séparés par des relais transtensionnels marqués par des bassins, dont un majeur à 20°N (bassin 20°N). Aucun relais transpressif n'a été mis en évidence. La longueur des segments individuels apparemment ininterrompus est comprise entre 80 et 220 km. Le segment septentrional se termine au nord par une remarquable structure en queue-de-cheval à l'entrée du fossé de Dalrymple (Figure 4).

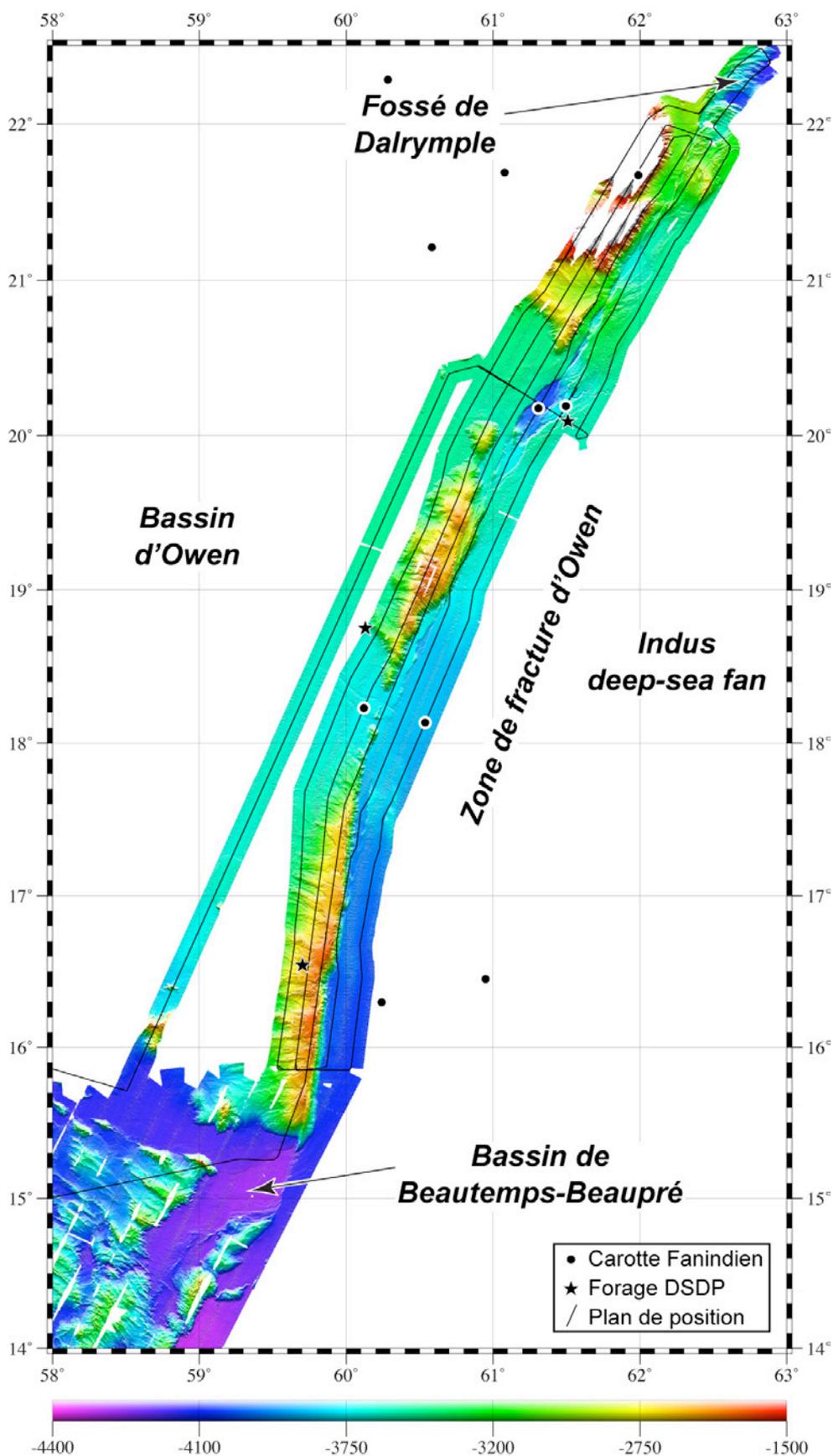


Figure 3. Couverture bathymétrique de l'ensemble de la zone de fracture d'Owen. La faille active est observée sur 800 km entre le bassin de Beautemps-Beaupré au sud et le fossé de Dalrymple au nord.

- La cinématique de la zone de fracture d'Owen est indiquée par la géométrie d'ensemble du système de failles et des relais en pull-apart qui mettent en évidence un mouvement décrochant dextre.

- La ride topographique d'Owen est formée de trois portions distinctes séparées par des seuils. Au sud, une portion culminant à 2000 m au-dessus du plancher océanique environnant, présente une structure asymétrique avec un flanc raide à regard est et un flanc en pente douce vers l'ouest. Le flanc ouest correspond à la surface structurale d'une série monoclinale peu pentée portant de nombreuses cicatrices d'arrachement de glissements de terrain (Figure 5). Au centre, une portion en dôme allongé parallèlement à la ZFO est érodée sur son flanc est par de nombreux canyons. Au nord, la dernière portion de la ride d'Owen correspond

à un mont sous-marin conique au sommet aplati, le mont Qalhat, qui culmine à -400 m. La forme du mont Qalhat, qui évoque celle d'un guyot, ainsi que sa forte signature magnétique suggèrent une origine volcanique.

