



HAL
open science

**Proposition de campagne à la mer, Flotte
Océanographique Française, Appel d'offre 2018 :
Multi-disciplinary investigation of fluid venting from gas
hydrate system in the Nile deep-sea fan (SEAGAL)**

Sebastien Migeon, Marie Revel-Rolland, Alexandre Dano, Gueorgui Ratzov,
Davide Oregioni, Laure Schenini, Flore Mary, Mathieu Zanti, E. d'Acremont,
Alain Rabaute, et al.

► **To cite this version:**

Sebastien Migeon, Marie Revel-Rolland, Alexandre Dano, Gueorgui Ratzov, Davide Oregioni, et al..
Proposition de campagne à la mer, Flotte Océanographique Française, Appel d'offre 2018: Multi-
disciplinary investigation of fluid venting from gas hydrate system in the Nile deep-sea fan (SEAGAL).
2017. hal-02156791

HAL Id: hal-02156791

<https://hal.science/hal-02156791>

Preprint submitted on 14 Jun 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

FLOTTE OCEANOGRAPHIQUE FRANCAISE

APPEL D'OFFRES 2018

Nom de la campagne : Multi-disciplinary investigation of fluid venting from gas hydrate system in the Nile deep-sea fan

Nom du chef de mission principal : MIGEON, Sebastien

Proposition de campagne à la mer
Flotte Océanographique Française
Appel d'offre 2018

INFORMATIONS GENERALES	NOM DE LA CAMPAGNE : SEAGAL
-------------------------------	------------------------------------

Année demandée : 2018	Chef de mission principal	
Durée totale souhaitée (mobilisation et démobilisation incluse) : 20 jours	Nom :	MIGEON
Période (si impératif) :	Prénom :	Sebastien
Justification :	Organisme :	CNRS / GEOSCIENCES AZUR - SITE DE SOPHIA
	Laboratoire :	
Zones	Limites N/S	Limites W/E
Mediterranean	33° 12' 0"	28° 6' 0"
Region	32° 13' 0"	31° 26' 0"
Pays dont les eaux territoriales sont concernées : inapplicable	Adresse :	250 rue Albert Einstein, 06560 Valbonne
	Tél :	
	Fax :	
Pays dont la zone économique est concernée : inapplicable	E-Mail :	migeon@geoazur.unice.fr

Autre(s) chef(s) de mission :

Nom Prénom	Organisme Laboratoire	Adresse Email	Tel Fax

Proposition de campagne à la mer
Flotte Océanographique Française
Appel d'offre 2018

INFORMATIONS GENERALES	NOM DE LA CAMPAGNE : SEAGAL
-------------------------------	------------------------------------

Travaux:	Acquisition colonne d'eau, bathymétrie, réflectivité par sondeur multifaisceaux Grands Fonds, Acquisition profils Chirp, Acquisition de données Penfeld, Prélèvements de carottes longues de type Calypso, mesures de flux de chaleur	Laboratoires embarqués :	Department of Physics and Earth Sciences Géoazur OGS ISTEP Institute of Petroleum and Natural ressources EPOC Faculté des sciences
Navire(s) souhaité(s) par ordre de préférence :	Marion Dufresne	Laboratoires impliqués à terre :	Department of Physics and Earth Sciences Géoazur OGS ISTEP Institute of Petroleum and Natural ressources EPOC
Engins sous-marins :			
Gros équipements :	Penfeld		
Nécessité d'une campagne pour récupération d'engins ?	NON		

Type de campagne :	Recherche Scientifique
Thème de la campagne :	Comprendre le fonctionnement des sorties de fluides (pockmarks) et contraindre l'origine des fluides (profondeur, conduits), et comprendre l'impact des circulations de fluides sur la couverture sédimentaire superficielle et son fluage progressif.
Cette proposition s'inscrit dans une série de campagnes :	NON
Si oui, nom du programme ou du chantier :	
Année de démarrage :	
Année prévue de fin :	
Proposition rattachée à des programmes nationaux ou internationaux avec comité scientifique :	<i>(Envoyer une copie de ce dossier de proposition de campagne aux responsables des programmes concernés)</i> OUI
Si oui lesquels :	Programme Action Marges (INSU), thème "Fluides-Matière organique-Matières minérales" H2020-MSCA-IF-2014, projet SEAGAS
S'agit-il d'une première demande ?	NON

Proposition de campagne à la mer
Flotte Océanographique Française
Appel d'offre 2018

INFORMATIONS FINANCIERES	NOM DE LA CAMPAGNE : SEAGAL
---------------------------------	------------------------------------

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

Type de coût	Coût en euros	Niveaux de financement assurés (€)	Niveaux de financement envisagés (€)	Sources de financement
Frais de préparation de la campagne (missions préparatoires, équipements à acquérir, consommables, ...)	5000	5000	0	Fond propre Géoazur
Frais de mission (voyages, séjours) de l'équipe embarquée	40000	10000	30000	INSU (10000), Fond propre Géoazur (5000), Fond propre PUCRS (15000), projet SEAGAS/H2020 (10000)
Frais d'acquisition de nouveaux matériels, contrat, sous-traitance	3000	3000	0	Fond propre Géoazur
Frais de transport du matériel propre à l'équipe	14000	0	14000	Fond propre PUCRS
Autres frais (ex : navire d'accompagnement pour sismique lourde, observateurs de mammifères marins, ...)	0	0	0	
Frais d'analyse et de dépouillement à terre	70000	10000	60000	Demande ANR, INSU/Action Marges, BQR OCA/Géoazur, Fond propre PUCRS, projet SEAGAS/H2020
Coût total :	132000	28000	104000	

Justificatifs :	<i>Cf. pièces jointes en annexe</i>
------------------------	-------------------------------------

Proposition de campagne à la mer
Flotte Océanographique Française
Appel d'offre 2018

INFORMATIONS FINANCIERES	NOM DE LA CAMPAGNE : SEAGAL
---------------------------------	------------------------------------

Financement du navire, des engins, et/ou des équipements lourds :

Un financement a-t-il été demandé et obtenu pour la mise en oeuvre du navire et des engins ? **NON**

Si OUI sources et niveaux de financement

Avis et signature des responsables :

Nombre de dossiers présentés par l'unité : **2**

Avis - Priorité (obligatoire) : **1**

Cf. pièce jointe : signatures en annexe du document

Informations juridiques :

Confidentialité : **A : Description, position et données publiques**

Contrat : **NON**

Convention	Référence des contrats
-------------------	-------------------------------

Proposition de campagne à la mer
Flotte Océanographique Française
Appel d'offre 2018

RESUME SCIENTIFIQUE	NOM DE LA CAMPAGNE : SEAGAL
----------------------------	------------------------------------

RESUME

Mots clefs (5 max) :

Marge Nilotique Hydrates de gaz Pockmarks Glissements sous-marins Carottages Calypso

La campagne SEAGAL est demandée sur la marge nilotique à bord du NO Marion Dufresne par l'UMR Géoazur en collaboration avec des partenaires français (Universités de Nice Sophia Antipolis, UPMC et Université Bordeaux1, Ifremer), Brésiliens (PUCRS-IPR), Allemands (Jacobs University Bremen), Italiens (OGS) et Egyptiens (Université d'Alexandrie). Elle est basée sur des résultats/hypothèses touchant aux interactions entre les glissements sous-marins à grande échelle et la circulation/échappement de fluides et gaz, dans le contexte de l'évolution de la stabilité des hydrates de gaz au cours des cycles climatiques glaciaires-interglaciaires. SEAGAL propose une étude pluridisciplinaire (géophysique, géologique, géochimique, géotechnique et géothermique) de zones d'intérêt de la Province Centrale du delta profond du Nil afin de :

- (1) **Etudier la nature et l'origine des structures de cheminées gazeuses qui sont enracinées dans la zone de stabilité d'hydrates de gaz (GHSZ) et qui émettent du gaz vers les océans par le biais de pockmarks.** En particuliers, il s'agira de tester les modèles proposés pour ces cheminées qui se formeraient soit par la remontée de fluides salés et tièdes et provoqueraient l'amincissement de la zone de stabilité des hydrates, soit par l'expulsion rapide du sel contenu dans les eaux interstitielles par un flux rapide de gaz et qui permettrait la formation d'hydrates. Ceci sera abordé par le prélèvement de longues carottes Calypso, de mesures Penfeld et de flux de chaleur le long de transects recoupant des pockmarks afin de caractériser la composition des fluides interstitiels, les flux verticaux et horizontaux de fluides en relation avec la distribution des hydrates de gaz. Cette approche permettra de tester les modèles existants de fonctionnement des conduits issus de la zone de stabilité des hydrates de gaz et de proposer éventuellement un modèle alternatif, applicable à d'autres zones géographiques.

- (2) **Comprendre l'impact des circulations de fluides associées aux pockmarks sur la couverture sédimentaire superficielle et son fluage progressif.** Il s'agira de quantifier l'état de stabilité de la pente continentale et de mieux contraindre l'interaction fluides-sédiments sur le déclenchement des instabilités sédimentaires en associant pour la première fois sur cette marge l'acquisition de données Penfeld et de carottes longues pour analyser le comportement rhéologique des matériaux dans les zones affectées par les fluides et la déformation et dans les zones non affectées.

- (3) **Tester l'hypothèse selon laquelle la dissociation des hydrates de gaz serait responsable des glissements géants** (10-1000 km³) sur les marges continentales, en particulier la série de MTDs identifiés à la limite entre les Provinces centrale et occidentale de la marge nilotique au cours des derniers 115 kyrs. La marge nilotique est en effet l'une des zones les plus favorables au monde pour contraindre l'impact de la dissociation des hydrates de gaz sur le déclenchement de glissements, car la Méditerranée a connu des augmentations de la température des eaux de fond qui ont dû réduire le domaine de stabilité des hydrates de gaz à l'échelle de bassin, provoquant alors une augmentation des pressions interstitielles sur de grandes zones. L'un des objectifs de SEAGAL est donc d'obtenir pour la première fois sur la marge nilotique une

Proposition de campagne à la mer
Flotte Océanographique Française
Appel d'offre 2018

estimation des variations de la température des eaux de fond à partir d'analyses Ca/Mg réalisées sur des foraminifères benthiques afin de pouvoir modéliser les changements induits sur la zone de stabilité des hydrates au cours des derniers 115 kyrs et comparer les périodes de dissociation des hydrates avec les âges des MTDs.

La demande de campagne SEAGAL s'appuie sur l'expérience des équipes scientifiques françaises en Méditerranée orientale, acquise depuis 1998 dans le cadre de programmes nationaux et européens. SEAGAL s'appuie sur le projet européen SEAGAS (2016-2019), une collaboration franco-brésilienne étudiant la dynamique des hydrates de gaz sur les marges du Nil et de l'Amazone.

ABSTRACT

Keywords (5 max) :

Nile deep-sea fan Gas hydrates Pockmarks Submarine landslides Calypso-type corings

The SEAGAL campaign of the RV Marion Dufresne to the Nile deep-sea fan is proposed by UMR Geoazur in collaboration with partners from France (Universities of Nice Sophia Antipolis, UPMC and Bordeaux1, Ifremer), Brazil (IPR-PUCRS), Germany (Jacobs University Bremen), Italy (OGS) and Egypt (University of Alexandria). The campaign proposal builds on previous investigations of the interactions of large-scale sediment failure with fluid flow and gas venting, in the context of changing gas hydrate stability during glacial-interglacial cycles of climate. SEAGAL proposes a multidisciplinary study (geophysical, geological, geochemical geotechnical and geothermal) of targets in the central province of the Nile fan, to address three main objectives:

(1) To investigate the nature and origin of chimney-like structures within the gas hydrate stability zone (GHSZ) that are venting gas to the oceans through seabed pockmarks, in particular to test proposed models in which they form by the rise of hot and/or saline fluids to thin the GHSZ, versus a mechanism of salt exclusion that links the basal phase boundary to seabed. This will be achieved through the acquisition along transects across selected features of measurements up to 40 m below seabed, including Calypso cores, penetrometer data and geothermal measurements, in order to identify composition of pore fluids and gases, and to characterise vertical and horizontal fluxes of fluids and heat in relation to the distribution of gas hydrates and carbonates. The results will be applied to modelling of gas hydrate stability to test proposed models for chimney formation, or to propose a new model. We will also acquire multibeam water column data to examine spatial and temporal variations in gas flux from pockmarks on the central Nile fan since the 2011 APINIL campaign.

(2) To examine the relation of fluid circulation to processes of downslope creep of the sediment cover above buried mass transport deposits (MTDs). This will be achieved by the first ever acquisition of transects of penetrometer data and Calypso cores up to 40 m long from wave-like deformation features and subjacent MTDs, in order to characterise the mechanical properties of sediments and bounding faults in relation to the distribution of carbonates and flux of fluids. The results will be used as original input to geotechnical modelling of mass failure and post-failure processes, in order to constrain the triggering factors of failure and their potential consequences (e.g. tsunamis).

(3) To test the relation between gas hydrate stability changes and large submarine landslides, in

Proposition de campagne à la mer
Flotte Océanographique Française
Appel d'offre 2018

particular to a series of MTDs on the western edge of the central Nile province dated to the last 115 ka. The Nile fan is one of the best places in the world to test the hypothesis that gas hydrate dissociation can trigger sediment failures, due to basin-wide changes in Mediterranean bottom water temperatures (bwts) of up to 4 ° C that drove large changes in the GHSZ at all water depths below c. 1000 m. This will be done using Mg/Ca paleotemperature data from benthic foraminifera in sediment cores to reconstruct the history of bwt changes, as input to modelling of GHSZ changes in response to both temperature and sea level variations over last 115 ka, allowing accurate comparison of periods of gas hydrate dissociation to the ages of 11 giant MTDs.

The SEAGAL proposal builds on French-led international investigations of the eastern Mediterranean Sea since 1998, undertaken in the context of national and European projects. SEAGAL is linked to the EC-funded project SEAGAS (2016-2019), a French-Brazilian collaboration coordinated by Géoazur to investigate gas hydrate dynamics on the Mediterranean and Brazilian margins, inspired by the 2011 APINIL campaign and intended to lead to future trans-Atlantic research projects.

Proposition de campagne à la mer
Flotte Océanographique Française
Appel d'offre 2018

PROJET SCIENTIFIQUE	NOM DE LA CAMPAGNE : SEAGAL
----------------------------	------------------------------------

PROJET SCIENTIFIQUE, TECHNOLOGIQUE, ou TECHNIQUE

PROJET SCIENTIFIQUE

1. Thématique générale et Objectifs scientifiques

Les marges continentales sont le siège de nombreuses interactions entre des processus d'origine sédimentaire et tectonique, que l'on reconnaît de plus en plus être influencées par la *circulation de fluides*. Dans les grandes accumulations turbiditiques tels que les *deep-sea fans* de l'Amazone et du Nil, des explorations systématiques récentes ont révélé l'importance des *sorties de fluides* sur le fond marin, le plus souvent liées à des accumulations de gaz dans la colonne sédimentaire (Gay et al., 2007 Huuse et al., 2010; Somoza et al., 2012). Les progrès importants de l'imagerie géophysique ont permis de discriminer les sorties de gaz dans la colonne d'eau et de les associer à des émissions de fluides dans des structures sous-jacentes tels que des *volcans de boue* enracinés à des profondeurs de plusieurs kilomètres ou des *pockmarks* plus superficiels (Judd and Hovland 2007 ; Sultan et al. 2010). Ces sorties peuvent être associés soit à des gaz thermogéniques issus de réservoirs profonds, soit à un processus de méthanogénèse dans des sédiments plus récents, ou encore provenir de sources plus locales liés à la déshydratation des chenaux turbiditiques et des dépôts de transport en masse (MTD) géants enfouis. Ces sorties peuvent dans certains cas constituer des « fenêtres » sur des réservoirs potentiels profonds et donc présenter un intérêt pour la prospection pétrolière et gazière.

Les sorties de fluides constituent en elles-mêmes un *géohazard* notamment pour la pose ou l'ancrage d'infrastructures sur le fond marin. Elles peuvent aussi être la cause d'un autre type de *géohazard*, les glissements sous-marins et leurs dépôts de transport en masse (MTD) associés. Ceux-ci peuvent en effet être responsables de l'endommagement ou de la destruction d'infrastructures côtières ou hauturières posées sur le fond marin ; ils peuvent aussi générer des tsunamis affectant la zone littorale par phénomène de submersion. S'il est prouvé que les circulations de fluides peuvent dégrader la cohésion et générer la propagation d'un plan de rupture dans le sédiment (e.g. Lee et al., 2007), les études qui ont identifiées la présence de cicatrices de glissements ou de MTD à proximité de champs de *pockmarks* ou de volcans de boue (Yang et al., 2013) n'ont pas pu permettre de déterminer une relation temporelle entre ces deux processus. Des questions subsistent donc sur l'ordre d'apparition de ces processus : lorsqu'on les retrouve associés dans une même zone, les sorties de fluides sont-elles responsables du déclenchement de glissements ou bien résultent-elles de la disparition rapide d'un grand volume de sédiment en fond de mer ? De même, la présence ponctuelle dans la colonne sédimentaire de MTD géants (>1000-2000 km³) reste encore débattue : les variations de pression interstitielle provoquées par les cycles glaciaires-interglaciaires (modifications du niveau marin, du taux de sédimentation, ou de la stabilité des hydrates de gaz) pourraient-elles être leur facteur déclenchant ?

D'autre part, les circulations de fluides dans les sédiments superficiels peuvent provoquer la formation d'hydrates de gaz, qui sont stables sur les marges continentales à des profondeurs d'eau >500-1000 m et correspondraient aux plus importantes réserves de carbone sur Terre (e.g. Collett 2002). Les *deep-sea fans* sont des zones préférentielles de formation des hydrates de gaz du fait du dépôt rapide de matière organique permettant un processus de méthanogénèse et des circulations de fluides sur de vastes zones (Gornitz and Fung 1994). Ainsi dans les *deep-sea fans*, les MTDs et les structures d'échappement de gaz sont classiquement associés à la dissociation des hydrates de gaz (Liu and Flemings, 2007, 2009).

La zone de stabilité des hydrates de gaz change au cours du temps en fonction des variations du niveau marin (pression) et de la température des eaux du fond. La diminution de l'épaisseur et de l'extension de la zone de stabilité des hydrates provoque leur dissociation, ce qui peut déclencher des glissements par modification des pressions interstitielles à la base/sommet de la zone de stabilité des hydrates (Sultan et al. 2004; Liu and Flemings, 2009). Il a aussi été proposé que le déclenchement de grands glissements pouvait engendrer une déstabilisation des réservoirs à hydrates, causant alors un relargage massif de méthane dans la colonne d'eau (Maslin et al. 2004). Toutefois, la stabilité des hydrates de gaz semble surtout dépendre des variations de la température des eaux de fond (Fig. 1). Ainsi, sur les marges Atlantique, pendant les interglaciaires, le réchauffement des eaux de fond (jusqu'à 5°C) provoque l'amincissement de la zone de stabilité des hydrates à faible profondeur d'eau malgré l'élévation du niveau marin alors qu'à plus grande profondeur d'eau, l'élévation du niveau marin permet un épaissement de la zone de stabilité des hydrates si la température des eaux de fond reste relativement stable (Fig. 1a ; Mienert et al. 2005). En Méditerranée, la température des eaux de fond augmente à l'échelle des bassins pendant les interglaciaires (jusqu'à 4°C), provoquant une diminution généralisée de l'épaisseur de la zone de stabilité des hydrates (Fig. 1b ; Praeg et al. 2011).

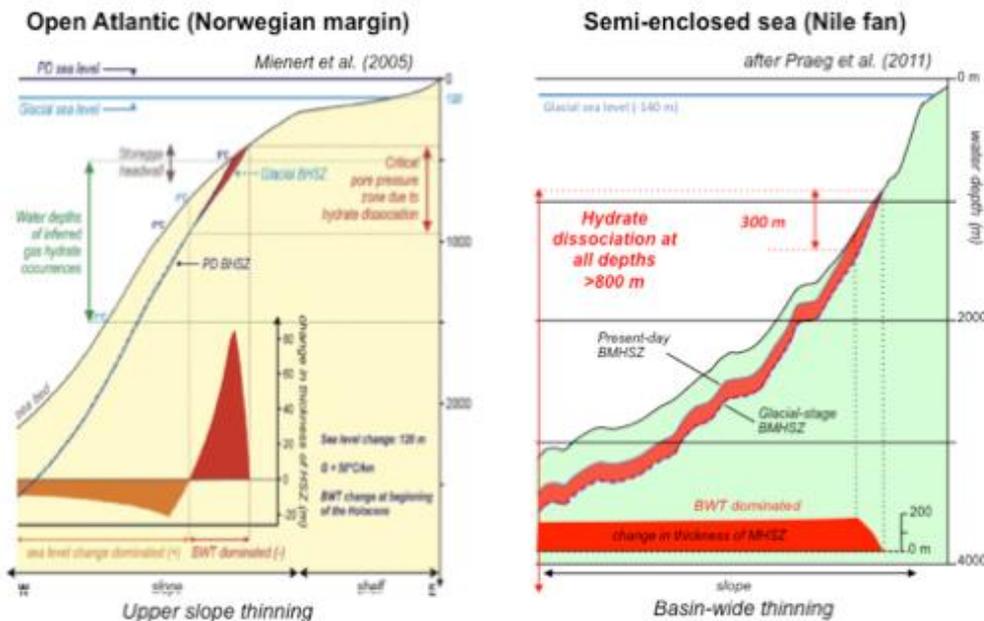


Figure 1 : Comparaison des changements de l'épaisseur et extension de la zone de stabilité des hydrates de gaz entre des conditions glaciaires et interglaciaires sur une marge atlantique ouverte (Norvège) et une marge méditerranéenne (Nil).

Il est important de noter que les changements de la zone de stabilité des hydrates en fonction des modifications des conditions de pression/température au cours des cycles glaciaires/interglaciaires n'ont jamais été quantifiés sur une marge continentale, afin de les comparer par exemple aux âges des MTDs. Pour cette raison, les hypothèses avancées par Maslin et al. (2004) pour le *deep-sea fan* de l'Amazonie restent à vérifier : une modification de la zone de stabilité des hydrates peut-elle vraiment générer la mise en place de MTDs ?

La relation entre les modifications de la pression interstitielle et la stabilité d'une pente continentale peut aussi être influencée par la nature/caractéristique des structures d'échappement de gaz au sein même de la zone de stabilité des hydrates. Les hydrates de gaz sont le plus souvent reconnus sur les marges continentales par la présence d'un BSR (*bottom-simulating reflections*) qui témoigne de l'existence d'un niveau riche en hydrates au-dessus d'un niveau riche en gaz libres, ce qui suggère que la zone de stabilité des hydrates constitue une barrière imperméable bloquant la remontée des gaz (Kvenvolden, 1998). Ceci a été confirmé par l'identification de structures de cheminées de gaz s'initiant directement dans la zone de stabilité des hydrates (GHSZ) (Wood et al. 2002 ; Haacke et al. 2009). Deux mécanismes peuvent alors expliquer la formation de ces cheminées (Fig. 2) : 1) soit elles enregistrent la remontée localisée de fluides profonds salés et tièdes qui déplacent la limite de stabilité vers le fond de mer, 2) soit elles se forment lorsqu'un fort flux de gaz permet à la fois l'expulsion rapide du sel contenu dans les eaux interstitielles et la formation d'hydrates (Liu and Flemings, 2007 ; Haacke et al. 2009). Cette seconde hypothèse est importante car elle implique pour la GHSZ que des changements de pression/température en fond de mer pourraient immédiatement provoquer le relargage de méthane dans les océans (Liu and Flemings, 2007 ; Haacke et al. 2009). De plus, une zone de stabilité des hydrates à la base de laquelle les pressions de fluides seraient régulées par des échappements de gaz pourrait ne pas conduire au déclenchement de glissements. Les hypothèses de formation des cheminées enracinées dans la zone de stabilité des hydrates posent donc des questions sur l'impact des variations climatiques en terme de relargage de gaz et stabilité/instabilité des pentes continentales.