- D'importantes instabilités sédimentaires ont été mises en évidence sur la portion sud de la ride d'Owen qui est massivement affectée sur son flanc ouest par des glissements de terrain (Figure 5). Le matériel glissé est évacué dans la plaine du bassin d'Owen sur de grandes distances (corps transparents identifiés au 3,5 kHz). Le flanc Est de cette portion de la ride d'Owen est aussi affecté par d'importants effondrements de terrain.

- Nous avons cartographié une portion significative d'un chenal actif provenant du cône de l'Indus débouchant dans le bassin 20°N (Figure 6). Les dépôts de ce bassin présentent

un faciès sismique particulier constitué d'une alternance de niveaux épais transparents et de fins niveaux très réfléchifs, vraisemblablement représentatifs de turbidites distales. Par ailleurs, un système complexe de chenaux fossiles est mis en

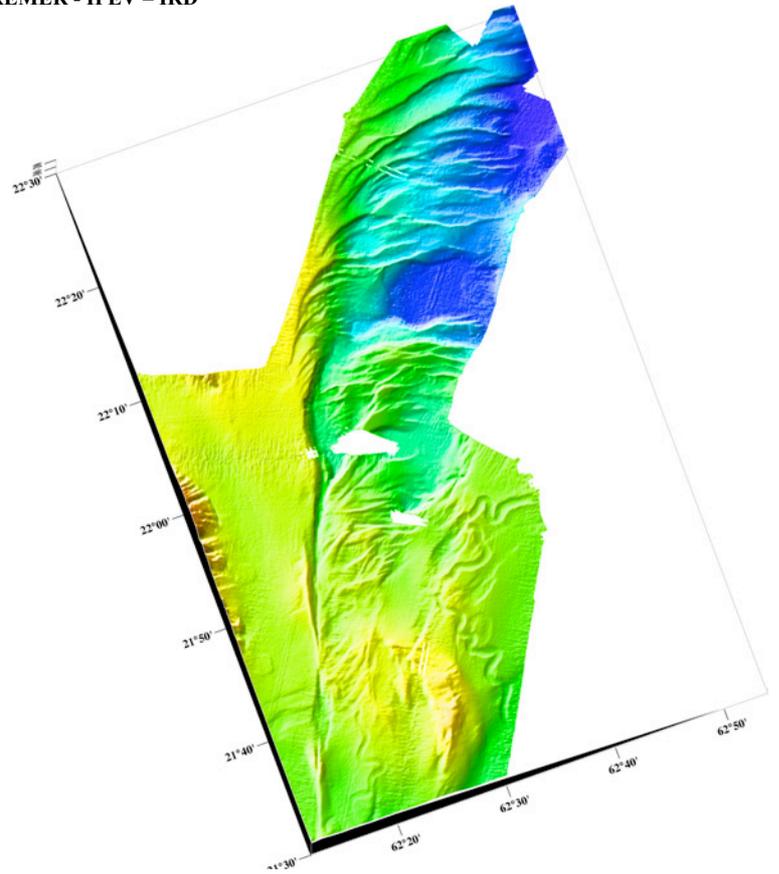


Figure 4. Structure en queue-de-cheval à l'extrémité nord de la ZFO.

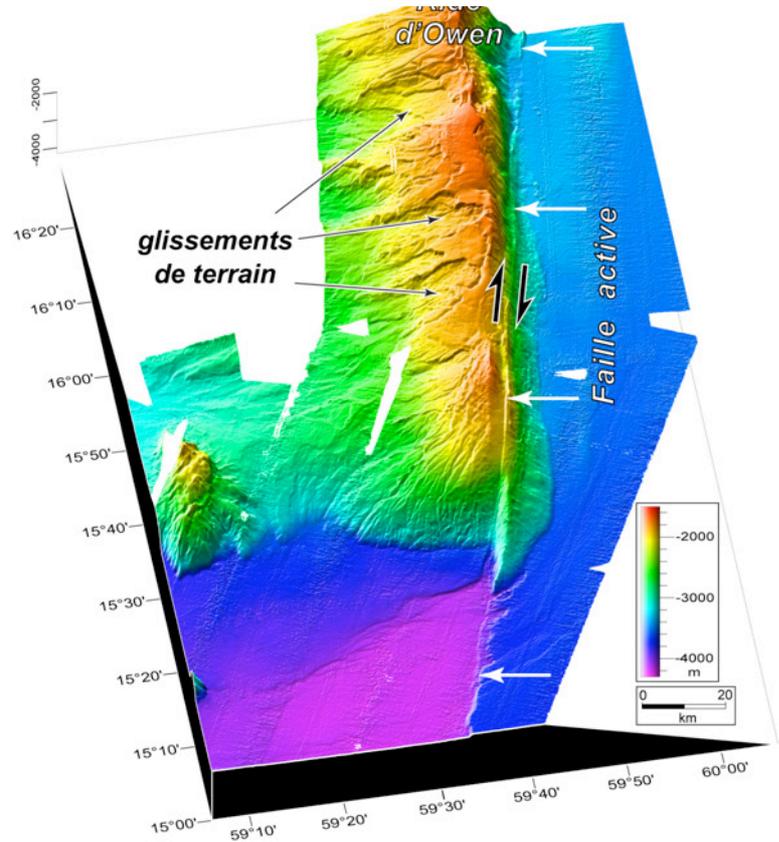


Figure 5. Extrémité sud de la ZFO : la faille active est rectiligne N10°E et décale en dextre la ride topographique d'Owen de 12 km. La pente occidentale de la ride d'Owen est marquée par les cicatrices d'arrachement de gigantesques glissements de terrain provoqués par les séismes.

évidence, dont certains sont repris par la déformation liée à la faille. Enfin, les profils sismiques 3.5 kHz montrent de nombreuses manifestations de sorties de fluides le long de la faille (diapirisme de sable ou de boue).