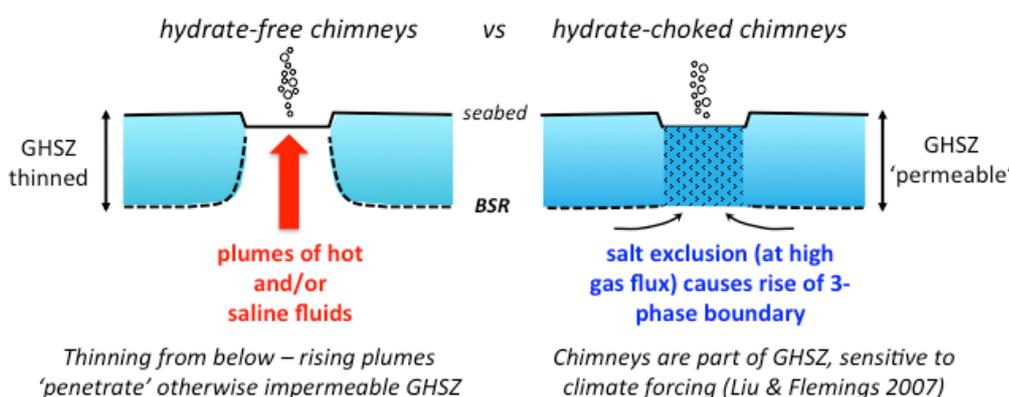


Figure 2 : Modèles de formation des cheminées associées à la zone de stabilité des hydrates de gaz (d'après Liu et Flemings (2007), Haacke et al. (2009))

Il reste donc des questions ouvertes concernant les liens entre l'instabilité sédimentaire des marges continentales, les changements de stabilité d'hydrates de gaz et les processus d'échappement de gaz pendant les cycles climatiques glaciaires-interglaciaires. Pour obtenir des réponses à ces questions, il faut pouvoir réunir au moins deux conditions : 1) travailler sur une marge caractérisée par de tels phénomènes et avec des structures d'émission actuellement actives, 2) avoir, en plus des données géophysiques permettant une étude indirecte, un accès direct aux sédiments par des carottes ou des sondes géothermiques ou géotechniques suffisamment longues pour caractériser le flux des fluides et de chaleur, et les processus associés dans les sédiments superficiels afin d'évaluer l'activité temporelle (continue ou discontinue) du relargage des fluides et sa récurrence.

La demande de campagne **SEAGAL** concerne la marge nilotique au large de l'Egypte là où le Nil, l'un des plus longs fleuves du monde, a construit l'un des plus grands *deep-sea fans*. La campagne SEAGAL se focalisera plus particulièrement sur la Province Centrale de la marge (Fig. 3). Depuis 1998, ce segment de la marge mésozoïque est l'objet d'une étude intégrée qui a permis de mettre en évidence son architecture, depuis sa structure profonde jusqu'à sa morphologie de sub-surface (Fig. 3). Ces résultats ont été obtenus grâce à un ensemble de données géophysiques et géologiques variées et complémentaires, incluant des données de sondeur multifaisceaux EM12 et EM300, de sismique multi-traces, de sismique rapide, de sondeur de sédiment 3,5 kHz, de carottages courts (inférieurs à 10 m) et longs (25-40 m) et d'observations et prélèvements *in situ* par le Nautille et le ROV Victor.

L'ensemble de ces données a notamment permis de mettre en évidence la présence d'un vaste champ de *pockmarks* et de plusieurs volcans de boue dans la Province Centrale de la marge Nilotique (Loncke et al., 2004; Dupré et al., 2008, 2010). Des études de détails réalisées sur plusieurs de ces structures ont révélé une activité actuelle marquée par la présence de bulles de méthane observées durant des plongées du Nautille (campagne Nautinil) s'échappant du sédiment et des panaches de gaz libre dans la colonne d'eau surplombant certaines de ces structures (campagnes Mimes et Apinil) (Bayon et al., 2009; Praeg et al., 2014; Dano et al. 2014). Le champ de *pockmarks* s'étend sur une superficie de 6250 km² (1550-2700 m de profondeur d'eau) et est souligné par des patches de forte réflectivité de 400 m de diamètre pouvant correspondre à des encroutements carbonatés (Bayon et al. 2009 ; Dupré et al. 2010). Les *pockmarks* se situent notamment au droit d'un BSR suggérant la présence d'hydrates de gaz (Praeg et al., 2008, 2017). De plus, la couverture sédimentaire aux alentours des *pockmarks* actifs présente différents degrés de déformation (Migeon et al., 2014) qui sont interprétés comme les indices d'un phénomène de fluage (*creeping*) à grande échelle qui pourraient être les prémices d'une ou plusieurs phases de glissements futurs. **La Province Centrale de la marge Nilotique est donc un laboratoire naturel exceptionnel pour une analyse fine de l'activité des sorties de fluides et de son impact sur la couverture sédimentaire.**

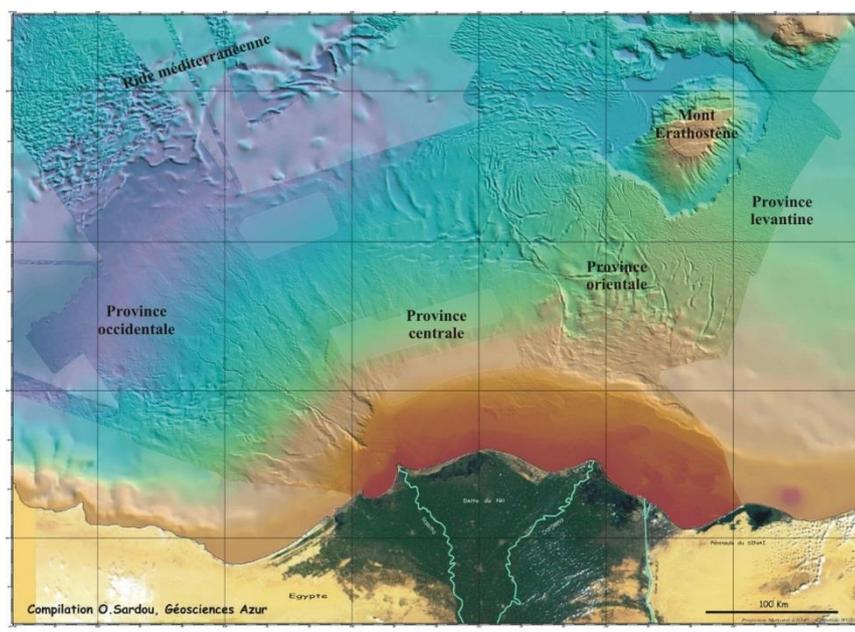


Figure 3 : carte bathymétrique ombrée illustrant les morphologies types et la localisation des principaux domaines structuro-sédimentaires du delta profond du Nil.

Dans ce contexte, la demande de campagne SEAGAL a trois principaux objectifs :

(1) **Comprendre le fonctionnement des sorties de fluides de type pockmark** dans la Province Centrale de la marge Nilotique et contraindre l'origine des fluides (profondeur, conduits). D'après nos travaux antérieurs, notamment ceux issus de la campagne APINIL, nous pensons que l'activité des *pockmarks* est liée à la présence d'hydrates de gaz dont la signature (un BSR) a été identifiée sur des profils sismiques, même si le rôle de la déshydratation progressive

de grands et épais dépôts de transport en masse (MTD) identifiés à différentes profondeurs d'enfouissement dans la colonne sédimentaire reste à comprendre. Les fluides relargués remonteraient vers le fond de mer en suivant des failles syn-sédimentaires soit issues ou activées par le tassement différentiel des MTDs, soit de failles d'origine plus profonde en traversant la zone de stabilité des hydrates de gaz. Nous souhaitons donc approfondir ces hypothèses afin de tester les modèles existants de dynamique des cheminées gazeuses s'enracinant dans la zone de stabilité des hydrates (Fig. 2) ou afin de proposer un modèle de fonctionnement alternatif pour ce type de structures.

(2) **Comprendre l'impact des circulations de fluides associées aux pockmarks sur la couverture sédimentaire superficielle et son fluage progressif.** D'après nos premières hypothèses issues des résultats de la campagne APINIL, la remontée des fluides issus de la déshydratation des dépôts de transport en masse génèrerait une surpression le long du contact séparant le toit des MTDs des dépôts hémipélagiques les recouvrant, permettant ainsi à la couverture sédimentaire de glisser lentement et de se déformer, alors que les fluides issus de zones réservoirs plus profondes entraîneraient la précipitation de carbonates le long de leurs conduits de circulation permettant alors une stabilisation de la couverture sédimentaire. Nous souhaitons tester ces hypothèses qui sont de première importance pour les travaux touchant à la stabilité/instabilité des pentes continentales, la prédiction du déclenchement de glissements sous-marins et de leurs possibles conséquences (pose de *pipes lines* en fond de mer et tsunami).

(3) **Tester l'hypothèse selon laquelle la dissociation des hydrates de gaz serait responsable des glissements géants (10-1000 km³) sur les marges continentales, en particulier de la série de MTDs identifiés à la limite entre les Provinces centrale et occidentale de la marge nilotique au cours des derniers 115 kys (Garziglia et al., 2007 ; Rouillard, 2010).** La marge nilotique est en effet l'une des zones les plus favorables au monde pour contraindre l'impact de la dissociation des hydrates de gaz sur le déclenchement de glissements, car la Méditerranée a connu des augmentations de la température des eaux de fond qui ont dû réduire le domaine de stabilité des hydrates de gaz à l'échelle de bassin, provoquant alors une augmentation des pressions interstitielles sur de grandes zones (Fig. 1). Nous souhaitons acquérir des données permettant de reconstruire des paléo-températures des eaux du fond au cours des derniers 115 ka pour modéliser les variations du domaine de stabilité des hydrates de gaz.

Pour atteindre ces objectifs, nous proposons de réaliser une **investigation pluridisciplinaire** (géophysique, géologique, géochimique, microbiologique, géothermique, géotechnique) haute résolution de zones ayant été identifiées à partir de l'interprétation des données antérieures, notamment celles collectées lors de la campagne APINIL dans la Province Centrale. Ces études spécifiques seront effectuées 1) par l'analyse de la colonne d'eau à partir d'un sondeur multifaisceaux afin de détecter des panaches de gaz libre dans la colonne d'eau et de cartographier les *pockmarks* actifs, 2) par l'acquisition de profils CPTU in situ dans les sédiments avec le Penfeld pour contraindre l'état de stabilité des dépôts de la pente continentale et analyser l'impact des circulations de fluides sur leur déstabilisation, et enfin 3) par le prélèvement dans des cibles identifiées de carottages longs de type Calypso permettant de réaliser des analyses géochimiques et microbiologiques pour contraindre la nature et la source des fluides, des analyses sédimentologiques et géotechniques pour contraindre les propriétés physiques des sédiments et leur état de stabilité/instabilité, des analyses paléo-climatiques pour contraindre l'évolution des températures des eaux de fond (voir les Documents suivants pour le détail de ces outils et leur utilisation). Des données de bathymétrie/réfectivité et de Chirp seront également acquises afin de compléter la couverture disponible ou de les comparer aux données existantes et identifier des changements potentiels qui se seraient produits depuis les dernières campagnes sur la zone.

2. Avancement du projet, Bilan des connaissances sur la zone d'étude

Notre compréhension et connaissance de la marge nilotique et du *deep-sea fan* du Nil ont considérablement augmenté au cours des 15 dernières années grâce aux campagnes initiées par le laboratoire Géoazur et ses partenaires. Environ 90% de la superficie du delta profond du Nil bénéficient d'une couverture par sondeur multifaisceaux (données de bathymétrie et d'imagerie acoustique). Les données de 8 campagnes successives sont disponibles sur cette marge : Prised II (1998, bathymétrie multifaisceaux, sismique rapide), Fanil (2000, bathymétrie multifaisceaux, sismique HR, carottages), Medisis (2002, sismique multitraces), Nautinil (2003, bathymétrie multifaisceaux, 3.5 kHz, carottages, plongées Nautile), Vanil (2004, carottages Calypso), Mimes (2004, sonar latéral, carottages), Bionil (2006, microbathymétrie AUV, carottages), Medeco2 (2007, plongées ROV, 3.5 kHz, carottages), Apinil (2011, bathymétrie multifaisceaux, Chirp, sonar latéral SAR, carottages). L'interprétation des données géophysiques et sédimentologiques a été très poussée au cours des six dernières années grâce au financement du GDR Marges puis de l'Action Marges, et dans le cadre de **cinq thèses** (L. Loncke, 2003 ; E. Ducassou 2006 ; Caméra, 2006 ; S. Garziglia, 2010 ; P. Rouillard, 2010) et de **contrats post-doctoraux** (C. Huguen, 2005 ; S. Dupré, 2005-2007 ; E. Ducassou, 2007, C. Joanne, 2008-2009). L'ensemble des données et résultats a donné lieu depuis 2006 à plus d'une **quarantaine de publications** (Masclé, 2014) ainsi qu'à l'élaboration d'un **SIG** Géoazur. Ces travaux ont permis des

avancées spectaculaires dans la compréhension du système sédimentaire du Nil, mais ont également soulevé de nouvelles interrogations qui motivent cette demande de campagne.

2.1. La marge nilotique : morphologie, contextes climatique et sédimentaire

L'analyse des données de bathymétrie et d'imagerie acoustique a révélé quatre principaux domaines structuro-sédimentaires (Fig. 3 ; Mascle et al., 2006) : 1) une **province occidentale** caractérisée par la présence de nombreux systèmes chenaux-levées turbiditiques et zones d'épandages distales, de larges cicatrices d'arrachement et de masses glissées, et de failles de croissance issues d'une tectonique salifère active et de nombreuses structures d'échappement de fluides, 2) une **province centrale** surtout affectée par une déformation active de la couverture sédimentaire récente et des remontées de fluides plus discrètes (*pockmarks*). De grandes failles de croissance sont présentes dans la partie distale de la pente, 3) une **province orientale** où de nombreux systèmes chenaux-levées ont été repris et découpés par de grandes failles normales et décrochantes, résultant des effets conjugués d'une tectonique salifère puissante et d'une tectonique profonde (Mascle et al., 2006). Ces chenaux sont maintenant isolés au sein de vastes grabens (Fig. 3), 4) une **province levantine** caractérisée par une tectonique salifère plus discrète se manifestant par un ensemble de plis superficiels liés au fluage de la couche de sel messinien qui entraîne la couverture sédimentaire sus-jacente.

Le Nil est l'un des fleuves les plus longs du monde (6825 km ; Said, 1993). Son cours traverse l'Afrique équatoriale (Nil Blanc), la zone tropicale (Nil Bleu et rivière Atbara) puis le domaine aride (Nil principal) pour arriver en Méditerranée Orientale par l'intermédiaire d'un grand delta. Ce système fluvial est fortement influencé par la **mousson africaine d'été** au cours de laquelle 80% du débit annuel est délivré au cours de fortes crues (Said, 1993). Le Nil a un débit liquide faible par rapport à l'étendue de son bassin versant (2,870,000 km²), essentiellement dû aux forts taux d'évaporation ; il pourvoit actuellement la Méditerranée orientale de 84.10⁶ m³ d'eau et 57.10⁶ tonnes de sédiment par an (Said, 1993). Cependant, respectivement 70% et 96% de ce matériel sont délivrés au cours des 4 mois de mousson d'été (Hassan, 1981 ; Said, 1993). Le régime du Nil a changé au cours du temps sous l'impact de deux causes majeures : l'activité tectonique des hautes terres éthiopiennes et du massif nubien (connexion des distributaires) et la **variabilité climatique quaternaire** (mousson africaine - position de l'ITCZ) caractérisée par une alternance de périodes humides et sèches (Gasse, 2000). Ainsi, les **périodes arides** sont caractérisées par la **production de grandes quantités de particules**, essentiellement grossières, mais **leur transfert n'est pas favorisé vers le domaine marin** du fait de la faible compétence du fleuve (Holocène terminal, stade isotopique marin (MIS) 2, MIS4, MIS5d et MIS6). Par contre, les **périodes pluviales** produisent des **quantités plus réduites de particules** (couvert végétal stabilisant les sols), essentiellement fines, mais **favorisent leur transfert vers le bassin profond** du fait des forts débits du fleuve (Phase Humide Nabtienne, 12,5-6 ka et Pluvial Saharien, 127-70 ka).

2.2 Les sorties de fluides de la Province Centrale de la marge Nilotique

Les sorties de fluides de la Province Centrale de la marge ont été identifiées lors des campagnes PrisedmedII (1998) et Fanil (2000) (Loncke et al., 2004) puis ont fait l'objet d'acquisitions spécifiques. Parmi les principaux résultats obtenus sur les *pockmarks* avant la campagne APINIL (2011), Bayon et al. (2009) proposent que la forte réflectivité des *pockmarks* soit liée à la présence d'encroutements carbonatés et qu'une déformation de la couverture sédimentaire ait créé des conduits permettant la circulation de fluides enrichis en méthane jusque sur le fond marin. Dupré et al. (2010) proposent ensuite que le blocage de la remontée des fluides par la croissance des encroutements carbonatés entraîne un mécanisme de migration latéral de la zone d'expulsion des fluides et la formation d'encroutements de plus en plus larges. Römer et al. (2014) démontrent sur une petite zone (225 km²) que les *pockmarks* sont des formes positives dont seule une partie (8%) émet actuellement du gaz libre. Parallèlement, la mise en commun de profils sismiques de l'OGS-Trieste et de Géoazur a permis la reconnaissance d'un BSR faible et discontinue dans la partie ouest de la Province Centrale (Praeg et al., 2008, 2017), témoin de la présence d'hydrates de gaz. Les résultats exposés ci-dessous résultent de la campagne APINIL (2011) qui a permis l'acquisition de données de bathymétrie/réflectivité, d'enregistrement de la colonne d'eau, de Chirp et de sonar latéral amenant à la réalisation d'une étude « pilote » de la relation entre hydrates de gaz, structures d'expulsion de fluides et stabilité de la couverture sédimentaire dans la partie ouest de la Province Centrale.

Cartographie des zones de sorties de fluides

Cette cartographie est essentiellement basée sur l'interprétation des données de réflectivité. Pour cela, nous avons combiné les données issues des campagnes prisedmedII, Fanil et APINIL. Sur ces données, les sorties de fluides sont mises en évidence par des tâches de plus forte réflectivité (teinte noire ; Fig. 4) car elles sont communément associées à la présence d'encroutements carbonatés. Elles sont dispersées sur l'ensemble de la pente continentale, entre 1500 et 2700 m de profondeur d'eau (limites des données), mais sont surtout localisées dans la partie ouest de la zone d'étude, au droit et autour d'un grand glissement (Fig. 5). Elles sont de forme sub-circulaire ou allongée (Fig. 4).

La réflectivité associée aux *pockmarks* n'est pas constante mais correspond à des teintes sombres (plus forte réflectivité) jusqu'à des teintes grises (plus faible réflectivité). Afin d'expliquer ces variations de la teinte de

réflectivité, une interprétation géoacoustique a été réalisée à partir du développement d'une méthode de segmentation basée sur la définition de modes correspondant à des populations de valeurs de réflectivité les plus statistiquement représentées à l'échelle des images de réflectivité. Le résultat de cette segmentation est illustré sur une petite zone de l'image totale de réflectivité (Fig. 6). Trois modes principaux ont été discriminés : ils caractérisent les patches les plus réfléchissants mais avec des nuances. Ces patches qui apparaissent homogènes à l'œil nu sont plus complexes : seule leur zone centrale présente les plus fortes réflectivités, leur périphérie étant associée à des réflectivités plus faibles.

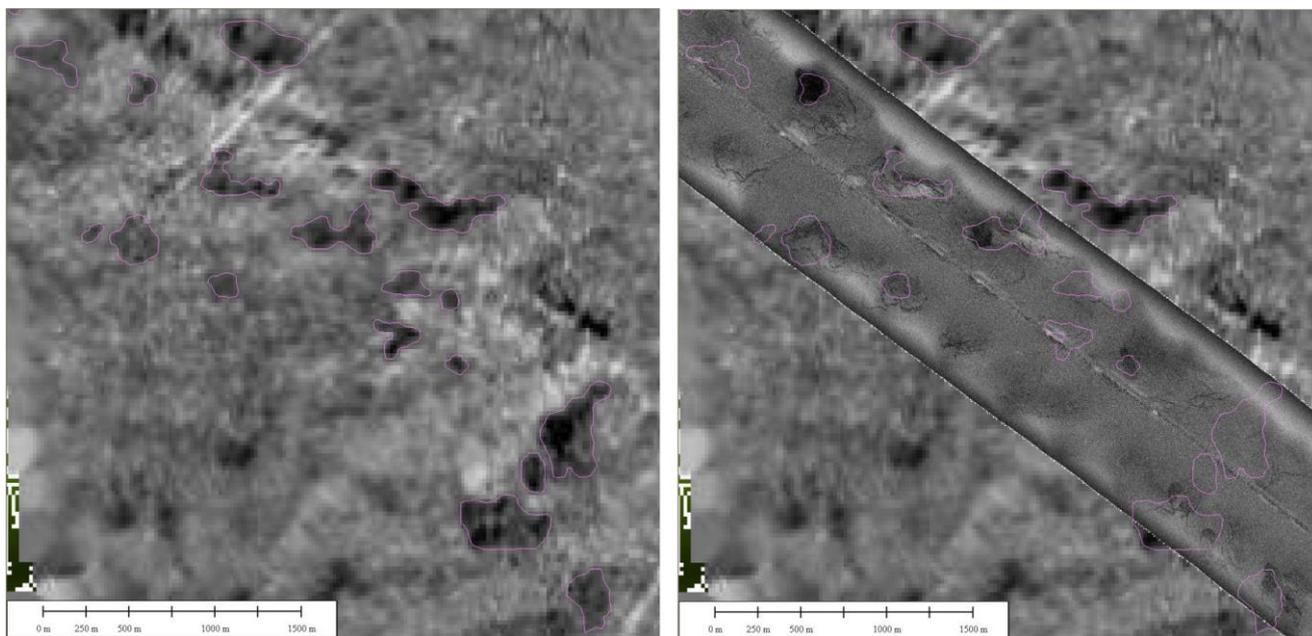


Figure 4 : Tâches de forte réflectivité observées sur l'imagerie acoustique EM302 (gauche) et sur l'imagerie du SAR (droite).

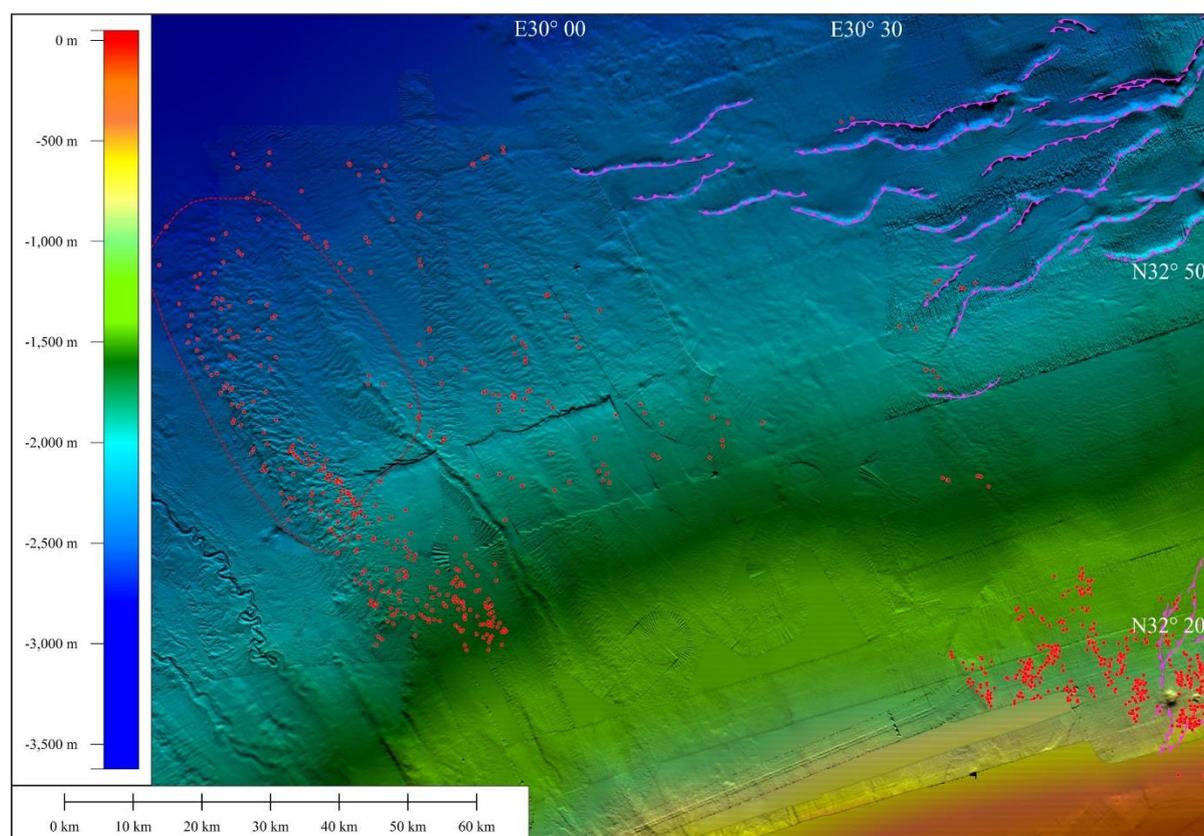


Figure 5 : Carte bathymétrique de la Province Centrale de la marge nilotique illustrant la répartition des pockmarks (points rouges). Les lignes roses à barbules soulignent les escarpements de failles. La ligne pointillée rouge matérialise un MTD enfoui.