- Dans son ensemble, la faille suit presque parfaitement un petit cercle centré sur le pôle Arabie-Inde le plus récemment établi à partir des données d'AOC et de mesures GPS (Fournier et al., 2008b). Les décalages observés en 3 endroits différents sont de l'ordre de 10 km. Le système actuel est donc représentatif du mouvement Inde-Arabie des derniers millions d'années.

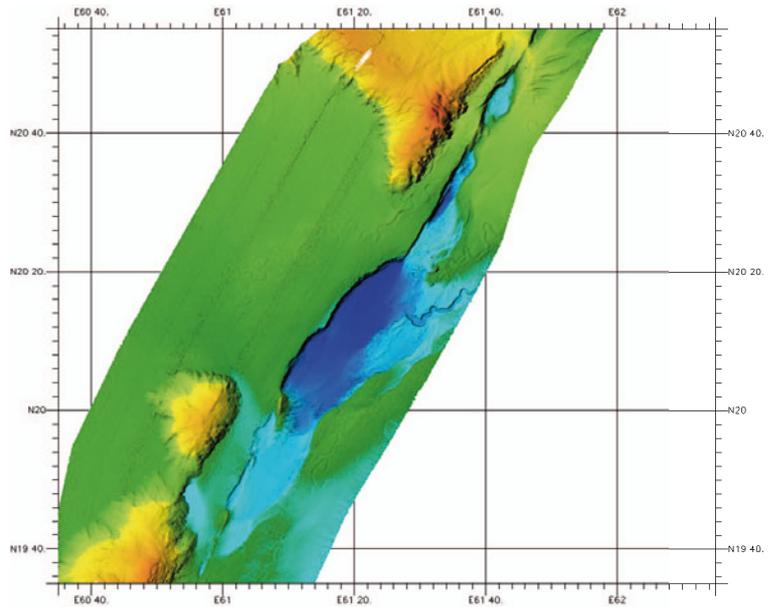


Figure 6. Le bassin 20°N est un pull-apart de 80 km de long sur 25 km de large alimenté par un chenal actif et érosif du deep-sea fan de l'Indus. Des chenaux méandriques abandonnés sont observables latéralement.

Tableau récapitulatif

		Nombre
1	Publications d'articles originaux dans des revues avec comité de lecture référencées dans JCR (<i>Journal Citation Reports</i>)	Année n : Année n+1 : 1 Année n+2 : 2 Année n+3 : Année n+4 : Année n+5 : Année n+6 : Année n+7 : ...
2	Publications dans d'autres revues ou ouvrages scientifiques faisant référence dans le domaine	
3	Publications électroniques sur le réseau Internet	1
4	Publications sous forme de rapports techniques	2
5	Articles dans des revues ou journaux « grand public »	
6	Communications dans des colloques internationaux	4
7	Communications dans des colloques nationaux	
8	Nouvelles espèces (animales, végétales, microorganismes) décrites	
9	Rapports de contrats (Union européenne, FAO, Convention, Collectivités ...)	
10	Applications (essais thérapeutiques ou cliniques, AMM ...)	
11	Brevets	
12	Publications d'atlas (cartes, photos)	
13	Documents vidéo-films	
14	DEA ou MASTER 2 ayant utilisé les données de la campagne	2 + 1 L3
15	Thèses ayant utilisé les données de la campagne	1
16	Traitement des échantillons et des données Si en cours, préciser et donner les échéances	en cours
17	Transmission au SISMER des données acquises avec les moyens communs du navire (NB : cette transmission est systématique dans le cadre des navires gérés par Genavir) Transmission au SISMER de données autres que celles acquises avec les moyens communs du navire	Non Non
18	Transmission à d'autres banques de données	Non
19	Transmission à d'autres équipes de données ou d'échantillons	oui
20	Considérez-vous la publication des résultats terminée Si en cours préciser et donner les échéances	en cours

Fournir pour chacune des rubriques en classant année par année :

Rubriques 1 à 7 incluses : liste des publications et colloques avec les noms d'auteurs suivant la présentation en vigueur pour les revues scientifiques.

Rubriques 8 à 13 : Liste des références des rapports, des applications, des brevets, atlas ou documents vidéo

Rubriques 14 et 15 : Nom et Prénom des étudiants, Laboratoire d'accueil. Sujet du DEA ou MASTER 2 ou de la thèse, Date de soutenance

Rubriques 17 à 19 incluses : données transmises à des banques de données ou à des équipes auxquelles.

Rubrique 20 : Si la publication des résultats n'est pas terminée, pouvez-vous donner un échéancier ?

Références

R1 - Références des publications d'articles originaux dans des revues avec comité de lecture référencées dans JCR et résumés des principales publications.

- Fournier, M., N. Chamot-Rooke, M. Rodriguez, P. Huchon, C. Petit, M.-O. Beslier, and S. Zaragosi, Owen Fracture Zone: the Arabia-India plate boundary unveiled, *EPSL (in press)*.
- Rodriguez, M., M. Fournier, N. Chamot-Rooke, P. Huchon, S. Zaragosi, and A. Rabaute, Mass wasting processes and giant landslides along the Owen fracture zone (Northwest Indian Ocean), *submitted to Marine Geology*.
- Rodriguez, M., M. Fournier, N. Chamot-Rooke, C. Menesguen, P. Huchon et S. Zaragosi, Neotectonics of the Owen fracture zone (NW Indian Ocean): insight into step-over migration and evolution of an oceanic transform plate boundary, in prep.

R2 – Références des publications parues dans d'autres revues ou des ouvrages scientifiques faisant référence dans la discipline. (Les classer par année).

R3 – Références des publications électroniques sur le réseau Internet.