La comparaison de la signature des *pockmarks* provenant de l'image acoustique EM302 avec celle des images de sonar latéral (SAR) plus haute résolution (Fig. 4) illustre que les tâches de forte réflectivité ne présentent pas les mêmes extensions et les mêmes intensités de rétrodiffusion (Fig. 4). Le signal acoustique du SAR ne pénétrant pas ou très peu dans le sédiment, l'imagerie reflète les zones d'émission actives ou ayant été actives récemment. Les patches de plus forte réflectivité correspondent à des encroutements carbonatés pas ou peu (quelques centimètres) recouverts de sédiments hémipélagiques alors que les zones de faible réflectivité correspondent à des encroutements enfouis au minimum sous plusieurs dizaines de cm de sédiment. La différence d'extension entre l'imagerie du SAR et celle de l'EM302 correspond au fait que les encroutements sont en partie recouverts par des sédiments hémipélagiques et sont devenus invisibles pour le SAR. L'image acoustique générale ayant été obtenus avec des sondeurs multifaisceaux « coque » de plus basse fréquence que le SAR, les encroutements mis en évidence peuvent être enfouis jusqu'à des profondeurs de 4-5 m.

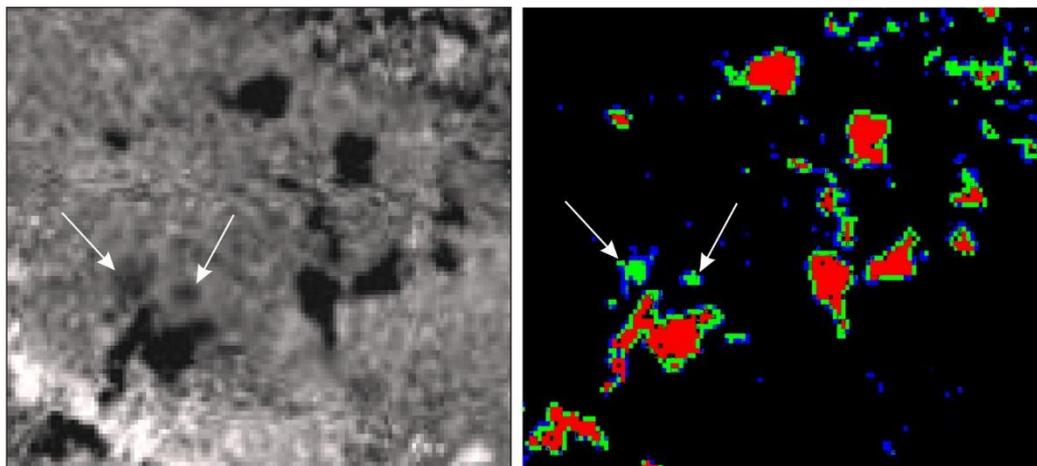


Figure 6 : Image de réflectivité (EM302) illustrant la présence de patches de forte réflectivité (gauche) et image illustrant le résultat de la segmentation (droite).

Les *pockmarks* de plus forte réflectivité correspondent donc à des structures actives, et les *pockmarks* de plus faible réflectivité correspondent à des structures inactives en cours d'enfouissement par la sédimentation de la pente continentale. Le résultat de la segmentation suggère une très forte densité de *pockmarks* « actifs » dans la partie ouest de la Province centrale.

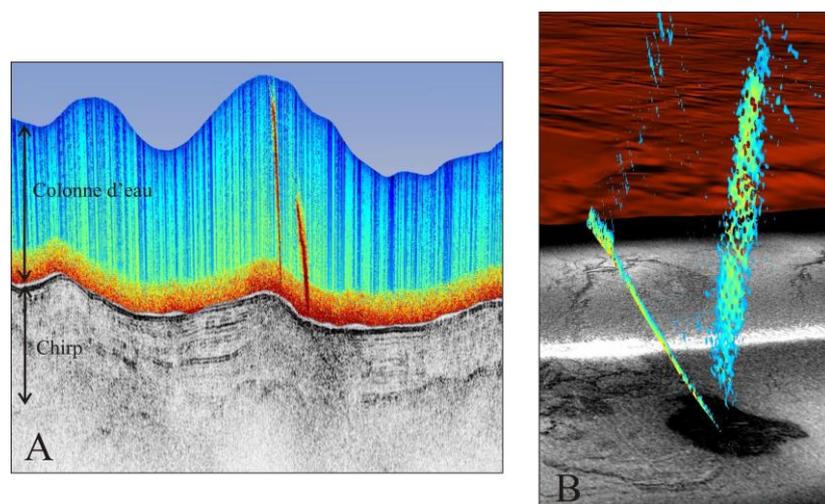


Figure 7 : Anomalies acoustiques correspondant à des panaches de méthane et identifiées dans la colonne d'eau à partir des données du SAR (A) et de l'EM302 (B). (D'après Dano et al. (2014) et Praeg et al. (2014).

Identification de panaches de gaz dans la colonne d'eau

Afin de savoir si les zones les plus réfléchives identifiées sur les données du SAR représentaient des zones d'émission toujours actives, les données de la colonne d'eau enregistrées avec le SAR et avec l'EM302 (campagne APINIL) ont été analysées. Des anomalies acoustiques ont été observées dans la colonne d'eau au-dessus de certains des encroutements identifiés (Fig. 7) (Praeg et al., 2014). Elles correspondent à des panaches de gaz libre, illustrant l'émission de méthane dans la colonne d'eau. Sur les données de la colonne d'eau du SAR, la hauteur des panaches est limitée par l'élévation à laquelle le SAR était tracté au-dessus du fond, soit 80 m. Sur les données de la colonne d'eau EM302, ces panaches peuvent atteindre 580 à 600 m de haut.

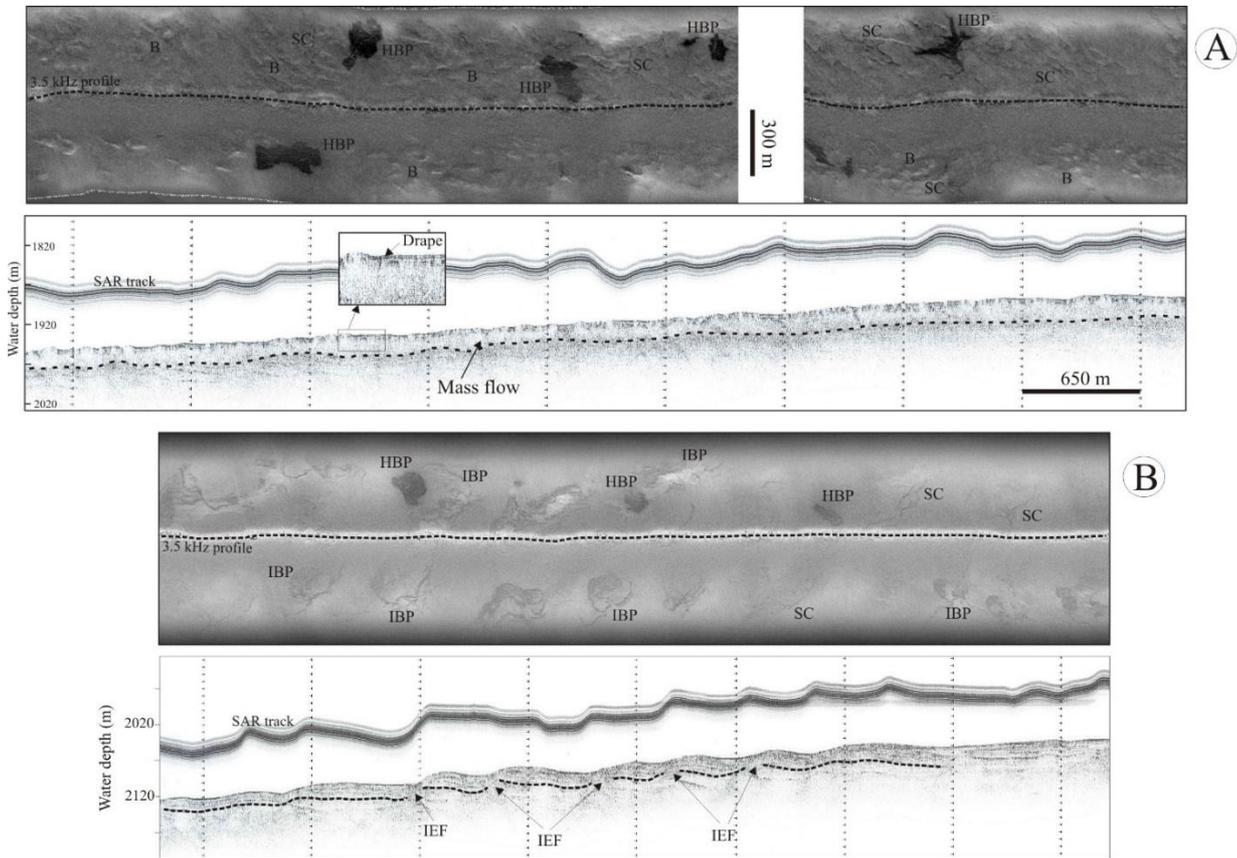


Figure 8 : images de sonar latéral et profils Chirp illustrant la présence de sorties de fluides associées à un mass flow superficiel (A) et à des déformations de la couverture sédimentaire (B). (D'après Migeon et al., 2014).

2.3. Interaction entre les sorties de fluides et la déformation de la couverture sédimentaire

Dans la partie ouest de la Province Centrale de la marge, les *pockmarks* et leurs encroutements carbonatés sont associés soit à la présence de *mass flows* superficiels (Fig. 8A) ou de MTDs enfouis (Fig. 9), soit à des alternances de dépôts hémipélagiques et turbiditiques déformés et affectés par des failles s'enracinant ou traversant des *mass flows* enfouis (Fig. 8B) (Dano et al., 2014). Leur forme en fond de la mer est contrôlée par l'extension et la géométrie de la faille ou du réseau de failles superficiel. La présence de carbonates associés à ces zones d'expulsion ne peut pas traduire un simple mécanisme de déshydratation des *mass flows* par compaction. Des fluides doivent donc nécessairement remonter depuis des zones réservoir plus profondes, pouvant correspondre sur cette marge à des hydrates de gaz dont la signature a été identifiée sur les données géophysiques (Fig. 10) (Praeg et al., 2008).

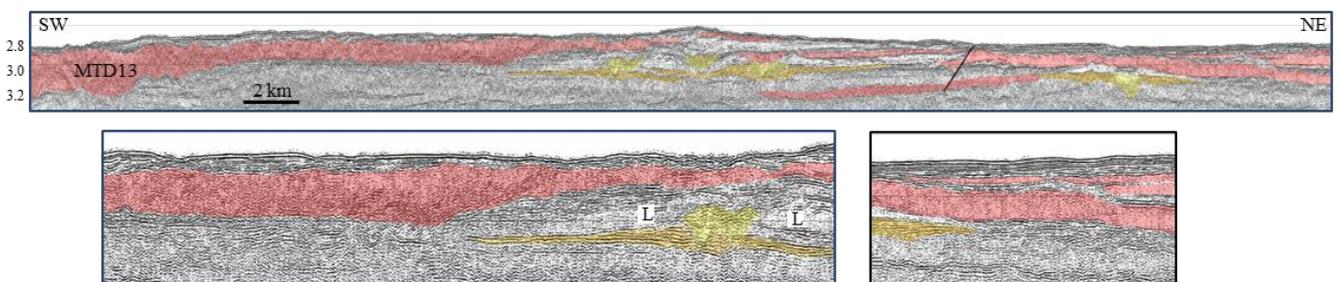


Figure 9 : Profil sismique illustrant la présence de MTDs (rouge) ainsi que de systèmes chenaux-levées (jaune-orange). L = levées. (D'après Migeon et al., 2014).

L'intégration de l'ensemble des données disponibles a permis de proposer un modèle conceptuel d'interaction fluide/sédiment expliquant à grande échelle la déformation des dépôts de la pente continentale (Fig. 9) (Migeon et al., 2014). Après la mise en place d'un MTD et le dépôt d'une couverture hémipélagique/turbiditique, des fluides liés à la déshydratation du dépôt de transport en masse provoque la création d'un niveau de décollement au toit du MTD et la déformation progressive par fluage de la couverture sédimentaire. Cette déformation est accentuée localement par des phénomènes de compaction différentielle du MTD et l'apparition de fractures syn-sédimentaires entraînant

une rotation progressive des sédiments (Dano et al., 2014). En profondeur, l'activité continue des failles salifères affecte progressivement le MTD et permet la remontée de fluides plus profonds. Les expulsions de fluides localisées engendrent des précipitations d'encroutements carbonatés. Ces précipitations croissent verticalement de façon plus ou moins continue et s'opèrent aussi à l'intérieur même des conduits ce qui tend à augmenter la cohésion des dépôts et à stabiliser le fluage de la couverture sédimentaire. Dans les zones où de petits chenaux superficiels existent sur la pente continentale, les apports particuliers provoquent alors la construction de *sediment waves* au toit des dépôts initialement déformés par fluage.

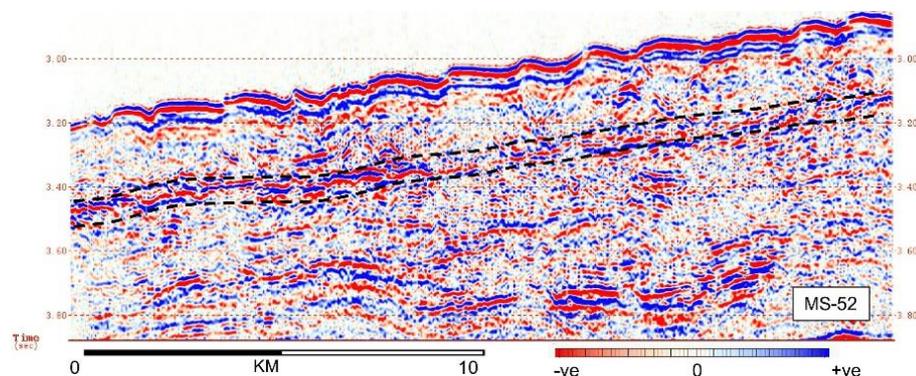


Figure 10 : Profil sismique MS-52 (OGS-Trieste) illustrant la position du BSR (bottom-simulating reflector de polarité négative) dans la partie ouest de la Province Centrale (d'après Praeg et al., 2008).

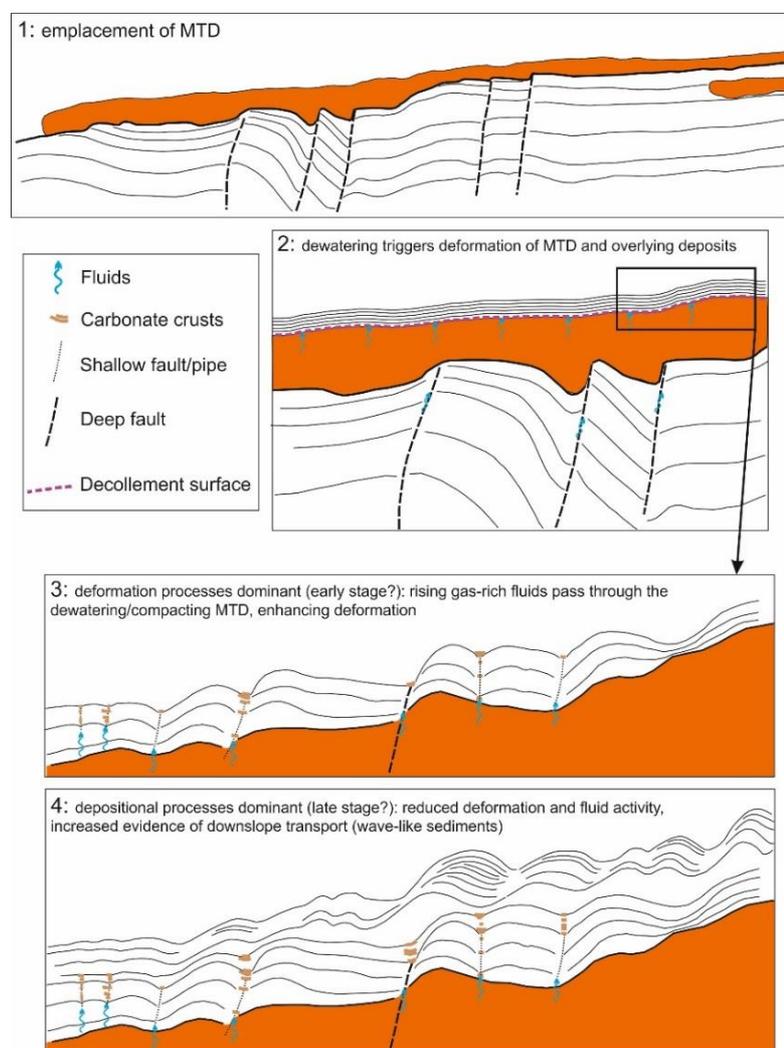


Figure 11 : schéma de synthèse expliquant la déformation de la couverture sédimentaire au toit d'un dépôt de transport en masse suite à des expulsions de fluides (d'après Migeon et al., 2014).

3. Programmes de rattachement et collaborations

Les campagnes réalisées sur la marge nilotique depuis 1998 ont tout d'abord été rattachées au programme Nil du GDR Marges, puis effectuées (pour les aspects fluides) dans le cadre de l'Eurocore ESF Euromargins (projet

Mediflux) et du programme européen HERMES (voir Mascle, 2014). Actuellement, la campagne **SEAGAL** rentre dans les thématiques du programme « *Action Marges* » de l'INSU, notamment du thème « Fluides-MO-MM » (coordinateurs Aurélien Gay et Sébastien Migeon). Cette demande de campagne s'inscrit également dans le cadre du Groupement Recherche-Industrie **GRI Méditerranée** (partenariat UPMC-TOTAL) dont l'un des thèmes concerne l'analyse des sorties de fluides à l'échelle de la Méditerranée Orientale (coordinateurs Elia d'Acromont et Sébastien Migeon).

Au niveau européen, la demande de campagne s'inscrit dans le cadre du **projet SEAGAS** (2016-2019, H2020-MSCA-IF-2014-656821), financé par une Action Marie Skłodowska-Curie comme Global Fellowship pour Daniel Praeg et une collaboration entre Géoazur UMR7329 (France) et l'*Institute of Petroleum and Natural Ressources* de PUCRS (Brésil). Le projet SEAGAS (*Multi-disciplinary Comparison of Fluid Venting from Gas Hydrate Systems on the Mediterranean and Brazilian Continental Margins over Glacial-Interglacial Timescales*) vise à comparer l'activité des sorties de fluides des systèmes à hydrates entre les marges Nilotique et Brésilienne. Basé sur le retour d'expérience de la campagne APINIL (2011) qui impliquait Géoazur et PUCRS (Dano et al., 2014 ; Migeon et al., 2014 ; Praeg et al., 2014), SEAGAL a aussi pour but de renforcer la collaboration scientifique entre les laboratoires avec des compétences complémentaires en géologie/géophysique (Géoazur) et géochimie (PUCRS) et ainsi de promouvoir des futurs projets de recherche franco-brésiliens.

Conçue par Géoazur, la demande **SEAGAL** implique des collaborations internationales regroupant : **(1)** en France, plusieurs laboratoires du CNRS/INSU (UMR Géoazur, ISTEP de l'Université Pierre et Marie Curie, EPOC/Université Bordeaux1), et potentiellement le département Géosciences Marines de l'Ifremer de Brest, **(2)** au Brésil, l'IPR de la PUCRS, **(3)** en Italie, l'OGS-Trieste, **(4)** en Allemagne, Jacobs University de Brême et **(5)** en Egypte, l'Université d'Alexandrie.

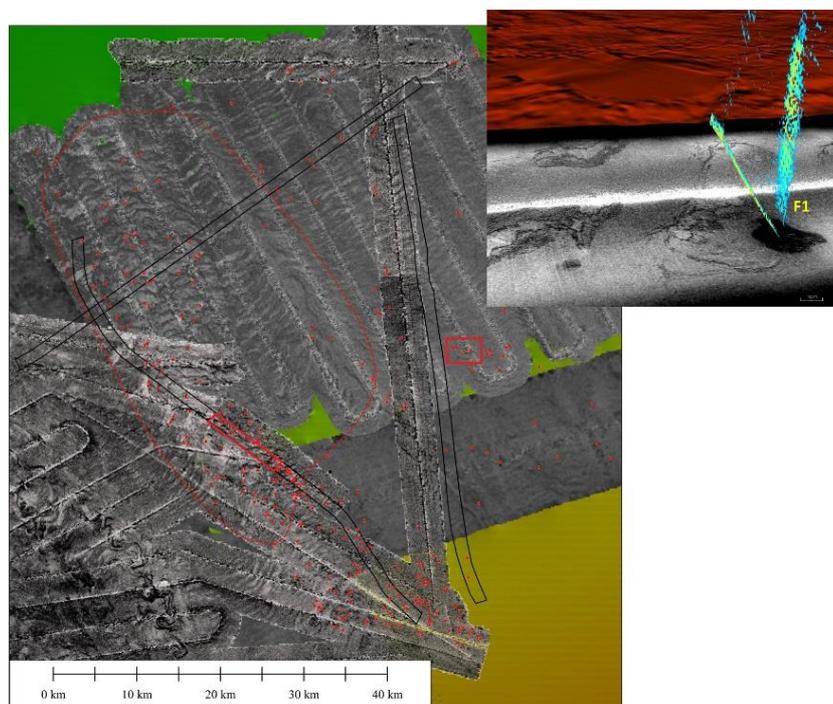


Figure 12 : compilation des réflectivités des campagnes PrisedimII, Fanil et APINIL collectées dans la partie ouest de la Province Centrale. Les rectangles noirs donnent la position des données SAR collectées pendant APINIL. Les points rouges sont les pockmarks identifiés. Les rectangles rouges sont les deux zones dans lesquelles la colonne d'eau a été enregistrée et des panaches de gaz libre ont été identifiés. La ligne pointillée rouge délimite le contour d'un MTD enfoui à quelques dizaines de millisecondes sous le fond marin. L'encart illustre la présence d'un panache de gaz localisé au-dessus d'une tâche de forte réflectivité.

4. Résultats escomptés

Sur la base des résultats précédemment obtenus, la demande de campagne SEAGAL a trois objectifs principaux :

- 1) **Comprendre le fonctionnement des pockmarks de la Province Centrale.** Il s'agira de contraindre l'activité des pockmarks en relation avec les systèmes de circulation de fluides superficiels à deux échelles : 1) à l'échelle de toute la Province Centrale pour déterminer la variabilité spatiale des émissions actives de fluides grâce à la première acquisition intégrée de la bathymétrie et de la colonne d'eau (les acquisitions précédentes ayant été réalisées sur de petites zones) ; 2) à l'échelle de cibles sélectionnées afin de mettre en œuvre une **investigation pluri-disciplinaire** (géophysique, géologique, géochimique, biologique, thermique, géotechnique) pour identifier les fluides à l'origine de leur formation, quantifier leur flux, caractériser les zones sources en profondeur et les conduits d'expulsion dans la colonne sédimentaire. Ceci permettra de tester les modèles existants de fonctionnement des conduits issus de la zone de stabilité des hydrates de gaz et de proposer éventuellement un modèle alternatif, applicable à d'autres zones géographiques.

- 2) **Comprendre l'interaction fluides-sédiment et les processus de déformation de la couverture sédimentaire.** Il s'agira de développer et d'approfondir le modèle de déformation de la couverture sédimentaire proposé par Migeon et al. (2014) en s'appuyant sur une analyse in situ du comportement rhéologique des matériaux dans les zones affectées par les fluides et la déformation et dans les zones non affectées. Ceci permettra de quantifier l'état de stabilité de la pente continentale et de mieux contraindre l'interaction fluides-sédiments sur le déclenchement des instabilités sédimentaires.

- 3) **Tester la relation entre la dissociation des hydrates de gaz et le déclenchement de MTDs géants.** Cette relation a déjà été proposée dans le système de l'Amazone (Maslin et al., 2005) et la marge nilotique apparaît comme une zone de test unique du fait de l'identification d'un BSR et de MTDs géants, des variations de la température des eaux de fond au cours des cycles glaciaires-interglaciaires, des forts apports sédimentaires permettant de recharger la pente continentale après chaque épisode de déclenchement d'un MTD. Pour cela, il est nécessaire de pouvoir estimer les variations de la température des eaux de fond à partir d'une analyse paléo-climatique pour alimenter les modèles de stabilité des hydrates de gaz.

4.1. Analyse des *pockmarks* de la Province Centrale de la marge Nilotique

Objectif 1 : Caractérisation de l'activité actuelle des *pockmarks*

L'analyse de la colonne d'eau par sondeur multifaisceaux s'est révélée être une approche très efficace pour identifier des panaches de gaz libre et donc mettre en évidence l'activité actuelle des *pockmarks* de la Province Centrale (Dano et al., 2014; Praeg et al., 2014; Römer et al., 2014). Au cours de la campagne APINIL (2011), cette approche a été utilisée seulement le long d'un cours transect qui a permis d'imager la colonne d'eau à la fois avec le sondeur coque EM302 du NO Le Suroit et le sonar latéral du SAR (Fig. 12) et de comparer ainsi la réponse de ces deux instruments fonctionnant avec des fréquences acoustiques différentes. Cette approche a permis d'identifier les 4 mêmes panaches de gaz associés à des tâches très marquées de forte réflectivité (Fig. 12).

Au cours de SEAGAL, nous souhaitons mettre en œuvre la même approche mais sur l'ensemble du champ de *pockmarks* cartographiés dans la partie ouest de la province Centrale (Figs 5 et 12), ceux de la partie orientale étant dans les eaux économiques égyptiennes. Cela devrait permettre la réalisation d'une cartographie complète des *pockmarks* actifs et de confirmer ou de nuancer notre interprétation des tâches de forte réflectivité. Cela permettra également de faire une première comparaison entre la localisation des *pockmarks* actifs et la présence de corps connus enfouis comme des MTDs et des chenaux (Fig. 12) et émettre les premières hypothèses quant à la source des fluides (déshydratation de MTDs/chenaux vs fluides profonds).

Objectif 2 : Caractérisation de l'activité temporelle court terme (analyse 4D)

Au cours de la campagne M111-112 (2014) réalisée sur l'Arc Calabrais par des collègues allemands (G. Borhmann), l'enregistrement de la colonne d'eau effectué chaque jour sur les mêmes structures a permis de mettre en évidence des variations notables dans la hauteur des panaches de gaz libre et donc d'identifier une variation très court terme du degré d'activité des sorties de fluides. Des variations d'activité court terme ont été également observées en Mer Noire (Greinert et al., 2006). Au cours de SEAGAL, nous repasserons sur les deux zones dans lesquelles des panaches ont été identifiées (Fig. 11) afin d'évaluer le changement d'activité de ces *pockmarks* depuis 2009 (Römer et al., 2014) et 2011 (Praeg et al., 2014). Nous souhaitons également repasser en fin de campagne sur quelques zones investiguées en début de campagne (notamment sur les panaches de gaz les mieux développés qui seront reconnus) pour identifier si des variations très court terme auraient pu se produire et donc proposer une approche 4D de la caractérisation de l'activité temporelle de *pockmarks*.

Objectif 3 : Caractérisation pluri-disciplinaire des fluides impliqués dans la formation des *pockmarks*

Les investigations déjà effectuées sur les *pockmarks* de la Province Centrale ont montré que ces structures correspondaient à des encroutements carbonatés formés par des émissions de fluides riches en méthane provenant de grands MTDs ou de niveaux plus profonds (Bayon et al., 2009; Dupré et al., 2010; Praeg et al., 2014; Römer et al., 2014). Parallèlement, l'existence d'un BSR traduisant la présence d'hydrates de gaz a été démontrée à partir de profils sismiques dans la Province Centrale (Praeg et al., 2008), au sein de zone de stabilité de plus de 250 m d'épaisseur. Ainsi, des questions concernant les *pockmarks* enracinés dans les MTDs de plus de 100 m d'épaisseur sont aussi importantes pour comprendre les mécanismes par lesquels les fluides contenant du gaz libre peuvent migrer à travers la zone de stabilité des hydrates. Un objectif clé de la campagne SEAGAL sera de caractériser l'origine et le fonctionnement des systèmes de circulation de fluides existant dans et autour des *pockmarks* et de comprendre leur relation avec les niveaux à hydrate de gaz. Dans les dix premiers mètres sous le fond marin, le flux de fluides enrichis en méthane est associé à de forts gradients latéraux en terme de composition, activité microbiologique ou

températures de subsurface. Des études antérieures ont montré que l'utilisation de carottes longues de type Calypso permettait de caractériser les gradients géochimiques et géothermiques au sein de structures d'échappement de fluides associés à des hydrates de gaz (Paull et al., 2005).

Au cours de la campagne SEAGAL, nous proposons de prélever de longues carottes dans et autour de *pockmarks* afin de caractériser le flux de fluides riches en méthane et le flux de chaleur. En particulier, nous mesurerons les indicateurs géochimiques de la nature et du flux des fluides, tels que la profondeur de transition sulfate-méthane (SMT), les gradients verticaux dans la composition des fluides interstitiels (salinité, Cl⁻, SO₄²⁻, CH₄, carbone organique dissous), l'origine des hydrocarbures (thermogénique vs biogénique) et des autres fluides (eau, CO₂, etc). Par l'utilisation de thermistances sur le carottier, nous mesurerons également le flux de chaleur associé aux circulations de fluides. Ceci facilitera la première étude géochimique et géothermale intégrée faite à partir de carottes longues sur la marge du Nil afin de comprendre les interactions entre les sorties de fluides, les glissements et la stabilité des hydrates de gaz. Il s'agira aussi de tester les modèles proposés sur le fonctionnement des structures d'échappement de fluides associées aux hydrates de gaz (Liu et Flemings, 2007).

Enfin, au cours de SEAGAL, nous espérons pouvoir obtenir des échantillons d'hydrates de gaz formés à une dizaine de mètres de profondeur au sein de *pockmarks* actifs. En Méditerranée orientale, les hydrates de gaz sont en principe stables à partir de 1100 m de profondeur (Praeg et al., 2008), mais n'ont été échantillonnés jusqu'à présent que dans des volcans de boue des Monts Anaximander (Woodside et al., 1998). La campagne SEAGAL permettrait d'obtenir pour la première fois des échantillons d'hydrates de gaz et ainsi de confirmer ainsi l'existence en profondeur d'un important système à hydrates.

4.2. Interaction fluides-sédiment, déformation de la couverture sédimentaire et déclenchement de MTDs

Dans le delta sous-marin du Nil, les sorties de fluides de tout type apparaissent comme un facteur déclenchant potentiel primordial des instabilités gravitaires, que ce soit les MTDs (Province Occidentale du delta profond) (Garziglia et al., 2008) associés sur leur pourtour à la présence de volcans de boue et de cheminées gazeuses ayant présentées ou présentant toujours une forte activité (Dupré et al., 2007) ou les glissements lents (Province Centrale, décrits ci-dessus) associés à de nombreux suintements froids riches en méthane et probablement de fortes surpressions de fluides le long de leur semelle (Migeon et al., 2014). Grâce à l'utilisation d'un modèle thermostatique 1D (Sultan et al., 2004), S. Garziglia (thèse, 2011) a montré que, lors du déclenchement de grands MTDs, les variations eustatiques pouvaient avoir provoqué la dissociation d'hydrates de gaz et donc de fortes remontées de méthane à travers la colonne sédimentaire. Il est donc nécessaire de comprendre les relations existant entre les zones de sorties de fluides et les zones de glissement.

Objectif 1 : Comprendre la déformation/fluage de la couverture sédimentaire superficielle

Il est connu que les circulations de fluides comme l'eau provoquent une diminution progressive de la cohésion de leur encaissant sédimentaire, donc une dégradation des propriétés physiques des sédiments au cours du temps jusqu'à ce que cette dégradation atteigne un seuil au-delà duquel un plan de rupture s'initie et se propage au sein de la couverture sédimentaire. A partir des observations effectuées sur l'imagerie du SAR et les profils Chirp collectés pendant APINIL, nous avons fait l'hypothèse que des fluides profonds, provenant par exemple de la dissociation des hydrates de gaz, pouvaient être à l'origine de la précipitation de carbonates le long de leurs conduits de circulation. Ce phénomène tendrait alors à augmenter la cohésion des dépôts environnants et à stabiliser le fluage de la couverture sédimentaire (Migeon et al., 2014). Cette hypothèse est importante pour la compréhension de la stabilité des pentes car elle suggère que, dans une première phase, les circulations de fluides participeraient à la déstabilisation de la couverture sédimentaire puis que, au cours du temps, elles auraient une action opposée en participant à une consolidation locale de cette couverture.

Pour pouvoir valider une telle hypothèse, il est primordial de pouvoir caractériser les propriétés physiques des sédiments associés aux zones de circulations de fluides afin de déterminer dans quelle mesure la cohésion des dépôts est dégradée ou au contraire renforcée. Ces propriétés physiques seront déterminées à partir de mesures in situ (profils CPTU) obtenus grâce à l'utilisation du Penfeld et de mesures en laboratoire (essais scissométriques et tests triaxiaux) effectuées à haute résolution le long des carottes. Pour cela, nous souhaitons réaliser des transects (Penfeld et carottages) depuis des *pockmarks* reconnus comme actifs et en allant vers des zones non affectées afin de mettre en évidence un changement potentiel des propriétés physiques des sédiments et contraindre l'impact des circulations de fluides sur leur état rhéologique. Une approche similaire sera réalisée autour de *pockmarks* considérés comme fossiles (début d'enfouissement par la sédimentation hémipélagique) afin de déterminer comment peuvent évoluer les propriétés physiques des sédiments une fois que les circulations ne sont plus actives. Les mesures effectuées en dehors des zones affectées par les *pockmarks* serviront de référence. Toutes ces informations permettront de contraindre la stabilité de la pente continentale de la Province Centrale et de proposer un modèle plus générale de stabilité d'une pente continentale affectée par des circulations de fluides.

Objectif 2 : Tester la relation entre la dissociation des hydrates de gaz et le déclenchement de MTDs géants

Le déclenchement de grands MTDs par la dissociation des hydrates de gaz contrôlée par les fluctuations rapides du niveau marin a été proposé dans le *deep-sea fan* de l'Amazone (Maslin et al., 2005). Toutefois, le domaine de stabilité des hydrates n'est pas uniquement contrôlé par l'élévation du niveau marin mais aussi par les modifications synchrones de la température des eaux de fond qui peuvent avoir un effet opposé et surtout plus prononcé sur la partie supérieure de la pente continentale (Fig. 1 ; Mienert et al., 2005). Sur la marge nilotique, plusieurs MTDs géants (MTD8 à 18 ; Fig. 13) ont été identifiés à la transition entre les Provinces occidentale et centrale au cours des derniers 115 kyrs (Rouillard, 2010). Malgré les pentes faibles (de l'ordre de 2° au maximum) sur lesquelles ils se sont déclenchés, ils affectent des segments de marge de 20 à 50 km de large et représentent des volumes de 10 km³ à plus de 1000 km³ (MTD8). La faible inclinaison de la pente nécessiterait que des niveaux en surpression se soient formés en profondeur pour permettre à ces grands volumes de sédiments d'être remobilisés et de glisser sur plusieurs dizaines voire centaines de kilomètres. La dissociation des hydrates de gaz est connue pour engendrer une augmentation des pressions interstitielles à une échelle régionale et pour générer soit le déclenchement de glissements soit la formation de structures d'expulsion de fluides (Liu et Flemings, 2009). L'intégration de profils sismiques avec des données stratigraphiques issues de forages et de carottages a déjà permis de contraindre l'âge de certains des MTDs identifiés et de les faire correspondre avec des conditions eustatiques (Fig. 13) au cours des derniers 115 kyrs. Il nous manquerait donc une estimation des variations de la température des eaux de fond sur cette même période de temps pour pouvoir contraindre au mieux les variations du domaine de stabilité des hydrates de gaz par modélisation et les corrélérer avec les périodes de déclenchement des MTDs. L'un des objectifs de SEAGAL est donc d'obtenir pour la première fois sur la marge nilotique de telles estimations des variations de la température des eaux de fond à partir d'analyses Ca/Mg réalisées sur des foraminifères benthiques. Le toit du MTD8 a été daté grâce à une carotte Calypso (campagne Vanil, 2004 ; Garziglia et al., 2008) collectée au sein d'une levée turbiditique dont les dépôts à dominante détritique ne permettent pas d'appliquer cette approche. Il nous faut donc obtenir au moins une carotte Calypso à but paléo-climatique couvrant cette même période de temps.

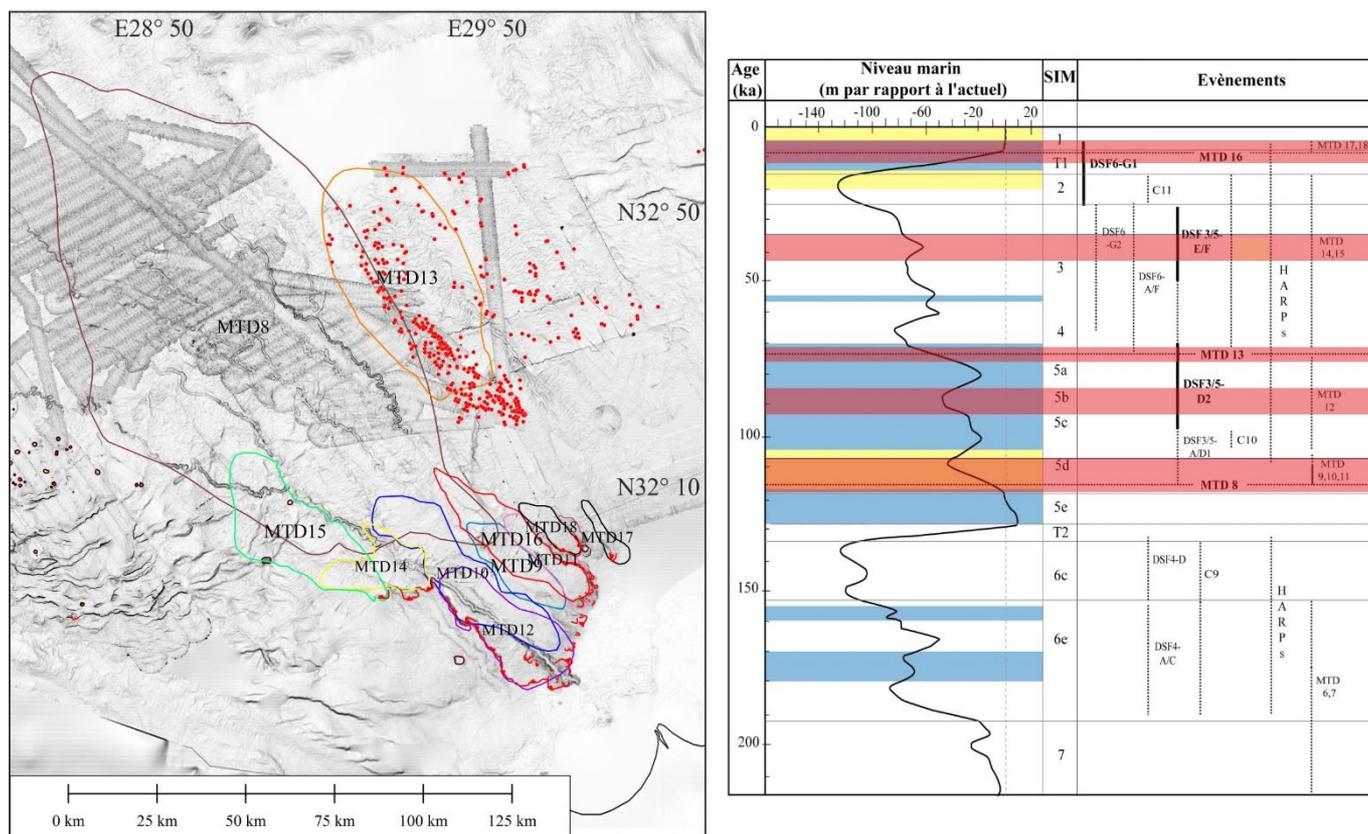


Figure 13 : Carte de pente (gauche) illustrant la localisation des MTD8 à MTD18 identifiés à la transition entre les Provinces occidentale et centrale de la marge nilotique. La position stratigraphique et l'âge des MTDs sont replacés sur la courbe de variations eustatiques de la Méditerranée orientale (tableau de droite) (modifié d'après Rouillard, 2010).

5. Bibliographie

- Bayon, G., Loncke, L., Dupré, S., Caprais, J.-C., Ducassou, E., Duperron, S., Etoubleau, J., Foucher, J.-P., Fouquet, Y., Gontharet, S., Henderson, G.M., Huguen, C., Klauke, I., Mascle, J., Migeon, S., Ondréas, H., Pierre, C., Sibuet, M., Stadnitskaia, A., Woodside, J., 2009. Multi-disciplinary investigation of fluid seepage on an unstable margin: The case of the Centre Nile deep sea fan. *Marine Geology* 26, 92-104.
- Collett TS (2002) Energy resource potential of natural gas hydrates. *AAPG Bull* 86(11):1971-1992.
- Dano, A., Praeg, D., Migeon, S., Augustin, J.-M., Ceramicola, S., Ketzer, J.M., Augustin, A.H., Ducassou, E., Mascle, J., 2014. Fluid seepage in relation to seabed deformation on the Central Nile Deep-Sea Fan, Part 1: evidence from sidescan sonar data, in: Krastel, S., Behrmann, J.-H., Völker, D., Stipp, M., Berndt, C., Urgeles, R., Chaytor, J.D., Huhn, K., Strasser, M., Harbitz, C.B. (Eds.), *Submarine Mass Movements and Their Consequences*. Springer International Publishing, Switzerland, pp. 129-139.
- Dupré, S., Buffet, G., Mascle, J., Foucher, J.-P., Gauger, S., Boetius, A., Marfia, C., Team, t.A.A., Team, t.Q.R., Party, t.B.S., 2008. High-resolution mapping of large gas emitting mud volcanoes on the Egyptian continental margin (Nile deep Sea Fan) by AUV surveys. *Marine Geophysical Researches* 29, 275-290.
- Dupré, S., Woodside, J., Foucher, J.-P., de Lange, G., Mascle, J., Boetius, A., Mastalerz, V., Stadnitskaia, A., Ondréas, H., Huguen, C., Harmegnies, F., Gontharet, S., Loncke, L., Deville, E., Niemann, H., Omoregie, E., Olu-Le Roy, K., Fiala-Medioni, A., Dählmann, A., Caprais, J.-C., Prinzhofer, A., Sibuet, M., Pierre, C., Sinnighe Damsté, J., the NAUTINIL Scientific Party, 2007. Seafloor geological studies above active gas chimneys off Egypt (Central Nile deep Sea Fan). *Deep-Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers* 54, 1146-1172.
- Dupré, S., Woodside, J., Klauke, I., Mascle, J., Foucher, J.-P., 2010. Widespread active seepage activity on the Nile deep Sea Fan (offshore Egypt) revealed by high-definition geophysical imagery. *Marine Geology* 275, 1-19.
- Garziglia, S., Migeon, S., Ducassou, E., Loncke, L., Mascle, J., 2008. Mass-transport deposits on the Rosetta province (NW Nile Dea-sea turbidite system, Egyptian margin): characteristics, distribution, and potential causal processes. *Marine Geology* 250, 180-198.
- Gasse, F. (2000). Hydrological changes in the African tropics since the Last Glacial Maximum. *Quaternary Science Reviews*, 19 (1-5), 189-211.
- Gay, A., Lopez, M., Berndt, C., Séranne, M., 2007. Geological controls on focused fluid flow associated with seafloor seeps in the Lower Congo Basin. *Marine Geology* 244, 68-92.
- Greiner, J., Artemov, Y., Egorov, V., De Batist, M., McGinnis, D., 2006. 1300-m-high rising bubbles from mud volcanoes at 2080 m in the Black Sea: hydroacoustic characteristics and temporal variability. *Earth and Planetary Science Letters* 244, 1-15.
- Haacke RR, Hyndman RD, Park KP, Yoo DG, Stoian I, Schmidt U (2009) Migration and venting of deep gases into the ocean through hydrate choked chimneys offshore Korea. *Geology* 37(6):531-534.
- Hassan, F.A., 1981. Historical Nile floods and their implications for climatic change. *Science* 212, 1142-1144.
- Huguen, C., Mascle, J., Chaumillon, E., Kopf, A., Woodside, J., Zitter, T., 2004. Structure setting and tectonic control of mud volcanoes from the Central Mediterranean Ridge (Eastern Mediterranean). *Marine Geology* 209, 245-263.
- Huuse, M., Jackson, C.A.-L., Van Rensbergen, P., Davies, R.J., Flemings, P.B., Dixon, R.J., 2010. Subsurface sediment remobilization and fluid flow in sedimentary basins: an overview. *Basin Research* 22, 342-360.
- Judd, A.G., Hovland, M., 2007. *Submarine Fluid Flow, the Impact on Geology, Biology, and the Marine Environment*. Cambridge University Press. 475pp.
- Kvenvolden KA (1998) A primer on the geological occurrence of gas hydrates. In: Henriot JP, Mienert J (Eds) *Gas Hydrates: Relevance to World Margin Stability and Climate Change*. Geological Society, London, Spec. Pub. 137: 9-30.
- Lee, H.J., Locat, J., Desgagné, P., Parsons, J.D., McAdoo, B.G., Orange, D.L., Puig, P., Wong, F.L., Dartnell, P., Boulanger, E., 2007. Submarine mass movements on continental margins. In *Continental Margin Sedimentation: from sediment transport to sequence stratigraphy*. I. Jarvis (ed.). Special publication of the International Association of Sedimentologists, 37: 213-274.
- Liu, X., Flemings, P.B., 2007. Dynamic multiphase flow model of hydrate formation in marine sediments. *Journal of Geophysical Research* 112, B03101.
- Liu X, Flemings PB (2009). Dynamic response of oceanic hydrates to sea level drop. *Geophysical Research Letters*, 36, L17308, doi:10.1029/2009GL039821.
- Loncke, L., Mascle, J., Parties, F.S., 2004. Mud volcanoes, gas chimney, pockmarks and mounds in the Nile deep-sea fan (Eastern Mediterranean): geophysical evidences. *Marine and Petroleum Geology* 21, 669-689.
- Mary F., Migeon S., d'Acremont E., Praeg D., Ceramicola S., Rabaute A., Blanpied C., 2014, Typologie des sorties de fluides en Méditerranée Orientale et leur interaction avec les processus sédimentaires et tectoniques. *RST* 2014, p.101, Pau, France.
- Mascle, J., 2014. *The Nile Continental Margin : a compendium, Marine Geology, V. 358, 566 pp.*
- Mascle, J., Mary, F., Praeg, D., Brosolo, L., Camera, L., Ceramicola, S., Dupré, S., 2014. Distribution and geological control of mud volcanoes and other fluid/free gas seepage features in the Mediterranean Sea and nearby Gulf of Cadiz. *Geo-Marine Letters* 34, 89-110.
- Mascle, J., Sardou, O., Loncke, L., Migeon, S., Caméra, L., Gaullier, V., 2006. Morphostructure of the Egyptian continental margin: Insights from swath bathymetry surveys. *Marine Geophysical Researches* 27, 49-59.
- Maslin, M., et al., 2004. Linking continental-slope failures and climate change: Testing the clathrate gun hypothesis. *Geology* 32, 53-56, doi:10.1130/G20114.1.