<http://www.insu.cnrs.fr/co/expeditions-et-campagnes/owen>

R4 – Références des rapports techniques.

Rapport de campagne : http://marc.fournier.free.free.fr/projects/owen_report.pdf

Projet de campagne : http://marc.fournier.free.free.fr/projects/owen_2008.pdf

R5 – Références des articles parus dans des revues ou des journaux « grand public ». (Les classer par année).

R6 – Références des communications dans des colloques internationaux.

2010

- Rodriguez, M., M. Fournier; N. Chamot-Rooke, P. Huchon, Uplift of the Owen Ridge and giant landslides (NW Indian Ocean), EGU, Vienna, 2010.
- Fournier, M., M. Rodriguez, N. Chamot-Rooke, and P. Huchon, Mass wasting processes and giant landslides along the Owen fracture zone (Northwest Indian Ocean), American Geophysical Union, Fall Meeting , 2010.

2009

- Chamot-Rooke, N, M. Fournier, Tracking Arabia-India motion from Miocene to Present, American Geophysical Union, Fall Meeting 2009.
- Fournier, M., N. Chamot-Rooke, M. Rodriguez, C. Petit, P. Huchon, M.-O. Beslier, B. Hazard, The Arabia-India plate boundary unveiled, American Geophysical Union, Fall Meeting 2009.

R7 – Références des communications dans des colloques nationaux. (Les classer par année).

R8 – Références des nouvelles espèces (animales, végétales, microorganismes) décrites, lieux où sont déposés les holotypes.

R9 – Références des rapports de contrats (Union européenne, FAO, Convention, Collectivités ...).

R10 – Liste des applications (essais thérapeutiques ou cliniques, AMM ...). (Les classer par année).

R11 – Références des brevets. (Les classer par année).

R12 – Références des atlas (cartes, photos). (Les classer par année).

R13 – Liste des documents vidéo-films. (Les classer par année).

R14 – DEA ou MASTER 2 ayant utilisé les données de la campagne (Nom et Prénom de l'étudiant, Laboratoire d'accueil. Sujet du DEA ou MASTER ou de la thèse, Date de soutenance)

Hazard Benjamin, M2 Lithosphère, Bassins, Pétrole (UPMC, IFP, Mines), iSTeP, UPMC
Sujet : Structure de la zone de fracture d'Owen à la frontière des plaques Arabie et Inde
Encadrement : M. Fournier
Date de soutenance : juin 2009

Menesguen Cédric, EPOC Université de Bordeaux-1
Sujet : Etude du remplissage et de l'évolution d'un bassin en pull-part le long de la zone de fracture d'Owen
Encadrement : S. Zaragosi
Date de soutenance : juin 2010

Sorbier Maxime, rapport de stage de L3, Laboratoire de Géologie, Ecole normale supérieure, Paris
Encadrement : N. Chamot-Rooke.
Sujet : Caractéristiques flexurales du soulèvement de la ride d'Owen (Océan Indien) – Observation et modélisation

Date de soutenance : juin 2010

R15 – Thèses ayant utilisé les données de la campagne (Nom et Prénom de l'étudiant, Laboratoire d'accueil. Sujet du DEA ou MASTER ou de la thèse, Date de soutenance)

Rodriguez Mathieu, 2009-2012. Doctorat de l'Université Paris 6, co-direction M. Fournier, N. Chamot-Rooke, P. Huchon
Sujet : Structure et évolution de la frontière de plaque Arabie-Inde - Aléa sismotectonique et tsunami dans l'Océan Indien nord-ouest)
Début : septembre 2009

R16 – Traitements des échantillons et des données en cours (types et échéances)

R1, R18 et R19 – Liste des données et échantillons transmis (Préciser les destinataires, SISMER, autres banques, équipes scientifique ...)

Données bathymétriques et SPB transmises à S. Zaragosi, EPOC, Université de Bordeaux-1

R20 – Liste des résultats restant à publier - échéance

Fiche “ Valorisation des résultats des campagnes océanographiques ”

(à envoyer par courriel à Commission.Flotte@ifremer.fr)

Nom de la campagne : CHAMAK

Projet / Programme de rattachement :

Navire : MARION DUFRESNE	Engins lourds :	
Dates de la campagne : Nombre de jours sur zone/en transit :	Zone(s) : PRISME DU MAKRAN oriental (Pakistan)	
Chef de mission principal (Nom, prénom et organisme) : Nadine ELLOUZ-ZIMMERMANN (IFP) Siegfried LALLEMANT (Université de Cergy-Pontoise)		
Nombre de chercheurs et d'enseignants-chercheurs (en mer / à terre) : 18		
Nombre d'ingénieurs et de techniciens (en mer / à terre) : 10		
Nombre d'étudiants (en mer / à terre) : 6 / 10		
Fiche remplie par : Siegfried Lallemant	Date de rédaction ou d'actualisation de la fiche : 10 01 2010	
Adresse : Géosciences & Environnement Cergy, Université de Cergy-Pontoise 5, mail Gay-Lussac, Neuville-sur-Oise , 95031 Cergy-Pontoise cedex		
Email : siegfried.lallemant@u-cergy.fr	Tel : (33) 1 34 25 73 61	Fax : (33) 1 34 25 73 50

Résultats majeurs obtenus

1 à 3 pages destinées à informer un large public sur les résultats obtenus

1 – Contexte scientifique et programmatique de la campagne

La campagne CHAMAK faisait partie d'un programme plus vaste du même nom de l'étude à terre et en mer du prisme du Makran et résultait d'une collaboration entre l'Institut Français du Pétrole, l'Université de Cergy-Pontoise le Geological Survey of Pakistan » et le « National Institute of Oceanography of Pakistan ». La campagne, initialement prévue en Octobre 2001 a été précédée d'une mission à terre dans le Makran pakistanais (Ellouz et al., 2007a) mais pour des raisons évidentes, la campagne a été déprogrammée. Elle a finalement été réalisée à bord du Marion Dufresne en Septembre - Octobre 2004 où nous avons profité de l'utilisation de l'équipement sismique de la NIOZ (Pays-Bas) embarquée pour

2 – Rappel des objectifs

L'objectif principal de la campagne CHAMAK était la compréhension du prisme d'accrétion du Makran et de sa terminaison orientale en relation avec la zone de point triple Arabie-Eurasie-Inde.