- Maslin, M., Vilela, C., Mikkelsen, N., Grootes, P., 2005. Causes of catastrophic sediment failures of the Amazon Fan. *Quaternary Science Reviews* 24, 2180-2193.
- Mienert J, et al. (2005) Ocean warming and gas hydrate stability on the mid-Norwegian margin at the Storegga Slide. *Mar Petrol Geol* 22:233–244.
- Migeon, S., Ceramicola, S., Praeg, D., Ducassou, E., Dano, A., Ketzer, J.M., Mary, F., Mascle, J., 2014. Post-failure processes on the continental slope of the Central Nile Deep-Sea Fan: interactions between fluid seepage, sediment deformation and sediment-wave construction, in: Krastel, S., Behrmann, J.-H., Völker, D., Stipp, M., Berndt, C., Urgeles, R., Chaytor, J.D., Huhn, K., Strasser, M., Harbitz, C.B. (Eds.), *Submarine Mass Movements and Their Consequences*. Springer International Publishing, Switzerland, pp. 117-127.
- Paull, C.K., Ussler, W., Lorenson, T., Winters, W., Dougherty, J., 2005. Geochemical constrains on the distribution of gas hydrates in the Gulf of Mexico. *Geo-Marine Letters* 25, 273-280.
- Praeg, D., Ceramicola, S., Barbieri, R., Unnithan, V., Wardell, N., 2009. Tectonically-driven mud volcanism since the late Pliocene on the Calabrian accretionary prisms, central Mediterranean Sea. *Marine and Petroleum Geology* 26, 1849-1865.
- Praeg, D., Geletti, R., Mascle, J., Unnithan, V., Harmegnies, F., 2008. Geophysical exploration for gas hydrates in the Mediterranean Sea and a bottom-simulating reflection on the Nile Fan, 27th national congress of GNGTS, Trieste (Italy), pp. 467-469.
- Praeg D, Geletti R, Wardell N, Unnithan V, Mascle J, Migeon S, Camerlenghi A (2011). The Mediterranean Sea: a natural laboratory to study gas hydrate dynamics? Proceedings of the 7th International Conference on Gas Hydrates (ICGH7 2011), Edinburgh, Scotland, UK, 17-21 July 2011; Full Paper 00322, 8 pp. (<http://www.pet.hw.ac.uk/icgh7/>).
- Praeg, D., Ketzer, J.M., Augustin, A.H., Migeon, S., Ceramicola, S., Dano, A., Ducassou, E., Dupré, S., Mascle, J., Rodrigues, L.F., 2014. Fluid seepage in relation to seabed deformation on the Central Nile Deep-Sea Fan, Part 2: evidences from multibeam and sidescan imagery, in: Krastel, S., Behrmann, J.-H., Völker, D., Stipp, M., Berndt, C., Urgeles, R., Chaytor, J.D., Huhn, K., Strasser, M., Harbitz, C.B. (Eds.), *Submarine Mass Movements and Their Consequences*. Springer International Publishing, Switzerland, pp. 141-150.
- Praeg, D, Migeon S, Mascle J, Unnithan V, Wardell N, Geletti R, Ketzer, J.M. (submitted). Geophysical evidence of gas hydrates associated with widespread gas venting on the Nile deep-sea fan, offshore Egypt. 9th International Conference on Gas Hydrates, ICGH9, Denver, Colorado, USA, June 2017.
- Rabaat, A., Chamot-Rooke, N., 2007. Quantitative mapping of active mud volcanism at the western Mediterranean Ridge-backstop contact. *Marine Geophysical Research* 28, 271-295.
- Römer, M., Sahling, H., Pape, T., dos Santos Ferreira, C., Wenzhöfer, F., Boetius, A., Bohrmann, G., 2014. Methane fluxes and carbonate deposits at a cold seep area of the Central Nile Deep Sea Fan, Eastern Mediterranean Sea. *Marine Geology* 347, 27-42.
- Said, R., 1993. *The River Nile. Geology, Hydrology and Utilization*. Pergamon, Oxford, England.
- Somoza, L., Medialdea, T., Leon, R., Ercilla, G., Vasquez, J.T., Farran, M., Hernandez-Molina, F.J., González, J., Juan, C., Fernández-Puga, C., 2012. Structure of mud volcano systems and pockmarks in the region of the Ceuta Contourite Depositional System (Western Alboran Sea). *Marine Geology* 332-334, 4-26.
- Sultan, N., Cochonat, P., Foucher, J.-P., Mienert, J., 2004. Effect of gas hydrates melting on seafloor slope instability. *Marine Geology* 213, 379-401.
- Sultan, N., Marsset, B., Ker, S., Marsset, T., Voisset, M., Vernant, A.M., Bayon, G., Cauquil, E., Adamy, J., Colliat, J.L., Drapeau, D., 2010. Hydrate dissolution as a potential mechanism for pockmark formation in the Niger delta. *Journal of Geophysical Research* 115, B08101.
- Wood WT, Hyndman RD, Gettrust JF, Chapman NR, Spence GD (2002) Decreased stability of methane hydrates in marine sediments owing to phase-boundary roughness. *Nature* 420: 656-660.
- Woodside, J., Ivanov, M.K., Limonov, A.F., 1998. Shallow gas and gas hydrates in the Anaximander Mountains region, Eastern Mediterranean Sea, in: Geological Society, L. (Ed.), *Gas hydrates: Relevance to World Margin Stability and Climate Change*, pp. 177-193.
- Yang, J., Davies, R.J., Huuse, M., 2013. Gas migration below gas hydrates controlled by mass transport complexes, offshore Mauritania. *Marine and Petroleum Geology* 48, 366-378.

Proposition de campagne à la mer
Flotte Océanographique Française
Appel d'offre 2018

DEROULEMENT PREVISIONNEL	NOM DE LA CAMPAGNE : SEAGAL
---------------------------------	------------------------------------

Calendrier prévisionnel des travaux

Rappel : Le "jour 1" est le jour de mise à disposition : embarquement du matériel et du personnel qui peut prendre ses repas à bord et y dormir. Le navire appareillera le jour 2 quand le navire et ses équipements seront considérés "prêts" par le commandant. Le "dernier jour" est le jour de fin de mise à disposition : débarquement du matériel et du personnel qui peut déjeuner à bord le midi mais doit libérer sa cabine. Le navire doit revenir à quai la veille

Jour	Transit Travaux Quai	Latitude Longitude	Vitesse de déplacement	Type de travaux
J1	quai	0° 0' 0" 0° 0' 0"		
J2	transit	0° 0' 0" 0° 0' 0"	13	
J3	travaux	32° 56' 2" 29° 16' 35"	8	Sondeur Grands Fonds + Chirp
J4	travaux	32° 16' 10" 29° 58' 14"	8	Sondeur Grands Fonds + Chirp
J4	travaux	32° 31' 0" 29° 41' 3"		Pendfeld (CPTU, Transect 1, 12h)
J5	travaux	32° 4' 0" 29° 26' 9"	8	Sondeur Grands Fonds + Chirp
J5	travaux	32° 31' 0" 29° 41' 3"		Carottages/Flux de chaleur
J6	travaux	32° 19' 15" 30° 5' 18"	8	Sondeur Grands Fonds + Chirp
J6	travaux	32° 31' 0" 29° 41' 3"		Pendfeld (Vp, Transect 1, 12h)
J7	travaux	32° 8' 36" 29° 35' 35"	8	Sondeur Grands Fonds + Chirp
J7	travaux	32° 31' 0" 29° 41' 3"		Carottages/Flux de chaleur
J8	travaux	32° 23' 42" 30° 12' 1"	8	Sondeur Grands Fonds + Chirp
J8	travaux	32° 33' 14" 29° 37' 29"		Penfeld (CPTU, Transect 2, 12h)
J9	travaux	32° 33' 14" 29° 37' 29"		Carottages/Flux de chaleur
J9	travaux	33° 11' 17" 29° 45' 9"	8	Sondeur Grands Fonds + Chirp
J10	travaux	32° 26' 41" 30° 17' 35"	8	Sondeur Grands Fonds + Chirp
J10	travaux	32° 33' 14" 29° 37' 29"		Penfeld (Vp, Transect 2, 12h)
J11	travaux	32° 33' 14" 29° 37' 29"		Carottages/Flux de chaleur
J12	travaux	32° 37' 57" 29° 55' 33"		Penfeld (CPTU, Transect 3, 12h)
J12	travaux	33° 14' 9" 29° 55' 58"	8	Sondeur Grands Fonds + Chirp
J13	travaux	32° 37' 57" 29° 55' 33"		Carottages/Flux de chaleur

Proposition de campagne à la mer
Flotte Océanographique Française
Appel d'offre 2018

Jour	Transit Travaux Quai	Latitude Longitude	Vitesse de déplacement	Type de travaux
J13	travaux	32° 37' 57" 29° 55' 33"		Penfeld (Vp, Transect 3, 12h)
J14	travaux	32° 33' 14" 29° 37' 29"		Carottages/Flux de chaleur
J15	travaux	32° 29' 55" 29° 42' 25"		Carottages
J15	travaux	32° 29' 55" 29° 42' 25"		Penfeld (CPTU, Transect 4, 12h)
J16	travaux	32° 43' 57" 29° 32' 0"		Carottages
J16	travaux	32° 43' 57" 29° 32' 0"		Penfeld (CPTU, Transect 5, 12h)
J17	travaux	32° 37' 9" 29° 51' 24"		Carottages
J17	travaux	32° 37' 9" 29° 51' 24"		Penfeld (CPTU, Transect 6, 12h)
J18	travaux	32° 17' 2" 29° 50' 37"	8	Sondeur Grands Fonds + Chirp
J19	transit	0° 0' 0" 0° 0' 0"	13	
J20	quai	0° 0' 0" 0° 0' 0"		

DEROULEMENT PREVISIONNEL

1. Méthodologie – Travaux – Stratégie – Déroulement général de la campagne - Cartes

L'équipe demanderesse possède une grande expérience des campagnes à la mer, et une connaissance des processus actifs (sédimentaires, fluides, tectoniques) affectant les marges continentales. L'équipe française en particulier a une connaissance scientifique de la marge nilotique dans son contexte méditerranéen pour y travailler depuis plus de 10 ans et y avoir effectué plusieurs campagnes d'acquisition. L'équipe brésilienne a commencé à acquérir des connaissances scientifiques sur la marge nilotique au cours de la campagne APINIL (2011) et possède un très fort savoir-faire dans l'analyse pluridisciplinaire des structures d'échappement de fluides (notamment le leadership de plusieurs campagnes de carottages à bord du Marion Dufresne le long de la marge brésilienne). L'équipe demanderesse regroupe ainsi plusieurs laboratoires et chercheurs couvrant un large spectre de disciplines et de techniques de traitement et d'analyse des données (géologiques, géophysiques, géochimiques, géothermiques, géotechniques). Cette pluridisciplinarité permettra de conduire à bord, puis à terre, une étude efficace et complète.

L'ensemble de la zone sur laquelle nous souhaitons travailler représente une superficie d'environ 6250 km². Sa profondeur d'eau varie entre 1550 et 2700 m (Fig. 14). Elle est localisée au-delà de la limite des eaux territoriales (50 miles nautiques) égyptiennes.

La méthodologie nécessaire à mettre en œuvre pendant SEAGAL pour obtenir les résultats escomptés décrits précédemment est explicitée ci-dessous.

1.1. Le sondeur multifaisceaux Grands Fonds 12/24 kHz

Il sera utilisé pour remplir deux objectifs :

a) **acquisition de la colonne d'eau** : comme nous avons pu le mettre en évidence pendant APINIL à bord du NO Le Suroit lors d'un court transect (Praeg et al. 2014), ce point sera crucial pour l'identification des panaches de gaz libre et donc la reconnaissance et la cartographie des *pockmarks* actifs dans la Province Centrale de la marge Nilotique par superposition de ces panaches sur l'image bathymétrique et surtout de réflectivité. Des campagnes récentes réalisées sur la marge brésilienne à bord du NO Marion Dufresne par nos collègues brésiliens ont aussi effectué avec succès une telle approche avec ce sondeur multifaisceaux. Cette approche a aussi été utilisée pour quantifier les échappements de gaz dans une petite zone de la Province centrale du Nil lors d'une campagne allemande (Römer et al. 2014). Nous voulons ainsi l'étendre à l'ensemble du champ de *pockmarks* identifiés dans la partie ouest de la Province centrale (Fig. 14) . De plus, entre le début et la fin de SEAGAL, nous souhaitons repasser sur certaines zones afin d'effectuer un suivi temporel de panaches de gaz libre (pendant la campagne, et depuis APINIL);

b) **acquisition de la bathymétrie et de l'imagerie acoustique de réflectivité** : la Province Centrale bénéficie d'une couverture quasi complète (à une résolution de 25 à 50 m en fonction des zones et des types de sondeur utilisés) réalisée pendant la campagne Prismed II puis complétée pendant Nautinil et APINIL. Il reste toutefois encore une zone dépourvue de reconnaissance bathymétrique. Les données APINIL utilisant un sondeur multifaisceaux plus récent et de plus haute fréquence que celui de l'Atalante pendant Prismed II et Nautinil ont permis une reconnaissance et une cartographie plus précise des *pockmarks* grâce à leur réflectivité. Nous profiterons donc du passage sur toute la zone pour l'acquisition de la colonne d'eau avec le sondeur Grands Fonds pour acquérir simultanément les données bathymétrique/réflectivité à une résolution plus forte que communément obtenue. Celles-ci complèteront avantageusement les données existantes pour parfaire la cartographie des *pockmarks* et l'estimation de leurs paramètres morphométriques. Les données APINIL ont en particulier révélé que les *pockmarks* pouvaient constituer des reliefs négatifs mais aussi positifs : nous avons fait l'hypothèse que les reliefs positifs représentaient des *pockmarks* tout ou partie comblés par des encroutements carbonatés mais nous n'avons pas pu faire de lien avec leur activité actuelle par manque d'un enregistrement de la colonne d'eau. Ces nouvelles données de bathymétrie/réflectivité associées aux enregistrements de la colonne d'eau permettront de tester cette hypothèse. L'analyse de la réflectivité sera abordée suivant le processus de segmentation que nous avons commencé à développer afin de faire

ressortir plus objectivement les variations de réflectivité et proposer une interprétation géoacoustique permettant de contraindre les limites et l'organisation spatiale des zones de sortie de fluides. L'acquisition des données avec le sondeur Grands Fonds sera effectuée selon des lignes globalement SSE-NNW, parallèlement à l'inclinaison de la pente continentale. Leur espacement sera dépendant de la densité des *pockmarks* sur le fond marin. Dans les zones de plus forte densité (partie ouest du champ), nous resserrerons la fauchée afin d'éviter que trop de *pockmarks* et de panaches potentiels ne soient couverts au cours du même passage ; les profils successifs seront donc plus resserrés. Dans les zones de moins forte densité (partie est), la fauchée sera plus large et les profils plus espacés.

1.2. Le sondeur de sédiment très haute résolution Chirp

Le sondeur sera utilisé pour préciser l'architecture interne des dépôts superficiels jusqu'à des profondeurs de 70-100 m dans le sédiment en fonction de la nature lithologique du fond marin. Les données Chirp sont aussi classiquement utilisées pour définir des échofaciès correspondant à des processus sédimentaires et pour produire des cartes de distribution spatiale de ces phénomènes. Comme nous avons pu le réaliser après APINIL, l'utilisation du Chirp permettra d'imager les zones préférentielles de migration de fluide en sub-surface (e.g. failles, contacts entre différentes unités sédimentaires). Les profils acquis au cours de APINIL ont permis d'imager l'architecture sédimentaires jusqu'au toit du MTD13. L'apport de cet outil sera donc crucial pour mieux caractériser le lien entre instabilités gravitaires et circulation des fluides, et l'analyse des processus gravitaires. Les profils Chirp seront acquis en même temps que les données du sondeur multifaisceaux et suivront donc la même logique. Des profils courts seront acquis spécifiquement avant chaque carottage sur la zone d'intérêt.

1.3. Le pénétromètre Penfeld

Le Penfeld est un appareil de mesures géotechniques conçu pour travailler jusqu'à une profondeur d'eau de 6000 m. L'étude des phénomènes d'instabilité et de circulation de fluides nécessite une caractérisation des propriétés physiques du sédiment. Dans le domaine marin, les échantillons de sédiment sont récupérés par carottage (carottier gravitaire ou à piston) ce qui a pour inconvénient de remanier plus ou moins fortement le sédiment récupéré. Pour pallier à ceci, le Penfeld permet de mesurer *in situ* et en temps quasi réel les caractéristiques géotechniques et mécaniques des couches sédimentaires superficielles jusqu'à 30 m sous le fond marin (ou 50 m si le nouveau Penfeld est disponible lors de la programmation de SEAGAL). Il est constitué d'une tige de 36 mm de diamètre, enroulée autour d'un tambour de 2,20 m de diamètre. Une fois le socle posé sur le fond de mer, la tige est déroulée et s'enfonce à la verticale dans les sédiments. L'extrémité de la tige est constituée d'une pointe CPTU qui permet de mesurer 3 paramètres principaux : la résistance à la pointe q_c , le frottement latéral f_s et la pression interstitielle différentielle Du . En plus, la pointe pénétrométrique mesure la température et le poids volumique in-situ par gamma-densimétrie (effet Compton). Une pointe acoustique permet aussi de mesurer des profils verticaux de vitesses des ondes de compression (V_p) afin de mettre en évidence la présence de gaz dans les sédiments.

Nous utiliserons le Penfeld dans des *pockmarks* pour comprendre leur formation/évolution en lien avec les hydrates de gaz via des mesures CPTU et V_p comme cela a été effectué dans le delta du Niger (Sultan et al., 2010), et dans les zones caractérisées par les structures de déformation pour répondre à une problématique de stabilité de pente via des mesures CPTU. La combinaison des différents paramètres physiques et mécaniques ainsi que thermiques et/ou acoustiques mesurés permet de déterminer la lithologie de la colonne sédimentaire, et *in fine* 1) d'identifier les mécanismes à l'origine des instabilités identifiées sur les données géophysiques, 2) d'évaluer le potentiel de liquéfaction et de rupture du sédiment, 3) de déterminer l'histoire mécanique du sédiment de surface (charge maximale que le sédiment a subie pendant son histoire, degré de sur-consolidation) et 4) de mettre en évidence la présence d'hydrates de gaz ou de gaz libre dans les zones de circulations de fluides (*pockmarks*).

Une mesure complète sur 30 m requiert une mise en station d'une heure. En fonction de la nature des sédiments, le Penfeld est capable d'effectuer un transect de 6-8 stations de mesures espacées au maximum de 500 m. Des transects de mesures de 3-4 km peuvent donc être réalisés. Après un cycle complet de fonctionnement, une période d'au moins 12 heures est nécessaire pour le rechargement des batteries. Des études d'installation et de déploiement du Penfeld par l'arrière du NO Marion Dufresne ont été effectuées (communication Yvan Reaud et Loïc Dussud).

1.4. Les carottages

Les carottages de type Calypso permettront enfin plusieurs approches complémentaires, pour examiner les zones à *pockmarks* ainsi que les structures de déformation.

Dans les zones à *pockmarks*, nous effectuerons des transects de carottes traversant des cibles actives identifiées avec les outils précédents (Figs 14 à 18) sur le pourtour des patches de forte réflectivité (considérés comme des encroutements carbonatés) et juste en dehors de ces patches. Nous ferons des carottages de 20 m à 40 m (la longueur sera décidée avec l'IPEV sur la base des profils Chirp réalisés avant le transect). Nous insisterons sur les deux zones au sein desquelles des panaches de gaz libre ont déjà été identifiées et nous choisirons une ou deux nouvelles zones en fonction des résultats obtenus par l'analyse de la colonne d'eau. Ces carottages seront plus particulièrement utilisés pour des analyses géochimiques des fluides interstitiels circulant dans les cheminées alimentant les *pockmarks* pour caractériser leur composition et le champs de flux verticale et horizontale, ainsi que pour détecter les types de gaz présents et estimer leur(s) sources potentielles. Nous espérons aussi ramener des hydrates de gaz comme cela a été fait dans les Monts Anaximander, au nord de la marge Nilotique (Woodside et al., 1998), et les conserver pour des analyses ultérieures comme cela a été fait sur la marge brésilienne (Miller et al. 2015).

Pour les structures de déformation, en plus des transects faits avec le Penfeld, des carottes de 20 à 40 m de long seront également prélevées sur ces structures à proximité des *pockmarks* (Figs 16, 17, 19, 20) et dans des zones non affectées et non déformées (Figs 19, 21), afin de contraindre l'impact des circulations de fluides sur l'évolution des propriétés physiques des sédiments et analyser les faciès sédimentaires de dépôt et déformation post-dépôt. Ceci sera obtenu par la réalisation d'analyses géotechniques (scissométrie, presse triaxiale) sur les carottes prélevées, une fois de retour au laboratoire. Toutes les carottes prélevées bénéficieront également d'une étude sédimentologique (telles que radioscopie rX, analyses granulométriques, mesure de la susceptibilité magnétique) afin d'identifier la nature et le mode de mise en place des dépôts présents, et une étude stratigraphique afin de préciser l'âge et le contexte climatique et glacio-eustatique de mise en place des dépôts. L'étude stratigraphique sera surtout réalisée sur les carottes prélevées en dehors des *pockmarks* mais nous testerons aussi cette étude sur des carottes prélevées dans des *pockmarks* car la reconnaissance de microfaunes remaniées potentiellement de niveaux stratigraphiques anciens et donc profonds est très importante pour l'identification de la profondeur de la source des fluides. ***La position des carottages sera précisément établie à partir des données du sondeur multifaisceaux (bathymétrie et colonne d'eau) et du Chirp.*** Le but des carottages est explicité dans le Tableau 1. Les techniques analytiques qui seront mises en œuvre sur les carottes sont détaillées dans les documents suivants de cette demande.

1.5. La lance géothermique

Une lance sera utilisée pour réaliser des mesures des variations verticales et horizontales de température associées au flux de fluides et de chaleur au sein des *pockmarks* ; elles compléteront les analyses géochimiques des eaux interstitielles tirées des carottages Calypso, et seront complémentaires aux mesures thermiques acquises avec le Penfeld, en permettant des mesures dans des sites éloignés de ceux du Calypso ou Penfeld. La lance est un carottier gravitaire de 10 m ou 20 m de long (à voir avec IPEV) équipé de thermistances autonomes (de type THP) et d'une sonde de mesure de l'inclinaison et de la profondeur (de type S2IP). Les thermistances sont des sondes de température de haute précision installées à des intervalles réguliers le long de la lance. Elles sont fixées au moyen d'une attache spéciale qui limite la friction et les échanges de chaleur avec la lance lorsque celle-ci pénètre dans le sédiment. Ces attaches sont placées en spirale le long de la lance pour limiter la déformation du sédiment. Les thermistances doivent rester 5-6 minutes enfoncées dans le sédiment sans subir de forte tension par le câble afin de permettre une bonne acquisition de la température *in situ*. Pour cette raison, elles ne peuvent pas être installées directement sur un carottier Calypso car un risque existe de perdre les instruments. Par contre, les mesures de flux de chaleur seront réalisées sur les mêmes sites que les carottages Calypso dont les sédiments permettront la mesure de la conductivité thermique nécessaire au calcul du flux de chaleur. L'utilisation de ces mesures est explicitée dans les documents suivants de cette demande. La lance ne sera pas utilisée pour collecter des sédiments mais uniquement pour effectuer des mesures suivant des transects recoupant des *pockmarks* afin d'obtenir a) le gradient géothermique vertical en

différents points pour mesurer le flux de chaleur et b) le gradient horizontal de température et de flux de chaleur à travers les *pockmarks*. Ces mesures de flux de chaleur dans et autour des *pockmarks* seront complémentaires des mesures de flux de fluides et de composition de gaz tirées des carottages Calypso. L'ensemble de ces informations permettra de comprendre la dynamique de fonctionnement des *pockmarks*, potentiellement liée à celle de la zone de stabilité des hydrates de gaz.

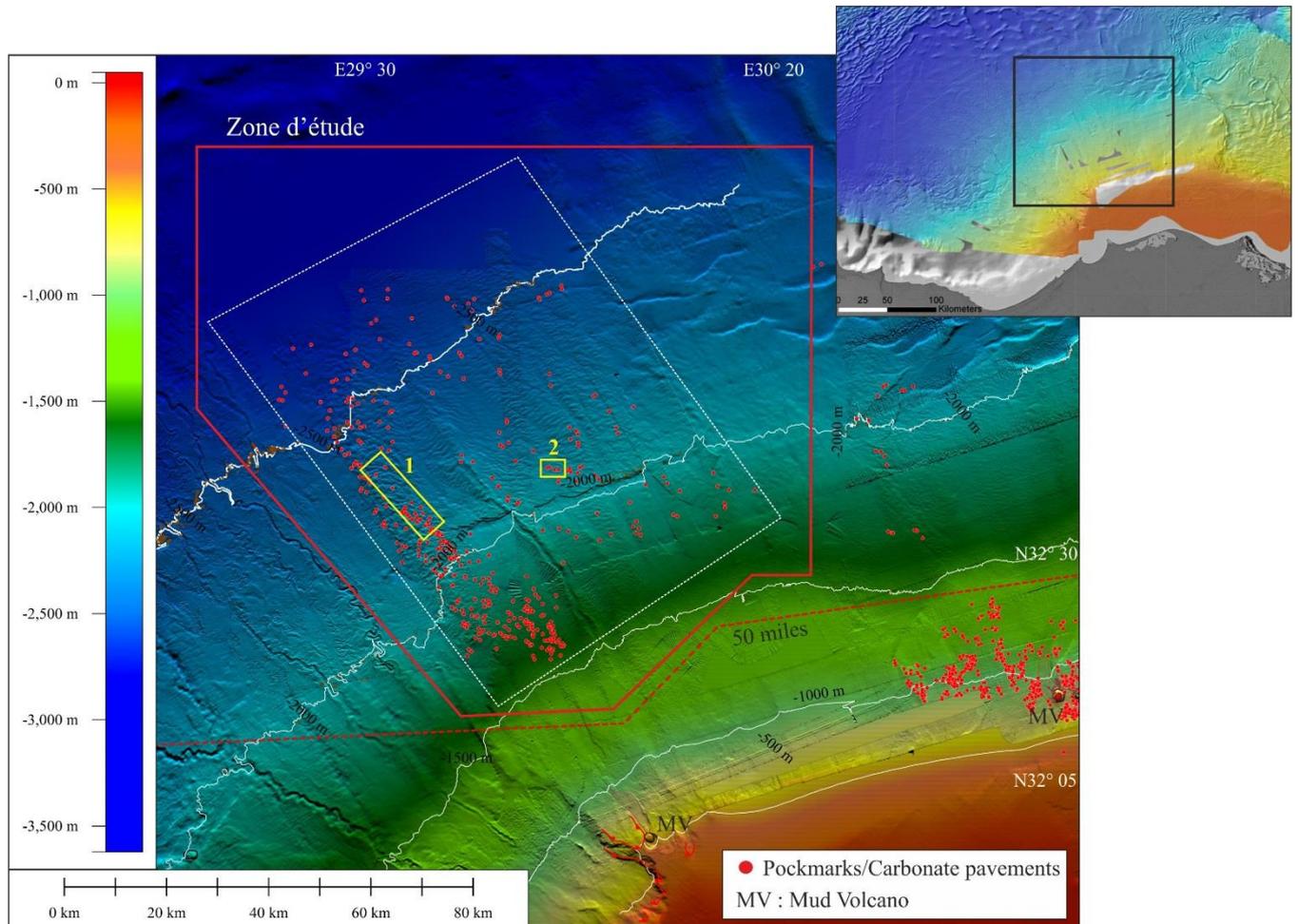


Figure 14 : carte bathymétrique illustrant la localisation des zones d'intérêt dans la Province Centrale de la marge Nilotique pendant la campagne SEAGAL. Les points rouges correspondent aux *pockmarks* cartographiés. Nous souhaitons investiguer avec le sondeur Grands Fonds pour l'enregistrement de la colonne d'eau et l'acquisition simultanée de la bathymétrie et réflectivité la zone délimitée par la ligne pointillée blanche. Les rectangles jaunes 1 et 2 correspondent aux zones dans lesquelles des panaches de gaz libre ont déjà été identifiés et feront l'objet de carottages Calypso.

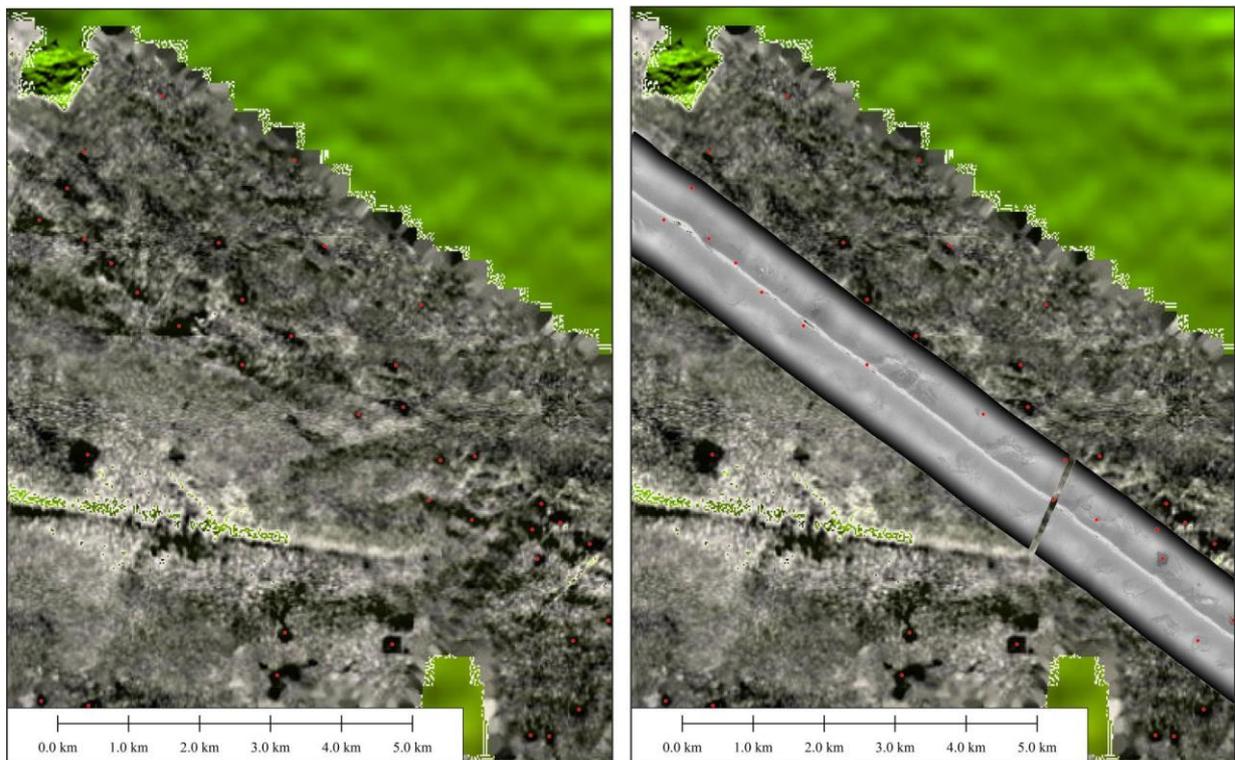


Figure 15 : Image de réflectivité EM302 (gauche) et de l'image SAR superposée (droite) illustrant la présence de patches de forte réflectivité dans le rectangle 1. Les points rouges correspondent aux pockmarks cartographiés.

2. Stratégie détaillée

Dans les zones 1 et 2 (Fig. 14), nous souhaitons nous focaliser sur quelques *pockmarks* reconnus comme actifs pendant la campagne APINIL en 2011 (Praeg et al. 2014). Ces cibles seront susceptibles d'être modifiées en fonction des résultats obtenus par les nouvelles acquisitions de la colonne d'eau/bathymétrie/réflectivité qui débiteront dès le premier jour de la campagne. Dans les zones d'intérêt, pour chacune des cibles identifiées (Figs 16 à 18), nous mettrons d'abord en œuvre le Penfeld pour faire un transect avec la pointe CPTU puis pour refaire le même transect avec le point Vp. Les mesures seront effectuées dans les *pockmarks* et leur pourtour immédiat pour déduire des informations sur l'activité des circulations de fluides, et en s'éloignant des *pockmarks* pour contraindre l'activité de ces circulations sur des modifications de la rhéologie des dépôts de la pente continentale et donc aborder le thème de stabilité des pentes. L'emplacement des points de carottages et de mesures de flux de chaleur sera alors basé sur une toute première analyse des données du Penfeld et sur les anciennes et nouvelles données bathymétriques/réflectivité et Chirp.

Deux zones avec des structures de déformation ont été sélectionnées pour une analyse de leurs mécanismes de mise en place : 1) sur le haut de la pente continentale (Fig. 19), ces structures sont associées à une forte densité de *pockmarks* et sont localisées dans la zone amont du MTD13, 2) sur la partie médiane/base de la pente continentale et correspondant à la partie centrale du MTD13 (Fig. 20), ces structures sont associées à une faible densité de *pockmarks*. Dans ces deux exemples, les structures de déformations présentent aussi des fractures en extension, allongées perpendiculairement à la direction de plus grande pente, et affectant le fond de mer (Figs 19 et 20). Des profils Chirp seront collectés à faible vitesse pour contraindre l'architecture de ces structures et leur relation avec le MTD13. Un transect de stations Penfeld avec la pointe CPTU sera ensuite réalisé et enfin des carottes Calypso seront prélevées pour contraindre les faciès lithologiques et la stratigraphie.

Enfin, une zone caractérisée par la présence de structures ondulées interprétées comme des *sediment waves* (Migeon et al., 2014) sera investiguée selon la même procédure (Fig. 21). En comparant les propriétés rhéologiques des dépôts avec celles des deux zones précédentes, cela permettra de tester l'hypothèse de Migeon et al. (2014) selon laquelle les dépôts superficiels de la pente continentale

auraient subi une première phase de déformation puis une phase de stabilisation permettant la construction de *sediment waves* (Fig. 11).

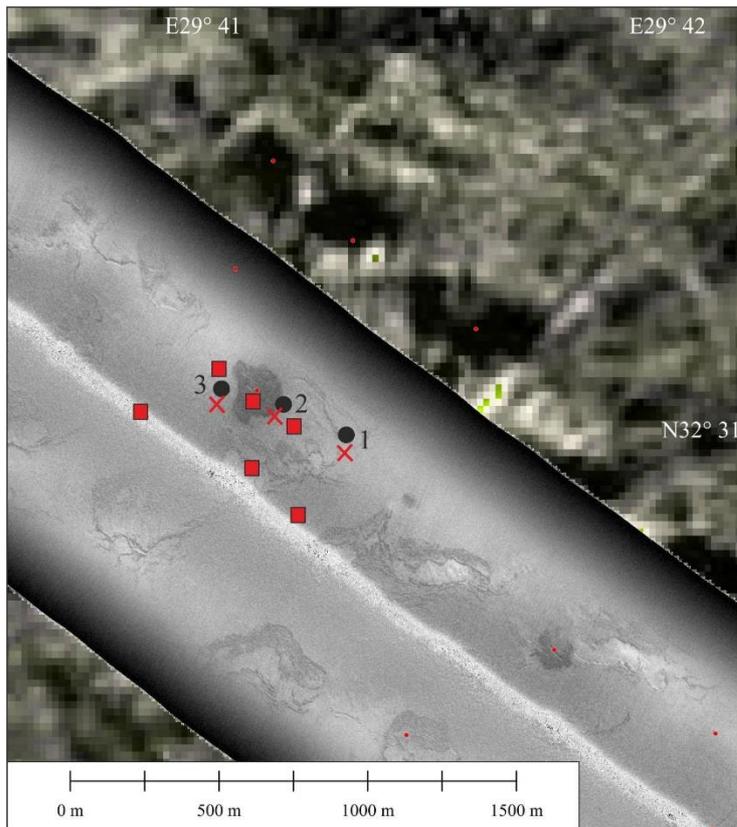


Figure 16 : Image de réflectivité EM302 et du SAR superposée illustrant la position des carottes (points noirs) 1 à 3, des mesures de flux de chaleur (croix rouges) et des mesures Penfeld (carrés rouges, transect 1) sur un patch de forte réflectivité associé à un panache de gaz libre.

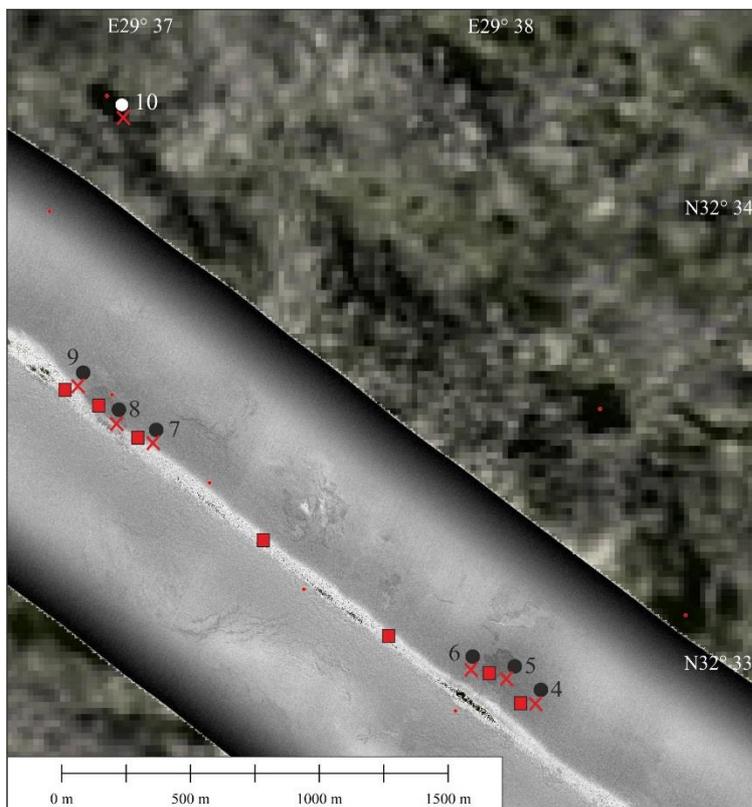


Figure 17 : Image de réflectivité EM302 et du SAR superposée illustrant la position des carottes (points noirs et blancs) 4 à 10, des mesures de flux de chaleur (croix rouges) et des mesures Penfeld (carrés rouges, transect 2) sur des patches de forte réflectivité associés à des panaches de gaz libre.

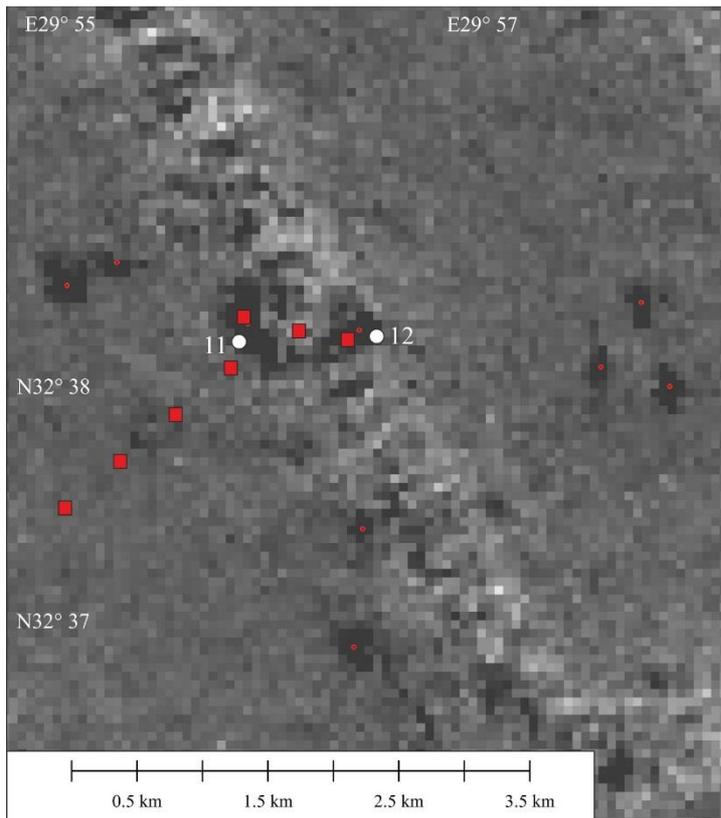


Figure 18 : Image de réflectivité EM12 illustrant la position des carottes 11 à 12 et des mesures Penfeld (carrés rouges, transect 3) autour et sur des patches de forte réflectivité associés à des panaches de gaz libre (rectangle jaune 2).

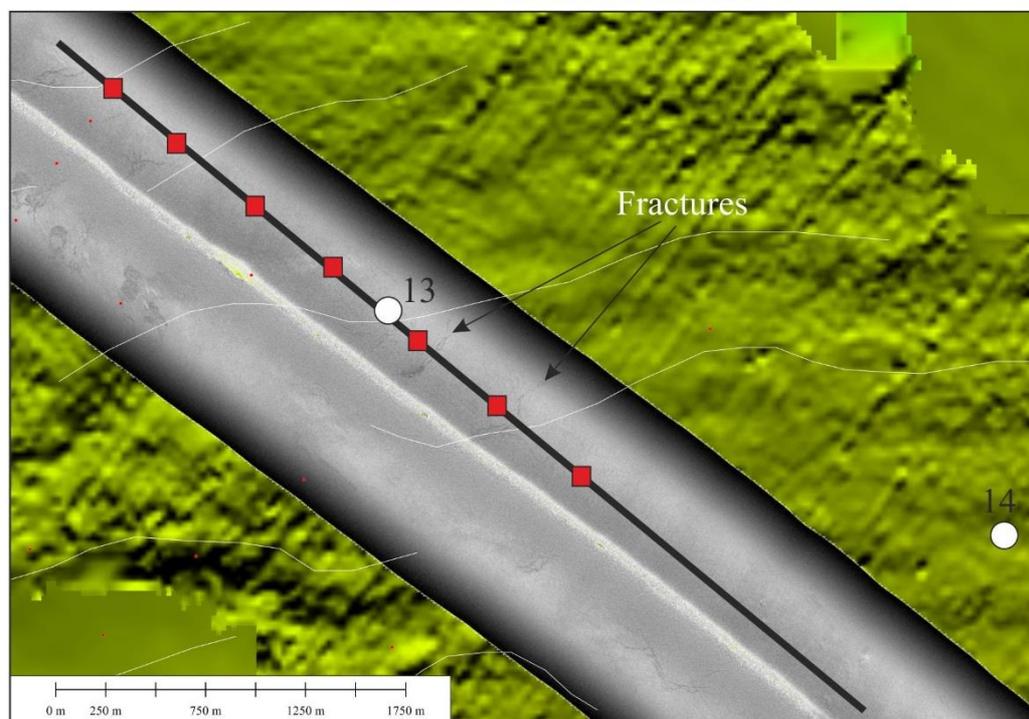
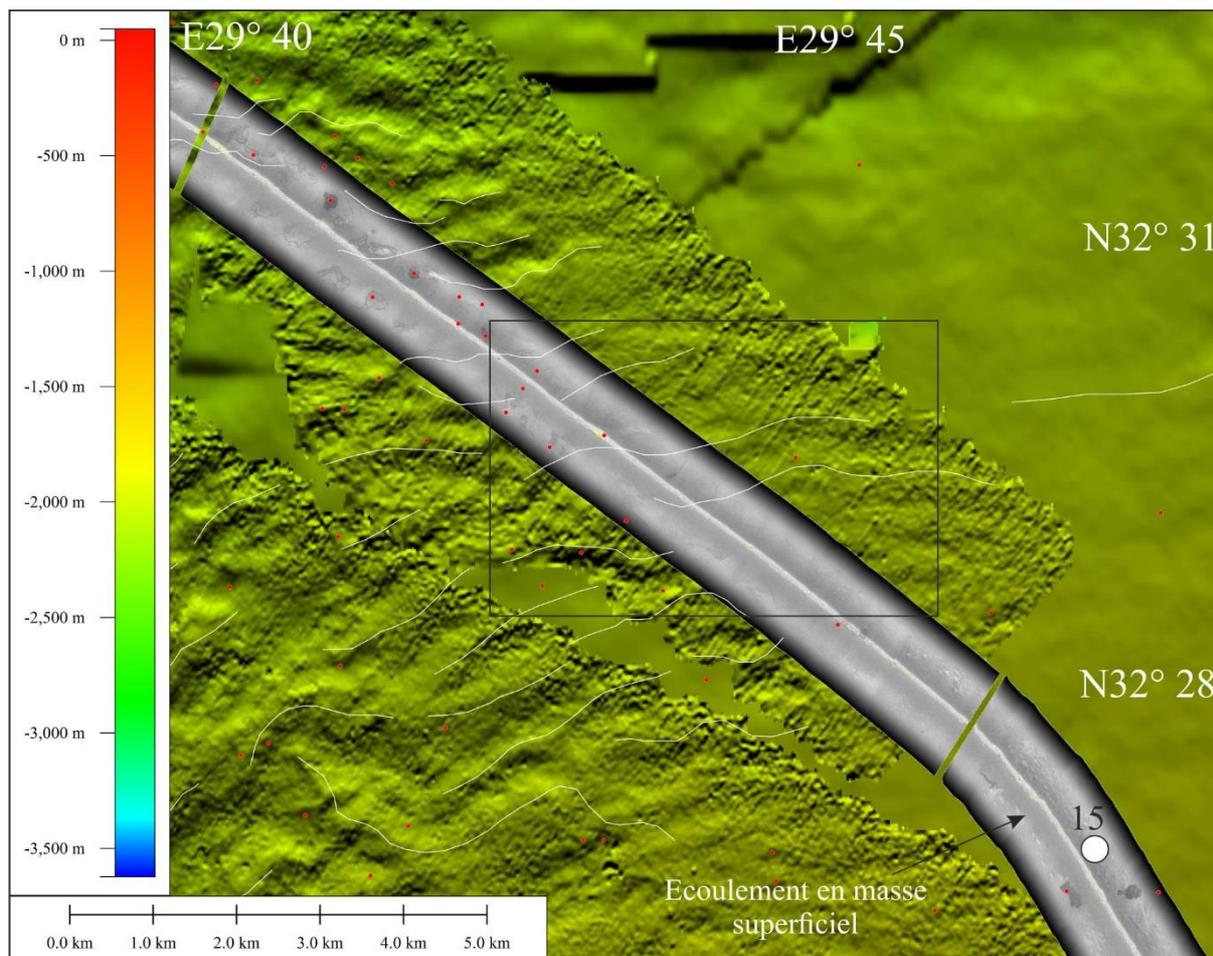


Figure 19 : Carte bathymétrique (EM302 et EM12) illustrant la morphologie du fond marin dans le rectangle 1. Les points rouges sont les pockmarks et les lignes blanches représentent les crêtes des structures de déformation. La position prévisionnelle des carottes 13 à 14, des mesures Penfeld (carrés rouges, transect 4) et d'un profil Chirp est indiquée sur les structures de déformation.

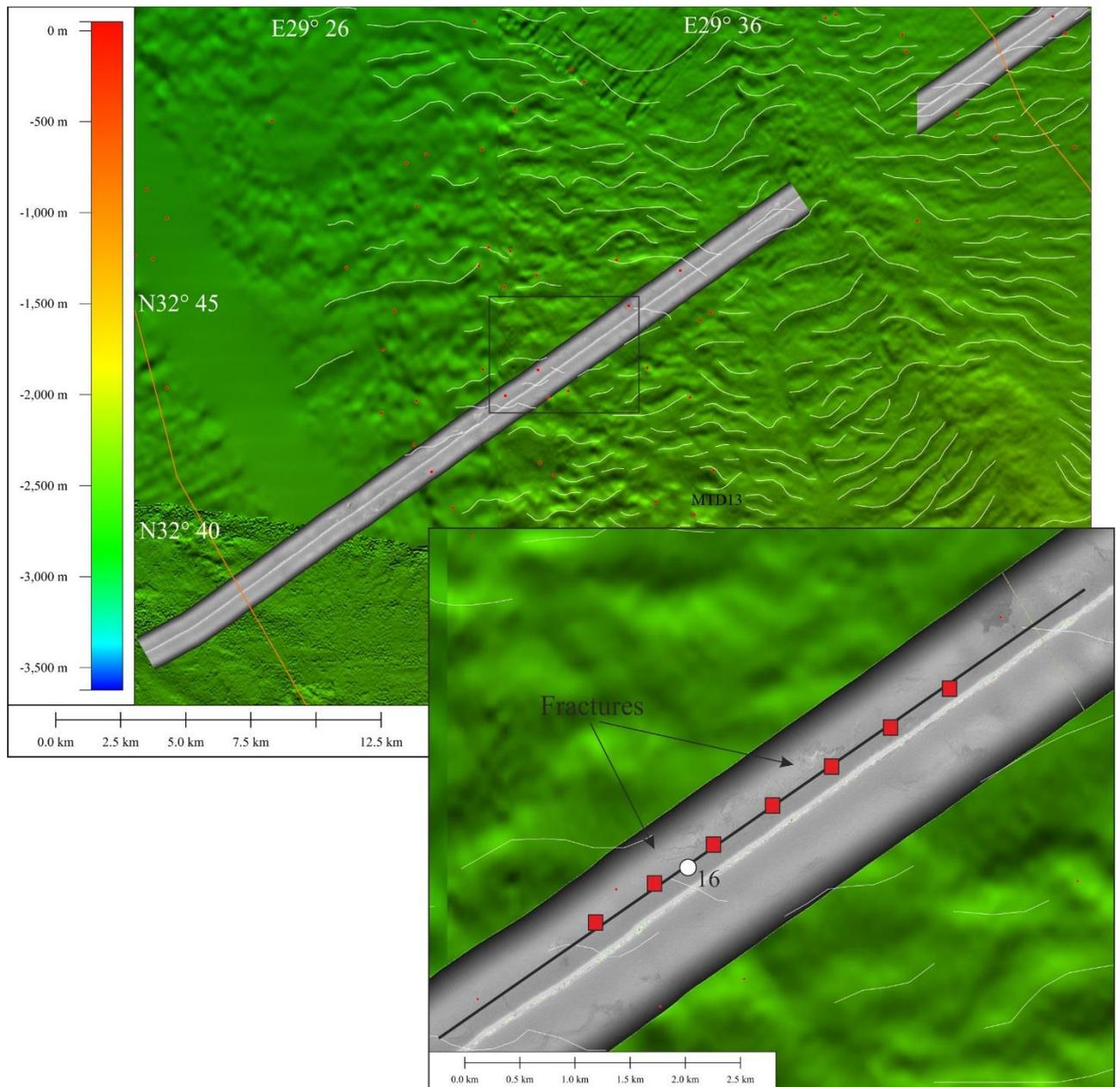


Figure 20 : Carte bathymétrique (EM302 et EM12) illustrant la morphologie du fond marin dans la partie médiane de la pente continentale de la Province centrale au droit du MTD13 (limites latérales illustrées par les lignes orange). Les points rouges sont les pockmarks et les lignes blanches représentent les crêtes des structures de déformation. La position prévisionnelle de la carotte 16, des mesures Penfeld (carrés rouges, transect 5) et d'un profil Chirp est indiquée sur les structures de déformation.