3 – Principaux résultats obtenus (avec quelques illustrations)

Les principaux résultats de la campagne ont été décrits par Ellouz et al., 2007 et montrent une influence de la subduction des reliefs de la plaque plongeante sur la construction du prisme d'accrétion. Au sud de la plaine abyssale, la surrection par basculement de la ride de Murray dans un régime de déformation en extension a marqué l'isolement de la fosse de subduction par rapport au delta de l'Indus. Ce phénomène bien identifiable en sismique par le changement d'une sédimentation turbiditique avec systèmes de chenaux-levées à un régime de dépôts hémipélagiques pourrait dater de 5 à 6 Ma en extrapolant les vitesses de sédimentation des derniers 300 ky. La déformation dans le système Ride de Murray – fossé de Dalrymple est clairement liée à la cinématique de la terminaison septentrionale de la frontière de plaque Arabie-Inde.

Bien que la campagne CHAMAK n'ait pas cartographié la partie active de la frontière de plaque Arabie-Inde (ce qui n'était pas dans ses objectifs directs), elle a apporté des éléments de réflexion importants. En effet, l'observation de séismes en extension plus ou moins nord-sud ainsi que l'habitude de raccorder la ride de Murray à la faille posent un problème cinématique. Kukowski et al. (2000) ont proposé de résoudre ce problème en créant une microplaque « Ormara » limitée à l'ouest par une faille décrochante sénestre dite « faille du Sonne » traversant la plaine abyssale d'Oman. Les données de la campagne CHAMAK n'ont pas confirmé la présence d'une telle faille mais au contraire la rendent très improbable (aucune signature de la faille dans les profils sismiques, discontinuités des anomalies magnétiques de la ride « Little Murray Ridge » explicables par une disposition en échelon des reliefs volcaniques). Nous proposons que la frontière de plaque Inde-Arabie garde une direction SW-

NE et se connecte à l'arc de Karachi qui serait alors la terminaison transpressive de ce système. Afin de tester cette hypothèse, il serait indispensable de cartographier les traces de rupture récente au sud de la région couverte lors de la campagne CHAMAK.