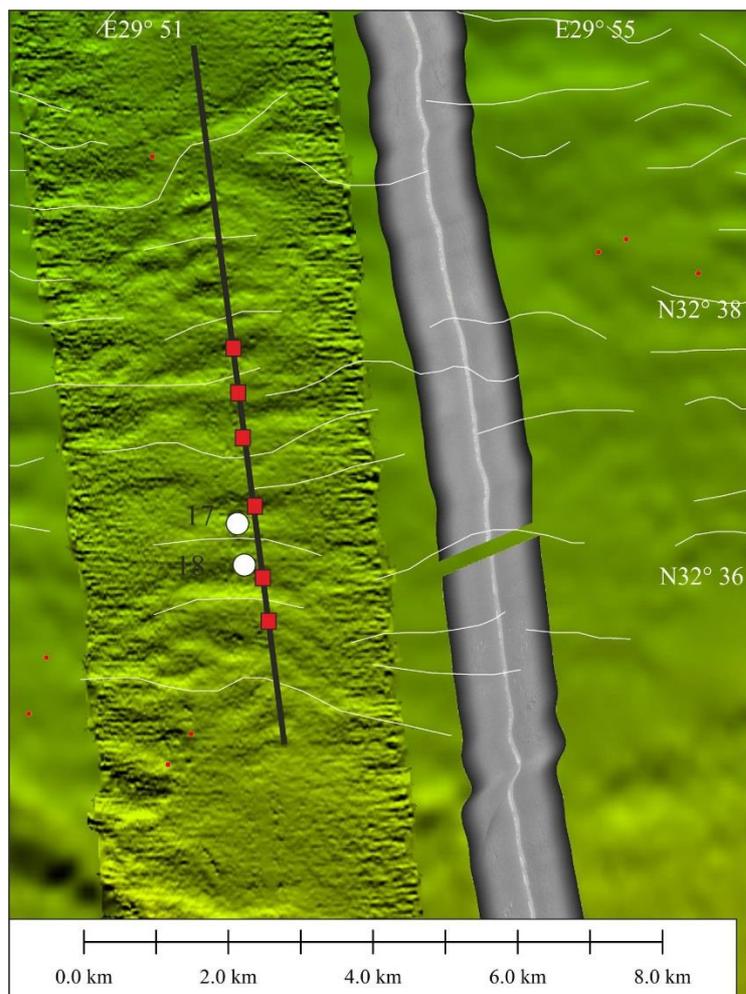


Figure 21 : Carte bathymétrique (EM302 et EM12) et image SAR illustrant la morphologie du fond marin dans la partie est de la zone d'étude. Les lignes blanches représentent les crêtes d'ondulations interprétées comme des sediment waves. La position prévisionnelle des carottes 17 à 18, des mesures Penfeld (carrés rouges, transect 6) et d'un profil Chirp est indiquée au travers de plusieurs sediment waves.

Numéro Carottes	Zone géographique	Coordonnées	Buts
1	Province Centrale, rectangle 1	N32° 30' 59.42 E29° 41' 20.23	Hydrates de gaz, géochimie des fluides interstitiels, rhéologie/lithofaciès, stratigraphie
2	Province Centrale, rectangle 1	N32° 31' 2.81 E29° 41' 12.38	Hydrates de gaz, géochimie des fluides interstitiels, lithofaciès
3	Province Centrale, rectangle 1	N32° 31' 4.86 E29° 41' 5.24	Hydrates de gaz, géochimie des fluides interstitiels, rhéologie/lithofaciès, stratigraphie
4	Province Centrale, rectangle 1	N32° 32' 56.85 E29° 38' 4.36	Hydrates de gaz, géochimie des fluides interstitiels, rhéologie/lithofaciès, stratigraphie
5	Province Centrale, rectangle 1	N32° 32' 58.79 E29° 38' 0.07	Hydrates de gaz, géochimie des fluides interstitiels, lithofaciès
6	Province Centrale, rectangle 1	N32° 33' 1.57 E29° 37' 55.36	Hydrates de gaz, géochimie des fluides interstitiels, rhéologie/lithofaciès, stratigraphie
7	Province Centrale, rectangle 1	N32° 33' 29.26 E29° 37' 5.83	Hydrates de gaz, géochimie des fluides interstitiels, rhéologie/lithofaciès, stratigraphie

8	Province Centrale, rectangle 1	N32° 33' 31.43 E29° 37' 1.40	Hydrates de gaz, géochimie des fluides interstitiels, lithofaciès
9	Province Centrale, rectangle 1	N32° 33' 36.15 E29° 36' 55.97	Hydrates de gaz, géochimie des fluides interstitiels, rhéologie/lithofaciès, stratigraphie
10	Province Centrale, rectangle 1	N32° 34' 11.69 E29° 37' 2.68	Hydrates de gaz, géochimie des fluides interstitiels, lithofaciès
11	Province Centrale, rectangle 2	N32° 38' 17.02 E29° 55' 49.80	Hydrates de gaz, géochimie des fluides interstitiels, lithofaciès
12	Province Centrale, rectangle 2	N32° 38' 16.67 E29° 56' 28.72	Hydrates de gaz, géochimie des fluides interstitiels, lithofaciès
13	Province Centrale, rectangle 1	N32° 30' 11.17 E29° 42' 17.57	Analyse impact des fluides sur rhéologie des dépôts, Analyse des lithofaciès associées aux structures de déformation, stratigraphie
14	Province Centrale, rectangle 1	N32° 29' 0.99 E29° 45' 20.55	Analyse impact des fluides sur rhéologie des dépôts, Analyse des lithofaciès associées aux structures de déformation, stratigraphie
15	Province centrale, rectangle 1	N32° 26' 57.97 E29° 46' 52.82	Analyse des lithofaciès et âge d'un mass-flow superficiel
16	Province centrale	N32° 43' 32.35 E29° 31' 29.85	Analyse impact des fluides sur rhéologie des dépôts, Analyse des lithofaciès associées aux structures de déformation, stratigraphie
17	Province Centrale	N32° 36' 29.82 E29° 51' 28.99	Analyse des lithofaciès associés aux sediment waves, rhéologie des dépôts, stratigraphie
18	Province Centrale	N32° 36' 13.70 E29° 51' 30.65	Analyse des lithofaciès associés aux sediment waves, rhéologie des dépôts, stratigraphie

Tableau 1 : Localisation géographique et intérêts des carottages prévus pendant SEAGAL.

Transects	Zone géographique	Coordonnées site	Buts
1	Province Centrale, rectangle 1	N32° 31' 0.27 E29° 41' 3.10	Mesures CPTU puis Vp
2	Province Centrale, rectangle 1	N32° 33' 14.26 E29° 37' 29.67	Mesures CPTU puis Vp
3	Province Centrale, rectangle 2	N32° 37' 57.76 E29° 55' 33.66	Mesures CPTU puis Vp
4	Province Centrale, rectangle 1	N32° 29' 55.03 E29° 42' 25.02	Mesures CPTU
5	Province centrale	N32° 37' 9.76 E29° 51' 24.85	Mesures CPTU
6	Province centrale	N32° 43' 57.18 E29° 32' 0.29	Mesures CPTU

Tableau 2 : Localisation géographique et intérêts des mesures Penfeld prévues pendant SEAGAL.

3. Calendrier prévisionnel des travaux

Temps total sur zone : 16 jours (voir Emploi du temps prévisionnel)

La campagne se déroulera en un seul leg au cours duquel seront mis en œuvre alternativement le sondeur multifaisceaux et le Chirp, le pénétromètre Penfeld et le carottier Calypso.

Un débarquement/embarquement du matériel et des personnels pourra avoir lieu en Crète, à Chypre ou à Rhodes.

Tableau général des opérations

Opérations	Longueurs (milles nautiques)	Vitesse (nœuds)	Virages	Divers	Temps
Sondeur Grands Fonds et Chirp	≈ 800	6-8	≈15		135 heures
Penfeld					120 heures
Carottages/flux de chaleur					135 heures
Durée totale de travail sur zone : 16 jours					

Emploi du temps prévisionnel

Jour	Opérations	Zone	Vitesse (nœuds)
Jour 1	Mise à disposition du navire		
Jour 2	Transit vers la Province centrale de la marge Nilotique		13
Jour 3	Sondeur Grands Fonds + Chirp	Province Centrale	6-8
Jour 4	Penfeld (CPTU, Transect 1, 12h)/ Sondeur GF + Chirp (nuit)	Province Centrale	6-8
Jour 5	Carottages/flux (jour)/ Sondeur GF + Chirp (nuit)	Province Centrale	6-8
Jour 6	Penfeld (Vp, Transect 1, 12h)/ Sondeur GF + Chirp (nuit)	Province Centrale	6-8
Jour 7	Carottages/flux (jour)/ Sondeur GF + Chirp (nuit)	Province Centrale	6-8
Jour 8	Penfeld (CPTU, Transect 2, 12h)/ Sondeur GF + Chirp (nuit)	Province Centrale	6-8
Jour 9	Carottages/flux (jour)/ Sondeur GF + Chirp (nuit)	Province Centrale	6-8
Jour 10	Penfeld (Vp, Transect 2, 12h)/ Sondeur GF + Chirp (nuit)	Province Centrale	6-8
Jour 11	Carottages/flux	Province Centrale	6-8
Jour 12	Penfeld (CPTU, Transect 3, 12h)/ Sondeur GF + Chirp (nuit)	Province Centrale	6-8
Jour 13	Penfeld (Vp, Transect 3, 12h)/Carottages/flux (nuit)	Province Centrale	6-8
Jour 14	Carottages/flux	Province Centrale	6-8
Jour 15	Penfeld (CPTU, Transect 4, 12h)/Carottages (nuit)	Province Centrale	
Jour 16	Penfeld (CPTU, Transect 5, 12h)/Carottages (nuit)	Province Centrale	6-8
Jour 17	Penfeld (CPTU, Transect 6, 12h)/Carottages (nuit)	Province Centrale	
Jour 18	Sondeur GF + Chirp	Province Centrale	6-8
Jour 19	Fin de la campagne, transit retour		13
Jour 20	Démobilisation		

4. Références

- Migeon, S., Ceramicola, S., Praeg, D., Ducassou, E., Dano, A., Ketzer, J.M., Mary, F., Mascle, J., 2014. Post-failure processes on the continental slope of the Central Nile Deep-Sea Fan: interactions between fluid seepage, sediment deformation and sediment-wave construction, in: Krastel, S., Behrmann, J.-H., Völker, D., Stipp, M., Berndt, C., Urgeles, R., Chaytor, J.D., Huhn, K., Strasser, M., Harbitz, C.B. (Eds.), *Submarine Mass Movements and Their Consequences*. Springer International Publishing, Switzerland, pp. 117-127.
- Miller DJ, Ketzer JM, Viana AR, Kowsmann RO, Freire AF, Oreiro SG, Augustin AH, Lourega RV, Rodrigues LF, Heemann R, Preissler AG, Machado CX, Sbrissa GF (2015). Natural gas hydrates in

- the Rio Grande Cone (Brazil): A new province in the western South Atlantic. *Marine and Petroleum Geology* 67,187-196.
- Praeg, D., Ketzer, J.M., Augustin, A.H., Migeon, S., Ceramicola, S., Dano, A., Ducassou, E., Dupré, S., Mascle, J., Rodrigues, L.F., 2014. Fluid seepage in relation to seabed deformation on the Central Nile Deep-Sea Fan, Part 2: evidences from multibeam and sidescan imagery, in: Krastel, S., Behrmann, J.-H., Völker, D., Stipp, M., Berndt, C., Urgeles, R., Chaytor, J.D., Huhn, K., Strasser, M., Harbitz, C.B. (Eds.), *Submarine Mass Movements and Their Consequences*. Springer International Publishing, Switzerland, pp. 141-150.
- Römer, M., Sahling, H., Pape, T., dos Santos Ferreira, C., Wenzhöfer, F., Boetius, A., Bohrmann, G., 2014. Methane fluxes and carbonate deposits at a cold seep area of the Central Nile Deep Sea Fan, Eastern Mediterranean Sea. *Marine Geology* 347, 27-42.
- Sultan, N., Marsset, B., Ker, S., Marsset, T., Voisset, M., Vernant, A.M., Bayon, G., Cauquil, E., Adamy, J., Colliat, J.L., Drapeau, D., 2010. Hydrate dissolution as a potential mechanism for pockmark formation in the Niger delta. *Journal of Geophysical Research* 115, B08101.
- Woodside, J., Ivanov, M.K., Limonov, A.F., 1998. Shallow gas and gas hydrates in the Anaximander Mountains region, Eastern Mediterranean Sea, in: Geological Society, L. (Ed.), *Gas hydrates: Relevance to World Margin Stability and Climate Change*, pp. 177-193.

Proposition de campagne à la mer
Flotte Océanographique Française
Appel d'offre 2018

MOYENS NAVALS REQUIS	NOM DE LA CAMPAGNE : SEAGAL
-----------------------------	------------------------------------

MOYENS A METTRE EN OEUVRE

Navire support

Choix du navire :

Nous choisissons préférentiellement le Marion Dufresne pour la capacité de son sondeur multifaisceaux Grands Fonds à acquérir simultanément la colonne d'eau et la bathymétrie/réflexivité, et pour son carottier Calypso car des carottes longues seront indispensables pour les investigations pluridisciplinaires que nous voulons réaliser sur les fluides et leurs sédiments encaissant.

Nom du navire	Commentaires, précisions	Priorité
Marion Dufresne		1

Equipements fixes du navire demandés au gestionnaire technique

Nom de l'équipement	Commentaires et précisions	Equipement dont l'absence entrainerait l'annulation de la campagne
Sondeur Multifaisceau Grands Fonds 12/24 kHz	Acquisition simultanée colonne d'eau et bathymétrie/réflexivité	OUI
Sondeurs de sédiments	Analyse subsurface des conduits de fluides et déformations de la couverture sédimentaire	OUI
Positionnement acoustique		NON
Sondeur Mono Faisceau EK80	Identification des panaches de gaz libre dans la colonne d'eau	NON
GPS		NON
Carottage	Carottages longs pour analyses géochimiques/géotechniques	OUI

Equipements mobiles du navire demandés au gestionnaire technique

Nom de l'équipement	Commentaires et précisions	Equipement dont l'absence entrainerait l'annulation de la campagne
Penfeld	Analyse in situ de la rhéologie des dépôts affectés ou non par les circulations de fluides	OUI

Engins demandés au gestionnaire technique

Nom de l'engin	Commentaires, précisions, priorités	Equipement dont l'absence entrainerait l'annulation de la campagne

Equipements mobiles des engins demandés au gestionnaire technique

Nom de l'équipement (engin)	Commentaires, précisions, priorités	Equipement dont l'absence entrainerait l'annulation de la campagne

Types de laboratoire et outils informatiques demandés

Laboratoire mesures MSCL
 Laboratoire sec pour description des carottes
 Laboratoire humide pour extraction eau interstitielle

Proposition de campagne à la mer
Flotte Océanographique Française
Appel d'offre 2018

MOYENS NAVALS REQUIS	NOM DE LA CAMPAGNE : SEAGAL
-----------------------------	------------------------------------

MATERIEL PROPRE A L'EQUIPE DEMANDEUSE

Matériel propre de l'équipe demandeuse (existant ou à acquérir)

Nom de l'équipement, marque, type, constituant	Origine du matériel	Matériel existant (E) ou à acquérir (A)
Sonde Hukseflux TPSYS02	UPMC	E
Equipement extraction eau interstitielle	PUCRS	E
Station de travail Sonarscope/Caraibes	Géoazur	E
Station de travail Geocluster	Géoazur	A
Lance flux de chaleur	PUCRS	E

Interfaçage éventuel à prévoir avec les engins ou les navires

Liste des produits chimiques et radioactifs embarqués

Moyens terrestres à mettre en oeuvre

Voir document "Analyse et traitement"

Proposition de campagne à la mer
Flotte Océanographique Française
Appel d'offre 2018

ECHANTILLONS ET DONNEES	NOM DE LA CAMPAGNE : SEAGAL
--------------------------------	------------------------------------

ANALYSE ET TRAITEMENT DES ECHANTILLONS ET DES DONNEES

ANALYSE ET TRAITEMENT DES ECHANTILLONS ET DES DONNEES

1. Analyses et traitements des données et échantillons effectués à bord

1.1. Les données hydroacoustiques

Les données de la colonne d'eau, de la bathymétrie et de la réflectivité du sondeur multifaisceaux Grands Fonds et les profils Chirp seront directement traités à bord afin que l'équipe embarquée puisse commencer leur analyse et interprétation. Les données de bathymétrie/réflectivité seront traitées à l'aide du logiciel Caribes ou Sonarscope pour produire des MNT à 15-25 m en fonction de la qualité de la donnée brute.

1.2. Les données Penfeld

Les données enregistrées par le Penfeld pendant les 12h consécutives seront téléchargées et traitées légèrement avant interprétation. Dans un premier temps, les données correspondront à des signaux électriques à transformer en mesures de pression. Ensuite, il faudra corriger les effets sur la résistance en pointe de la propre configuration du cône de mesure. Une fois les données traitées, les profils continus de la résistance en pointe (qc), la friction latérale (fs) et l'excès de pression généré lors de l'essai (u) pourront être interprétés. Directement à bord, il sera possible d'identifier le type de sédiment investigué par le Penfeld en combinant les paramètres directs mesurés avec de paramètres dérivés (comme par exemple le ratio de friction ou de pression). Cela revient à réaliser une classification de sols à partir de mesures de CPTU. Ensuite, ces profils pourront être corrélés à la sismique de surface (Chirp) qui aura été acquise le long de la séquence de stations Penfeld.

1.3. Les mesures de flux de chaleur

Une fois la lance à bord, les données enregistrées par les thermistances seront téléchargées afin de vérifier que les mesures ont bien atteint un état d'équilibre et d'extraire les valeurs permettant de construire les profils de température en fonction de la profondeur. La conductivité thermique des sédiments sera mesurée sur des carottes Calypso, collectées sur les mêmes sites ou des sites voisins, à différentes profondeurs dans les carottes avec une sonde Hukseflux TPSYS02.

1.4. Les données des carottes sédimentaires

Pour les carottes, nous ferons des mesures non-destructives avant l'ouverture, en utilisant le banc MSCL présent à bord du Marion Dufresne et une caméra thermique infrarouge portative de l'IPR-PUCRS pour détecter la présence d'hydrates de gaz. Puis nous ouvrirons à bord l'essentiel des carottes collectées, en priorité celles provenant des *pockmarks* et pour lesquelles des échantillons géochimiques doivent être prélevés le plus vite possible. Les carottes ainsi que les échantillons seront réfrigérés à 4°C pendant le temps de la campagne.

Sur les carottes, les travaux toucheront à plusieurs thèmes :

- la sédimentologie : une analyse comprenant le passage des sections non ouvertes au banc MSCL afin d'obtenir les enregistrements en continu des paramètres de densité, susceptibilité magnétique et vitesse du son, puis l'ouverture des sections, la prise de photographie numérique, la réalisation de logs lithologiques détaillés (description centimétrique montrant la variation verticale des faciès, présence de structures sédimentaires, d'échappements de fluides, des structures de remaniement post-dépôt, bioturbation, couleur) servant de base de référence pour les études ultérieures (Géoazur).

- la stratigraphie : afin d'obtenir des modèles d'âge, les carottes seront échantillonnées à bord pour faire à terre des analyses des foraminifères planctoniques et benthiques. Des tephras ont également été reconnus et datés dans certaines carottes déjà disponibles (Géoazur). L'échantillonnage sera effectué sur les demies-carottes « Travail », à l'aide de seringues conditionnées ensuite sous sac plastique. Pour les carottes de référence, l'échantillonnage sera réalisé tous les 10 cm. Dans les carottes contenant des hydrates de gaz et dans celles collectées dans les *pockmarks*, il sera réalisé tous les 20 cm.

- les carbonates authigéniques : quand elles seront retrouvées dans les carottes, les concrétions de carbonates authigéniques seront échantillonnées. Les concrétions seront extraites des carottes puis lavées et stockées dans des sacs plastiques à température ambiante.

- la géochimie : les échantillons incluront du sédiment, de l'eau interstitielle, du gaz (dissous ou libre dans la porosité) et des hydrates de gaz (si collectés). Sur les demies-carottes « Travail », les échantillons pour la géochimie seront collectés sur une épaisseur de 30 cm tous les 1,5 m et stockés dans des sacs plastiques scellés à une température de 4°C pour des analyses ultérieures. Les échantillons pour l'eau interstitielle seront collectés sur une épaisseur de 30 cm tous les 0,5 m. Ils seront directement pressés à bord par des équipements dédiés (*squeezers*). Les eaux interstitielles seront collectées par des seringues de 50 ml reliées à chaque squeezer. 10 ml d'eau interstitielle seront utilisés à bord pour des mesures et analyses du pH, de l'ammoniac dissous, de l'alcalinité totale, des sulphides et du potentiel redox. Les 40 ml restant seront stockés dans des bouteilles plastiques à 4°C pour des analyses ultérieures. Les échantillons pour l'analyse des gaz seront collectés au sommet de chaque section de carottes. Ils seront collectés avec une spatule et placés dans un récipient IsoJar avec de l'eau distillée et 5 gouttes du bactéricide Zephiran Chloride pour éliminer toute activité microbienne. Les IsoJar seront réfrigérées à 4°C. Les hydrates de gaz collectés seront préservés dans des bouteilles d'azote liquide pour des analyses ultérieures.

- la géotechnique : en complément des données du Penfeld, nous proposons de réaliser des mesures géotechniques en laboratoire (mesures scissométriques et tests tri-axiaux). Pour les analyses sous presse triaxiale, des sections de 30 cm de long seront découpées au milieu des sections de 1,50 m avant leur ouverture et seront conditionnées pour être envoyées et stockées à Géoazur pour analyse. En fonction de la longueur des carottes, 3 à 4 échantillons seront ainsi prélevés et conditionnés à différentes profondeurs.

2. Analyses et traitements des échantillons et données effectués à terre

2.1. Les données hydroacoustiques

Les données de réflectivité seront également analysées suivant le processus de segmentation. La réflectivité enregistrée sur l'image acoustique ne dépend pas que de la nature du fond marin mais aussi de l'angle d'incidence du signal acoustique émis par le sondeur multifaisceaux. Pour pouvoir interpréter l'image en terme de variations lithologiques, il faut éliminer ou intégrer la dépendance angulaire de la réflectivité. La segmentation consiste alors à réaliser une partition de l'imagerie en zones acoustiquement homogènes en s'appuyant sur des descripteurs physiques : les courbes de réflectivité ou courbes BS (*Backscattering Strength*) reliant l'indice de rétrodiffusion du fond marin à l'angle d'incidence du signal (Unterseh, 1999). La segmentation permet donc de décomposer l'image acoustique complexe en un nombre limité de faciès acoustiques délimités et repérés géographiquement, l'image segmentée s'apparentant à une carte de leur répartition spatiale. Chaque faciès étant associé à une valeur particulière de l'indice de rétrodiffusion, il devient possible de les confronter avec les données géologiques (observations *in situ*, carottes, Chirp) et proposer une interprétation géoacoustique correspondant à un phénomène géologique. Les nouvelles données seront rajoutées aux bases SIG et Kingdom Suites existantes sur la marge nilotique à Géoazur.

2.2. Les données Penfeld

Les données Penfeld seront prêtes à être interprétées à bord. Aucun traitement additionnel ne sera nécessaire à terre en plus de leur interprétation.

2.3 Les données géothermiques

Les données thermiques du Penfeld seront comparées avec des données acquises avec la lance équipée de thermistances, afin de calculer le gradient géothermique de chaque site, leur courbure fournissant des informations sur les flux des fluides montant et descendant. Les flux de chaleur seront ensuite calculés à partir de la conductivité thermique des sédiments mesurée sur les sédiments des carottes Calypso voisines. Ces données seront utilisées pour reconstruire le champ thermique lié avec la circulation des

fluides dans les *pockmarks* et pour comprendre, avec des données sur la composition des fluides interstitielles (section 2.4.5), son influence sur la stabilité des hydrates de gaz (Fig. 2).

2.4. Les données sédimentaires

Pour les carottes, les travaux toucheront à plusieurs thèmes :

2.4.1 - La sédimentologie : une analyse sédimentologique des lithofaciès (structures sédimentaires et tectoniques, granularité, granoclassement, composant) par radioscopie numérique rX (SCOPIX, Université Bordeaux1), microgranulomètre laser (Géoazur), susceptibilité magnétique (Géoazur), lames minces imprégnées et frottis (Université Bordeaux1) seront réalisées afin d'étudier la dynamique de transport et de dépôt des particules dans la Province Centrale. Dans les zones de glissements telles que les structures de déformation, la méthode de radioscopie sera particulièrement utile et efficace pour observer et analyser les microfailles et microplis et reconstituer la dynamique de déformation interne de la masse qui a bougée (Garziglia et al., 2008).