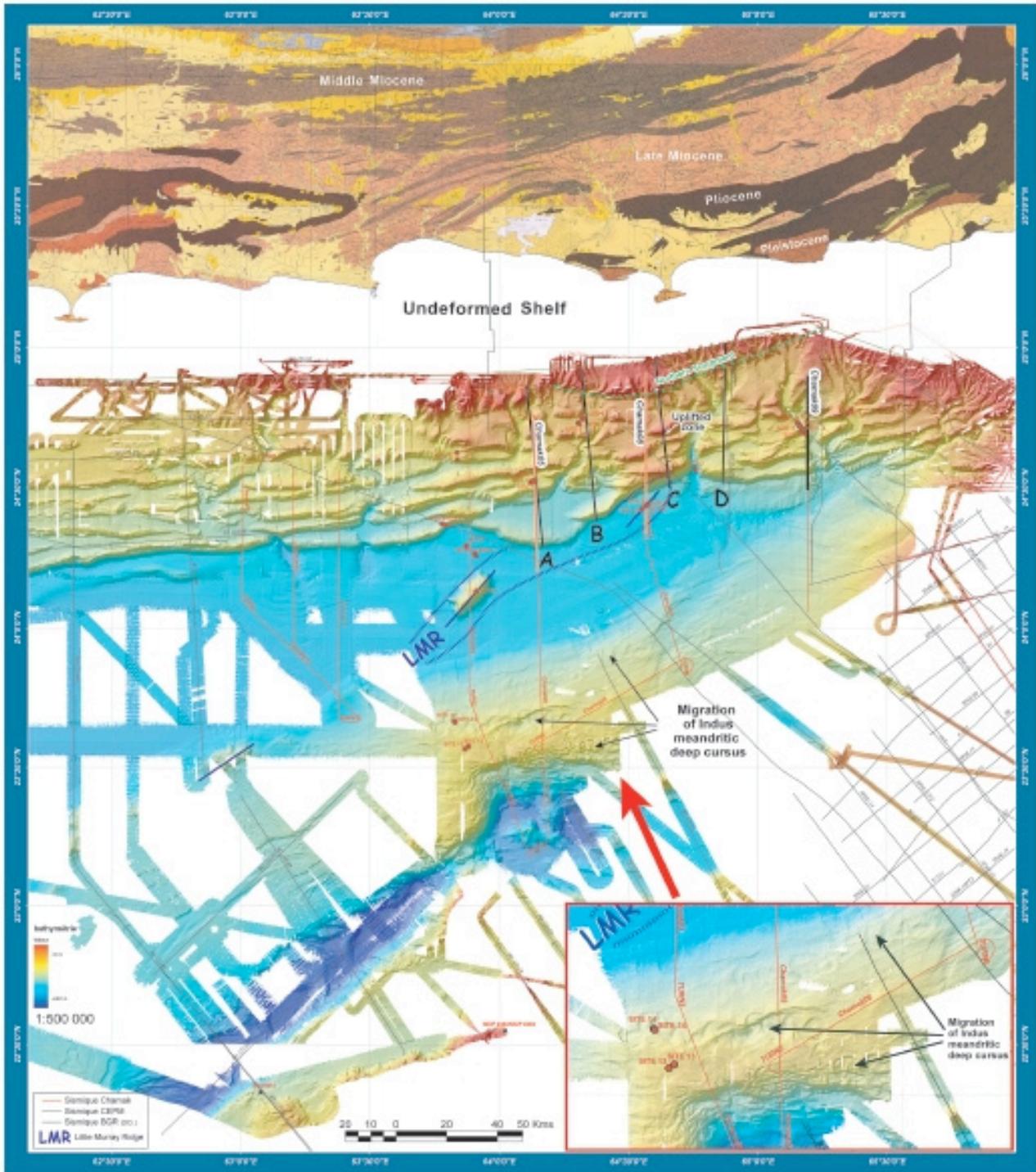


Figure 1 : carte bathymétrique composite du prisme du Makran oriental combinant les données de la campagne CHAMAK et les données Hydrosweep acquises sur le Sonne (tiré de Ellouz et al., 2007b)

PROPOSITION DE CAMPAGNE A LA MER
IFREMER - IPEV - IRD

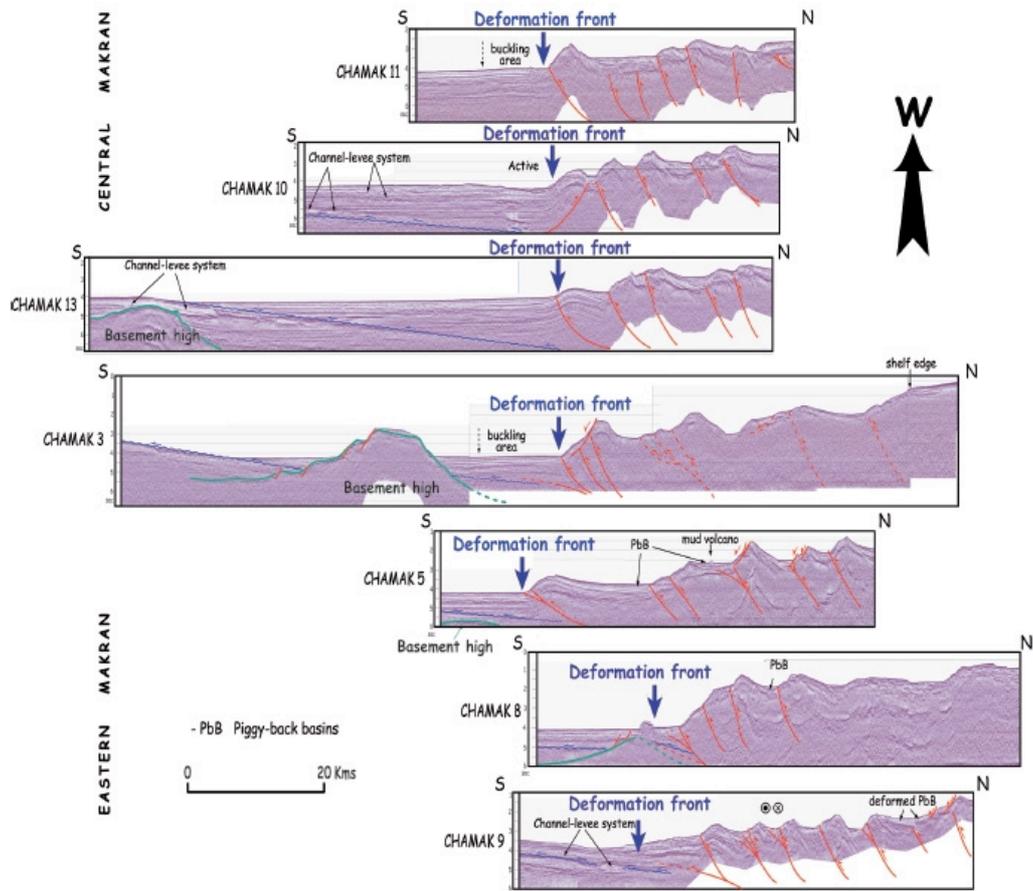


Figure 2 : Profils sismiques de la campagne CHAMAK soulignant la variation de style structural au passage en subduction de la « Little Murray Ridge », tiré de Ellouz et al., 2007b.

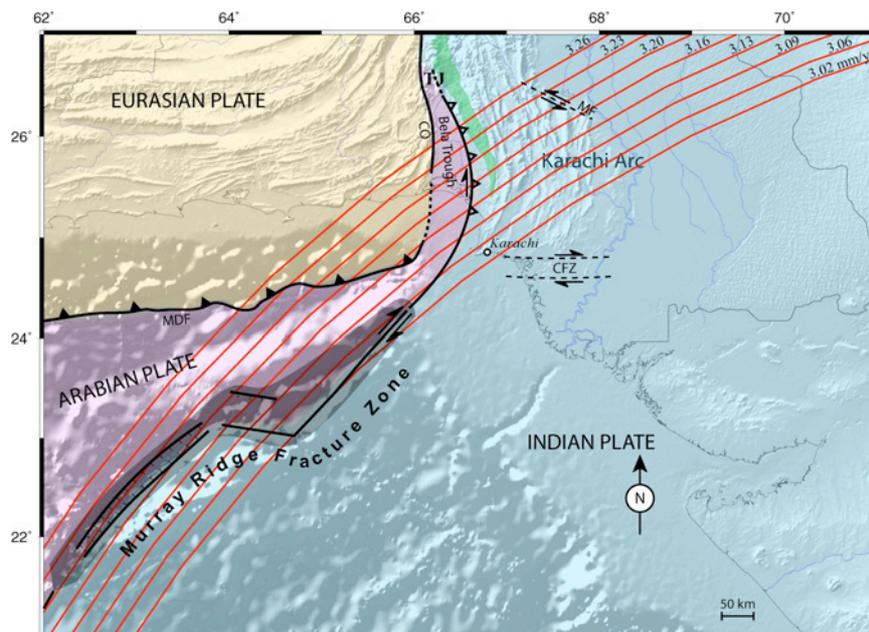


Figure 3 : Nouveau modèle cinématique du point triple (Thèse Nicolas Mouchot)

Tableau récapitulatif

		Nombre
1	Publications d'articles originaux dans des revues avec comité de lecture référencées dans JCR (<i>Journal Citation Reports</i>)	5
2	Publications dans d'autres revues ou ouvrages scientifiques faisant référence dans le domaine	2
3	Publications électroniques sur le réseau Internet	
4	Publications sous forme de rapports techniques	
5	Articles dans des revues ou journaux « grand public »	
6	Communications dans des colloques internationaux	6
7	Communications dans des colloques nationaux	4
8	Nouvelles espèces (animales, végétales, microorganismes) décrites	
9	Rapports de contrats (Union européenne, FAO, Convention, Collectivités ...)	
10	Applications (essais thérapeutiques ou cliniques, AMM ...)	
11	Brevets	
12	Publications d'atlas (cartes, photos)	
13	Documents vidéo-films	
14	DEA ou MASTER 2 ayant utilisé les données de la campagne	1
15	Thèses ayant utilisé les données de la campagne	3
16	Traitement des échantillons et des données Si en cours, préciser et donner les échéances	en cours
17	Transmission au SISMER des données acquises avec les moyens communs du navire (NB : cette transmission est systématique dans le cadre des navires gérés par Genavir) Transmission au SISMER de données autres que celles acquises avec les moyens communs du navire	Non Non/
18	Transmission à d'autres banques de données	Non
19	Transmission à d'autres équipes de données ou d'échantillons	Non
20	Considérez-vous la publication des résultats terminée Si en cours préciser et donner les échéances	en cours

Références

R1 - Références des publications d'articles originaux dans des revues avec comité de lecture référencées dans **JCR (vérifier dans la base « Journal Citation Reports » via « ISI Web of Knowledge » si les revues sont bien référencées) et résumés des principales publications. (Les classer par année).**

Pichevin L., Bard E., Martinez P., and Billy I.; **2007**; Evidence of ventilation changes in the Arabian Sea during the late Quaternary: Implication for denitrification and nitrous oxide emission, *Global Biogeochemical Cycles*, 21, GB4008, doi:10.1029/2006GB002852, 2007

Bourget, J., Zaragosi, S., Ellouz-Zimmermann, N., Ducassou, E., Prins, M.A., Garlan, T., Lanfumey, V., Rouillard, P., Giraudeau, J., **2010**. Highstand vs. lowstand turbidite system growth in the Makran active margin: Imprints of high-frequency external controls on sediment delivery mechanisms to deep water systems, *Marine Geology*, 274, 1-4, 187-208.

Mouchot, N., Loncke, L., Mahieux, G., Bourget, J., G., Lallemand, S. J., Ellouz-Zimmermann, N., Leturmy, P., **2010**. Recent sedimentary processes along the Makran trench (Makran active margin, off Pakistan), *Marine Geology*, 271, 1-2, 17-31, doi: 10.1016/j.margeo.2010.01.006

Mouchot, N., Mahieux, G., Lallemand, S. J., Buret, C., Ellouz-Zimmermann, N., Müller, C. (**accepted with revision to Marine Geology**). Clay mineralogy and sedimentation sources in the northeastern Arabian Sea (Makran active zone, Pakistan).

Bourget, J., Zaragosi, S. Ellouz-Zimmermann, N., Mouchot, N., Garlan, T., Schneider, J.-L., Lanfumey, V., Lallemand, S. (**accepted with revision to Sedimentology**) Turbidite system architecture and sedimentary processes along topographically complex slopes: the Makran convergent margin.

R2 – Références des publications parues dans d'autres revues ou des ouvrages scientifiques faisant référence dans la discipline. (Les classer par année).

Ellouz-Zimmermann, N., Deville, E., Muller, C., Lallemand, S., Subhani, A. B., and Tabreez, A. R., **2007**, Impact of sedimentation on convergent margin tectonics: Example of the Makran accretionary prism (Pakistan), Thrust Belts and Foreland Basins: in: Lacombe O, Lavé J., Roure F. and Verges J. eds., *Fold Kinematics to Hydrocarbon Systems*, Pages 327-350 .

Ellouz-Zimmermann, N., Lallemand, S. J., Castilla, R., Mouchot, N., Leturmy, P., Battani, A., Buret, C., Cherel, L., Desaubliaux, G., Deville, E., Ferrand, J., Lügcke, A., Mahieux, G., Mascle, G., Muhr, P., Pierson-Wickmann, A. C., Robion, P., Schmitz, J., Danish, M., Hasany, S., Shahzad, A., and Tabreez, A., **2007**, Offshore frontal part of the Makran accretionary prism: The Chamak Survey (Pakistan), in: Lacombe O, Lavé J., Roure F. and Verges J. eds., *Thrust Belts and Foreland Basins: from Fold Kinematics to Hydrocarbon Systems*, Pages 351-366..

R3 – Références des publications électroniques sur le réseau Internet. (Les classer par année).

R4 – Références des rapports techniques. (Les classer par année).

R5 – Références des articles parus dans des revues ou des journaux « grand public ». (Les classer par année).

R6 – Références des communications dans des colloques internationaux. (Les classer par année).

2005

Castilla, R., Mouchot N., Ellouz N., Mahieux G., Leturmy P., Loncke L. Morpho-tectonic and sedimentary processes of pakistani Makran accretionary prism, 2005, [Joint Earth Science Meeting : "Thrust Belts and Foreland Basins"](#)., Rueil Malmaison, France.

Ellouz N., Lallemand S., Leturmy P., Battani A., Buret C., Castilla, R., Cherel L., Desaubliaux G., Deville E., Ferrand J., Lügcke A., Mahieux G., Mascle G., Mouchot N., Muhr P., Pierson-Wickmann A.-C., Robion Ph., Schmitz J., Danish M., Hasany S., Shahzad A., IFP-France/UCP-France/..., 2005, Offshore frontal structure of the Makran accretionary prim : The CHAMAK Survey (Pakistan). [Joint Earth Science Meeting : "Thrust Belts and Foreland Basins"](#)., Rueil Malmaison, France.

2006

Castilla, R., N. Ellouz & J.-P. Brun, 2006, Extensional deformation in a convergent margin : the Makran accretionary prism, *EGU General Assembly 2006, Vienna, Austria*.

Lallemand, S.; Mouchot, N.; Leturmy, P. Ellouz, N. The Makran accretionary complex off Pakistan : insights from the CHAMAK cruise; *EGU General Assembly 2006, Vienna, Austria*.

2008

Mouchot, N.; Lallemand, S.; Loncke, L.; Leturmy, P.; Mahieux, G.; Chanier, F.; Ellouz, N. Vertical movements and recent sedimentary processes on the Makran accretionary prism off Pakistan, A0103; EGU2008-A-06146; GM6.2-1WE5P-0103

Mouchot, N.; Lallemand, S.; Leturmy, P. Ellouz, N. Consequences of a Large Basement High Subduction on the Makran Accretionary Wedge Growth and Slope Stability, off Pakistan AGU 2008, T23B-2038

R7 – Références des communications dans des colloques nationaux. (*Les classer par année*).

2006

Mouchot, N., Mahieux, G., Lallemand, S., Leturmy, P., Buret, C., Chanier, F., Ellouz, N. Sédimentation au niveau de la marge du Makran pakistanais: Effets du climat – *Oral presentation* – RST, Dijon, France, 4–6 December 2006.

2007

Mouchot, N., Mahieux, G., Lallemand, S., Leturmy, P., Buret, C., Ellouz, N. Implications of the clay mineralogy distribution in the northeastern Arabian Sea (makran active zone°: Pakistan) – *Oral presentation* – ASF, Caen, France, 21–27 October 2007.

Mouchot, N., Loncke, L., Mahieux, G., Lallemand, S., Chanier, F. Recent sedimentary processes by 3,5 kHz echo-character mapping, northeastern Arabian Sea (Makran active zone, off Pakistan) – *Poster* – ASF, Caen, France, 21–27 October 2007.

Bourget, J., Zaragosi, S., Ellouz, N., Garlan, T., Tessier, A., Mouchot, N., Schneider, J.–L. Dynamique sédimentaire dans un bassin en subduction soumis au climat de mousson (golfe d'Oman, n–e océan indien) : morphologie et évolution au quaternaire récent) – *Poster* – ASF, Caen, France, 21–27 October 2007.

R8 – Références des nouvelles espèces (animales, végétales, microorganismes) décrites, lieux où sont déposés les holotypes. (*Les classer par année*).

R9 – Références des rapports de contrats (Union européenne, FAO, Convention, Collectivités ...). (*Les classer par année*).

R10 – Liste des applications (essais thérapeutiques ou cliniques, AMM ...). (*Les classer par année*).

R11 – Références des brevets. (*Les classer par année*).

R12 – Références des atlas (cartes, photos). (*Les classer par année*).

R13 – Liste des documents vidéo-films. (*Les classer par année*).

R14 – DEA ou MASTER 2 ayant utilisé les données de la campagne (Nom et prénom de l'étudiant, laboratoire d'accueil. Sujet du DEA ou MASTER, date de soutenance).

Nicolas Mouchot (Université de Lille 1) Juin 2005

Titre : Analyse morpho-structurale et sédimentaire du prisme d'accrétion du Makran pakistanais.

R15 – Thèses ayant utilisé les données de la campagne (Nom et prénom de l'étudiant, laboratoire d'accueil. Sujet de la thèse, date de soutenance).

Raymi Castilla-Chacon (Université de Rennes 1) 7 Juillet 2008

Titre : Comportement non-standard des prismes d'accrétion tectonique : implications structurales.

Nicolas Mouchot (Université de Cergy-Pontoise) 03 Octobre 2009

Titre : Tectonique et sédimentation dans le complexe de subduction du Makran pakistanais.

Julien Bourget (Université de Bordeaux 1 - UMR CNRS 5805 EPOC) 08 Décembre 2009

PROPOSITION DE CAMPAGNE A LA MER
IFREMER - IPEV – IRD

Titre : Les systèmes turbiditiques du Golfe d'Oman et de la marge est-africaine: architecture, évolution des apports au Quaternaire terminal et impact de la distribution sédimentaire sur les propriétés géoacoustiques des fonds.

R16 – Traitements des échantillons et des données en cours (types et échéances).

R17, R18 et R19 – Liste des données et échantillons transmis (Préciser les destinataires, SISMER, autres banques, équipes scientifiques ...).

R20 – Liste des résultats restant à publier – échéance.

Plusieurs autres publications issues des récentes thèses soutenues sont en cours de soumission (échéance 2011)