2.4.2 - La stratigraphie : les échantillons collectés seront lavés afin de séparer la fraction fine (silt et argile). Une analyse de la teneur en carbonates sera réalisée sur la fraction fine (calcimètre Bernard). La fraction la plus grossière contenant des foraminifères planctoniques et benthiques sera triée et décrite pour permettre l'utilisation d'une méthodologie stratigraphique très haute résolution unique, spécialement adaptée aux environnements marins turbiditiques, afin de dater la mise en place des séries sédimentaires (Ducassou et al., 2007). Cette méthodologie se base sur une approche multi-méthode incluant le $\delta^{18}\text{O}$, les datations ^{14}C , la téphrochronologie et surtout l'écostratigraphie des foraminifères planctoniques. Cette écostratigraphie est une étude micropaléontologique basée sur la fréquence relative de l'ensemble des espèces et qui montre une succession d'assemblages, appelés écozones car elles correspondent à des conditions environnementales spécifiques. Une succession de 29 écozones a été identifiée pour les derniers 250 ka (Ducassou et al., 2007), leurs limites étant contraintes par la courbe des isotopes de l'oxygène, la téphrochronologie, la chronologie des sapropèles. L'écostratigraphie est aussi précise que la stratigraphie isotopique mais ne nécessite pas un enregistrement continu ; elle peut donc être appliquée dans les séries discontinues typiques des environnements turbiditiques soumis aux processus d'érosion. Cette méthodologie stratigraphique permettra de préciser l'âge des dépôts et des processus d'érosion, des séries déplacées, ainsi que les taux de sédimentation selon les périodes de temps considérées. La haute résolution souhaitée (signal climatique régional séculaire à décennal) dépendra directement de la résolution (taux de sédimentation) des carottes prélevées. Le but d'une telle résolution est de pouvoir dater quasi individuellement les processus sédimentaires mais surtout de pouvoir calculer des flux sédimentaires tant pour un cycle climatique que pour un court épisode climatique. Grâce à l'écostratigraphie établie sur la marge nilotique, on a déjà pu observer que les taux de sédimentation en période pluviale sont entre 3 et 4 fois plus forts que pendant les périodes arides. L'écostratigraphie donne aussi directement le cadre paléo-environnemental de la marge étudiée, les assemblages de foraminifères planctoniques fournissant des indications climatiques (gammes de paléo-températures, saisonnalité, stratification ou mélange des masses d'eaux, présence d'eau douce en surface).

2.4.3 - La paléo-thermométrie Mg/Ca : les foraminifères planctoniques et surtout benthiques triés pour les analyses stratigraphiques seront aussi utilisés pour la mesure du rapport Mg/Ca afin de reconstruire l'évolution des températures, à la fois dans les eaux de surface et dans les eaux de fond. Les échantillons seront lavés et analysés selon des méthodes standard (e.g. Greaves et al. 2008). Les résultats obtenus à partir des foraminifères planctoniques seront comparés à ceux déjà obtenus sur la marge nilotique (Thèse en cours, L. Bastian, Géoazur). Les résultats issus de l'analyse des foraminifères benthiques seront utilisés dans leur cadre stratigraphique pour la modélisation des changements du domaine de stabilité des hydrates de gaz au cours du temps.

2.4.4 - Les encroutements carbonatés : les concrétions seront lavées, photographiées et décrites. Un même nombre de chaque concrétion sera analysé par XRD pour une caractérisation minéralogique. Des lames minces seront réalisées pour une description et analyse pétrologique sous microscope afin de déterminer la texture, les phases de cimentation et les précipitations diagénétiques. Quelques échantillons seront sélectionnés pour des analyses isotopiques ($^{16}\text{O}/^{18}\text{O}$ et $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$) pour obtenir des informations sur la température de l'eau au moment de la précipitation des carbonates authigéniques, la source du carbone (hydrates de gaz, méthane biogénique/thermogénique, CO_2 , HCO_3 de l'eau de mer).

Des analyses du ^{14}C montreront si le carbone de ces concrétions est plutôt moderne ou ancien. Des datations par U/Th fourniront des informations sur l'histoire de la formation des carbonates authigéniques (Bayon et al., 2009).

2.4.5 - *La géochimie* : les analyses géochimiques effectuées sur les transects de carottes seront utilisées pour caractériser la composition des fluides interstitiels et leur flux le long des structures d'échappement. Elles compléteront les mesures de flux de chaleur afin de tester les modèles de fonctionnement des cheminées enracinées dans la zone de stabilité des hydrates (Fig. 2). Afin d'atteindre cet objectif phare de la campagne, les analyses suivantes seront réalisées sur différents types d'échantillons.

Les échantillons de sédiment seront utilisés pour des analyses de C, H, N, S, TOC et TOMI (*total organic matter input*). Le profil de carbone organique analysé dans la séquence sédimentaire fournit des informations sur les variations des processus de dépôt. Toutefois, cette interprétation réclame aussi une connaissance de la qualité de la matière organique et de son origine (marine vs continentale) et de son degré d'oxydation au moment du dépôt.

Les analyses d'eau interstitielle incluront la mesure de la concentration en chlore, sulfate, nitrate, métaux dissous, et carbone inorganique dissous (DIC). Ce dernier sera aussi analysé selon sa composition en d^{13}C . Les profils de chlore seront utilisés pour analyser la salinité des eaux interstitielles et éventuellement la dissociation des hydrates de gaz qui aurait pu se produire pendant le carottage. Les sulfates, nitrates et métaux dissous permettront d'identifier des zones géochimiques dans le sédiment. En particulier, les profils de sulfates associés aux profils de concentration en méthane permettront de déterminer la profondeur de la transition sulfate-méthane (un paramètre important pour déterminer le flux de gaz dans les sédiments).

Les échantillons de gaz seront analysés pour leur composition (hydrocarbures légers C1-C5, CO, CO₂, H₂S) et leurs isotopes stables ($\delta^{13}\text{C}$, dD). La composition en hydrocarbures fournit la base permettant de distinguer les gaz biogéniques et thermogéniques. Les gaz biogéniques ont un rapport C1/C2+ supérieur à 1000, ce qui signifie que le mélange est presque exclusivement composé de C1. Les gaz thermogéniques sont composés d'une grande quantité de molécules légères, avec un rapport C1/C2+ compris entre 0 et 100. L'analyse isotopique permettra aussi de définir l'origine du gaz (thermo vs biogénique) : le CH₄ thermogénique est généralement, mais pas exclusivement, enrichi en ^{13}C par comparaison au CH₄ bactérien. Il a un $\delta^{13}\text{C}$ compris entre -50‰ et -20‰. Le rapport des isotopes de l'hydrogène du CH₄ thermogénique est compris entre -275‰ et -100‰. Le CH₄ bactérien a un $\delta^{13}\text{C}$ compris entre -110‰ et -50‰, et un δD compris entre -400‰ et -150‰.

Les échantillons d'hydrates de gaz seront placés dans un IsoJar et laissés à se dissocier à température ambiante. Le gaz formé sera récupéré et analysé pour sa composition (hydrocarbures légers C1-C5, CO, CO₂, H₂S) et ses isotopes stables ($\delta^{13}\text{C}$, dD). La structure cristalline des hydrates sera analysée avec un diffractomètre rX associé à une cellule réfrigérante (-196°C).

2.4.6 - *La géotechnique* : une analyse géotechnique sera effectuée sur les carottes prélevées à proximité de sorties de fluides et dans les structures de déformation. Elle sera basée sur des mesures scissométriques et des analyses sous presse triaxiale afin de comprendre l'action des fluides circulant dans les sédiments sur l'évolution de leur stabilité. 1) Le scissomètre permet de mesurer la résistance au cisaillement non drainé (Su en kPa). Les mesures scissométriques seront réalisées une fois de retour au laboratoire sur le demie-carotte « Travail » à partir d'un système VJT5300 (Géoazur) et avec un pas de 50 cm. Ce scissomètre permet de créer une force de cisaillement via une vanne motorisée reliée à un ressort puis une pale dans le sédiment. La mesure effectuée correspond à l'angle de torsion maximale du ressort tant que la pale est retenue par le sédiment. L'aspect non drainé est inhérent à la rotation mécanique de la vanne, assez rapide (12°/min) pour qu'il n'y ait pas d'écoulement d'eau interstitielle. Ce paramètre mécanique dépend du type de sédiment, de la teneur en eau et de l'état de consolidation du milieu. Lors de la première mesure l'échantillon reste intact dans la carotte ce qui permet d'obtenir une valeur de résistance « pic » du sédiment. Une deuxième valeur dite « résiduelle » est ensuite obtenue en remaniant le sédiment avant de réitérer l'opération. La répétition de ces mesures tout au long de la carotte permet d'évaluer l'évolution de la résistance (maximale et résiduelle) en fonction de la profondeur. 2) Les essais mécaniques triaxiaux permettent de tester en laboratoire la résistance au

cisaillement maximale des sédiments en condition drainées ou non-drainées. A Géoazur, ces essais seront effectués selon le protocole consolidé et non drainé (CU) avec mesure de la pression interstitielle (u). Ces tests comprennent une première étape de saturation et consolidation isotrope des éprouvettes ($\sigma_3 = \sigma_2 = \sigma_1$). Une fois consolidée, le drainage est fermé et l'étape de cisaillement démarre. Un déviateur de contrainte ($q = \sigma_1 - \sigma_3$) est appliqué à la verticale du cylindre. L'éprouvette étant saturé et l'essai non drainé, le test se déroule à volume constant. De ces résultats, il sera alors possible de définir les paramètres mécaniques qui régissent la résistance du sédiment.

2.5. Modélisation de la stabilité des hydrates de gaz

A proximité et dans les structures d'échappement de fluides, la modélisation de la stabilité des hydrates de gaz sera calculée à partir des estimations des paléo-températures des eaux de fond et de la composition des fluides interstitiels (salinité, gaz). Les courbes de limites de phases des hydrates de gaz seront dérivées de Sloan (1998) et seront utilisées pour comprendre si les structures d'échappement de fluides contiennent des fluides salés et/ou tièdes qui ont localement aminci la zone de stabilité des hydrates ou bien si elles contiennent des fluides plus froids avec une salinité/composition en gaz permettant de suivre la limite de stabilité des hydrates (Fig. 2). Les variations de l'épaisseur et la profondeur de la limite de stabilité des hydrates seront calculées avec un programme en C+ développé à Jacobs University Bremen suivant le protocole de Rao et al. (1999), et déjà appliqué pour estimer la zone de stabilité des hydrates à l'échelle de la marge nilotique (Praeg et al. 2008).

3. Stockage des données

Les données brutes seront archivées à la fois à SISMER et à Géoazur. Les données traitées seront archivées à Géoazur et seront ajoutées au SIG Nil qui a été développé depuis 2007.

Toutes les carottes seront stockées à l'UMR Géoazur où le laboratoire de sédimentologie permettra aux utilisateurs de disposer pleinement des carottes et d'effectuer des prélèvements et des analyses standard (ouverture, photographies numériques, microgranulométrie laser, teneur en carbonates, susceptibilité magnétique, spectrophotocolorimètre, analyses géotechniques, échantillonnage). Les échantillons conditionnés à bord pour les analyses géochimiques/géobiologiques seront envoyés et stockés à la PUCRS (Brésil).

4. Prévision et calendrier de publication des résultats

L'ensemble des résultats obtenus directement à bord, tels que les logs lithologiques de description des carottes, les mesures du banc MSCL, les cartes de bathymétrie/réflexivité, les profils Chirp, les profils sismiques traités, feront l'objet d'une mise en forme quotidienne au cours de la campagne. Ces données ainsi que leurs premiers éléments d'interprétation constitueront un rapport provisoire de fin de campagne. Un rapport plus détaillé sera finalisé dans les 3 mois suivant la fin de la campagne.

Les nouvelles données collectées dans la Province Centrale de la marge Nilotique devraient permettre des avancées spectaculaires dans la compréhension des sorties de fluides de type *pockmarks* et de leur impact sur la stabilité de la couverture sédimentaire. Les données issues de l'enregistrement de la colonne d'eau, de la bathymétrie/réflexivité et du Chirp seront les plus rapidement traitées et leur interprétation commencera au cours de la campagne. Les résultats issus de ces données pourront donc faire l'objet de premiers articles touchant à la distribution et l'activité des *pockmarks* dans les 18-24 mois suivant la fin de la campagne. Les analyses sédimentologiques, géochimiques et géotechniques nécessitent un travail de laboratoire plus long et un budget plus élevé. Les résultats issus de ces approches devraient faire l'objet d'articles touchant au fonctionnement des *pockmarks* en relation avec un système à hydrates de gaz, à l'impact des circulations de fluides sur la déformation de la couverture sédimentaire et aux processus de transport/dépôt sur la pente continentale dans les 24-36 mois suivant la fin de la campagne. Durant cette période, les résultats obtenus par les différentes personnes impliquées dans le dépouillement des données seront progressivement présentés dans des congrès nationaux (ASF, RST) et internationaux (EGU, AGU, IAS, Submarine Mass Movements and Their Consequences, International Conference on Gas Hydrates).

Dans l'année universitaire suivant la fin de la campagne, nous prévoyons de déposer un sujet de thèse auprès de l'école doctorale de l'Université de Nice Sophia Antipolis avec pour thématique l'impact des sorties de fluides sur la déstabilisation de la couverture sédimentaire à partir d'une approche géophysique, géotechnique et sédimentologique (encadrement assuré par Sara Lafuerza et Sébastien Migeon), et un sujet de thèse auprès de l'école doctorale de l'UPMC avec pour thématique la compréhension de la distribution et du fonctionnement des *pockmarks* à partir d'une approche géophysique (encadrement assuré par Alain Rabaute, Elia d'Acremont, Christian Gorini). Au Brésil, un sujet de thèse sera déposé auprès de la PUCRS avec pour thématique la compréhension du fonctionnement des *pockmarks* en relation avec un système à hydrates de gaz par une approche géophysique et géochimique (encadrement assuré par João Marcelo Ketzer et Daniel Praeg).

5. Références

- Bayon, G., Henderson, G.M., Bohn, M., 2009. U-Th stratigraphy of a cold seep carbonate crust. *Chemical Geology* 260, 47-56.
- Ducassou, E., Capotondi, L., Murat, A., Bernasconi, S., Mulder, T., Gonthier, E., Migeon, S., Duprat, J., Giraudeau, J., Mascle, J., 2007. Multiproxy Late Quaternary stratigraphy of the Nile deep-sea turbidite system -- Towards a chronology of deep-sea terrigenous systems. *Sedimentary Geology* 200, 1-13.
- Garziglia, S., Migeon, S., Ducassou, E., Loncke, L., Mascle, J., 2008. Mass-transport deposits on the Rosetta province (NW Nile Dea-sea turbidite system, Egyptian margin): characteristics, distribution, and potential causal processes. *Marine Geology* 250, 180-198.
- Greaves, M. and 40 co-authors (2008). Interlaboratory comparison study of calibration standards for foraminiferal Mg/Ca thermometry. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems* 9, Q08010 [doi:10.1029/2008GC001974](https://doi.org/10.1029/2008GC001974)
- Praeg, D., Geletti, R., Mascle, J., Unnithan, V., Harmegnies, F., 2008. Geophysical exploration for gas hydrates in the Mediterranean Sea and a bottom-simulating reflection on the Nile Fan, 27th national congress of GNGTS, Trieste (Italy), pp. 467-469.
- Rao, Y.H. (1999). C-program for the calculation of gas hydrate stability zone thickness. *Computers and Geosciences*, 25, 705-707.
- Sloan, E.D. Jr. (1998). *Clathrate hydrates of natural gasses, 2nd ed.* Marcel Dekker, New York, USA, 705 pp. + CD-Rom.
- Unterseh, S., 1999. Cartographie et caractérisation du fond marin par sondeur multifaisceaux. Institut Nationale Polytechnique de Lorraine, Nancy, p. 234.

Proposition de campagne à la mer
Flotte Océanographique Française
Appel d'offre 2018

EQUIPE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE	NOM DE LA CAMPAGNE : SEAGAL
---	------------------------------------

EQUIPE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

Equipe demandeuse :

Chef de mission : MIGEON Sebastien

Autres chefs de mission :

Equipe embarquée :

Nom Prénom	Spécialité	Responsabilité	Organisme	Nationalité	Statut	Leg
Migeon Sébastien	Géosciences	Carottages, description	Université Pierre et Marie Curie	F	Ens. ch.	
Revel-Rolland Marie	Géosciences	Carottages, description	Université de Nice-Sophia Antipolis	F	Ens. ch.	
Dano Alexandre	Géosciences	Traitement bathymétrie/backscatter	CNRS	F	ITA	
Ratzov Gueorgui	Géosciences	Carottages, description, Chirp	Université de Nice Sophia Antipolis	F	Ens. ch.	
Oregoni Davide	Electronique	Chirp, carottages, Mesures MSCL	Observatoire Côte d'Azur	E	ITA	
Schenini Laure	Informatique	Traitement données géophysiques	IRD	F	ITA	
Mary Flore	Géosciences	Carottages, description	Université Pierre et Marie Curie	F	Doct	
Zanti Mathieu	Géosciences	Carottages, mesures MSCL	Université de Nice Sophia ANTIPOLIS	F	ITA	
D'Acremont Elia	Géosciences	Interprétation Chirp, carottages	Université Pierre et Marie Curie	F	Ens. ch.	
Rabaute Alain	Géosciences	Interprétation réflectivité, Chirp, carottages	Université Pierre et Marie Curie	F	Ens. ch.	
Poort Jeffrey	Géosciences	Flux de chaleur, Mesures MSCL	Université Pierre et Marie Curie	E	ITA	
Gorini Christian	Géosciences	Interprétation Chirp, carottages	Université Pierre et Marie Curie	F	Ens. ch.	
Lafuerza Sara	Géosciences	Carottages, Penfeld, Chirp	Université Pierre et Marie Curie	E	Ens. ch.	
Ducassou Emmanuelle	Géosciences	Carottages, description	Université Bordeaux1	F	Ens. ch.	
Praeg Daniel	Géosciences	Traitement colonne d'eau, carottages	OGS	E	Ch	
Ceramicola Silvia	Géosciences	Chirp, carottages	OGS	E	Ch	
Mostafa Alaa	Géologie	Carottages, Chirp	Université d'Alexandrie	A	Ch	
Ibrahim Mohamed	Géologie	Carottages, Chirp	Université d'Alexandrie	A	Ch	
Medina Ketzner Joao Marcelo	Géosciences	Carottages, Chirp, géochimie	PUCRS	A	Ens. ch.	
Siqueira Tiago	Géosciences	Carottages, géochimie	PUCRS	A	Ch	
Claas Lennon	Géosciences	Carottages, géochimie	PUCRS	A	ITA	

Proposition de campagne à la mer
Flotte Océanographique Française
Appel d'offre 2018

Nom Prénom	Spécialité	Responsabilité	Organisme	Nationalité	Statut	Leg
Jardim Constant Marcelo	Géosciences	Carottages, géochimie	PUCRS	A	ITA	
Heeman Roberto	Géosciences	Carottages, géochimie	PUCRS	A	Ens. ch.	
Iglesias Rodrigo	Géosciences	Carottages, géochimie	PUCRS	A	Ens. ch.	
Medina-Silva Renata	Micro biologie	Carottages, géochimie	PUCRS	A	Ens. ch.	
Rodrigues de Oliveira Rafael	Micro biologie	Carottages, géochimie	PUCRS	A	Ch	
Augustin Adolpho Herbert	Géosciences	Colonne d'eau, carottages, flux de chaleur	PUCRS	A	Ch	
Rodrigues Luiz	Géosciences	Carottages, géochimie	PUCRS	A	Ch	
Romio Cristiane	Géosciences	Carottages, géochimie	PUCRS	A	Ch	
Santos Victor	Géosciences	Carottages, géochimie	PUCRS	A	ITA	
Martinho Pozocco Caroline Thais	Géosciences	Carottages, description, Chirp	PUCRS	A	Ens. ch.	
Unnitham Vikram	Autre	Bathymétrie, Chirp	Jacobs University Bremen	E	Ens. ch.	

Equipe participant au dépouillement à terre :

Nom	Prénom	Laboratoire	Spécialité	Responsabilité	Temps consacré
Gorini	Christian	ISTEP	Géosciences	Analyse Chirp	
Dano	Alexandre	Géoazur	Géosciences	Traitement bathymétrie/ backscatter, analyse réflectivité (segmentation) et colonne d'eau	
Schenini	Laure	Géoazur	Informatique	Traitement données géophysiques	
D'Acromont	Elia	ISTEP	Géosciences	Analyse Chirp	
Rabaute	Alain	ISTEP	Géosciences	Analyse bathymétrie et réflectivité	
Mary	Flore	Géoazur	Géosciences	Analyses sédimentologiques	
Revel-Rolland	Marie	Géoazur	Géosciences	Analyses stratigraphiques	
Migeon	Sébastien	Géoazur	Géosciences	Analyses sédimentologiques et géotechniques	
Rodrigues de Oliveira	Rafael	Institute of Petroleum and Natural resources	Micro biologie	Analyses microbiologiques	
Siqueira	Tiago	Institute of Petroleum and Natural resources	Géosciences	Analyses géochimiques	
Heeman	Roberto	Institute of Petroleum and Natural resources	Géosciences	Analyses géochimiques	
Santos	Victor	Institute of Petroleum and Natural resources	Géosciences	Analyses géochimiques	

Proposition de campagne à la mer
Flotte Océanographique Française
Appel d'offre 2018

Nom	Prénom	Laboratoire	Spécialité	Responsabilité	Temps consacré
Rodrigues	Luiz	Institute of Petroleum and Natural resources	Géosciences	Analyses géochimiques	
Martinho Pozocco	Caroline Thais	Institute of Petroleum and Natural resources	Géosciences	Analyses sédimentologiques	
Iglesias	Rodrigo	Institute of Petroleum and Natural resources	Géosciences	Analyses géochimiques	
Claas	Lennon	Institute of Petroleum and Natural resources	Géosciences	Analyses géochimiques	
Medina-Silva	Renata	Institute of Petroleum and Natural resources	Micro biologie	Analyses microbiologiques	
Poort	Jeffrey	ISTEP	Géosciences	Analyse flux de chaleur	
Augustin	Adolpho Herbert	Institute of Petroleum and Natural resources	Géosciences	Analyse flux de chaleur et colonne d'eau	
Lafuerza	Sara	ISTEP	Géosciences	Analyses sédimentologiques et géotechniques	
Ducassou	Emmanuelle	EPOC	Géosciences	Analyses stratigraphiques	
Romio	Cristiane	Institute of Petroleum and Natural resources	Géosciences	Analyses géochimiques	
Praeg	Daniel	OGS	Géosciences	Analyse colonne d'eau, Chirp, modélisation hydrates de gaz	
Medina Ketzer	Joao Marcelo	Institute of Petroleum and Natural resources	Géosciences	Analyses sédimentologiques et géochimiques	
Jardim Constant	Marcelo	Institute of Petroleum and Natural resources	Géosciences	Analyses géochimiques	
Ceramicola	Silvia	OGS	Géosciences	Analyse Chirp	
Unnithan	Vikram	Department of Physics and Earth Sciences	Autre	Modélisation hydrates de gaz	
Ambre	Julien	Géoazur	Géosciences	Analyses géotechniques	

Campagnes auxquelles les membres de l'équipe demandeuse ont participé au cours des 10 dernières années :

Nom de la campagne	Année	Nom Prénom
Nautinil	2003	Ducassou Emmanuelle
Nautinil	2003	Migeon Sébastien
Mimes	2004	Revel-Rolland Marie
Mimes	2004	Migeon Sébastien
Vanil	2004	Revel-Rolland Marie
Vanil	2004	Ducassou Emmanuelle
Vanil	2004	Migeon Sébastien
Amadeus	2005	Ratzov Gueorgui
Amadeus	2005	Migeon Sébastien
Hermes	2005	Ceramicola Silvia
Hermes	2005	Praeg Daniel

Proposition de campagne à la mer
Flotte Océanographique Française
Appel d'offre 2018

Nom de la campagne	Année	Nom Prénom
Matacore	2006	Revel-Rolland Marie
Matacore	2006	Migeon Sébastien
Malisar1	2006	Migeon Sébastien
Encens-Flux	2006	D'Acremont Elia
Encens-Flux	2006	Poort Jeffrey
Encens	2006	D'Acremont Elia
Encens	2006	Poort Jeffrey
Malisar2	2007	Migeon Sébastien
Malisar2	2007	Gorini Christian
Medecco2	2007	Praeg Daniel
Malisar3	2008	Migeon Sébastien
Malisar3	2008	Dano Alexandre
Spiral	2009	Schenini Laure
Sargass	2010	Ducassou Emmanuelle
Carambar	2011	Ducassou Emmanuelle
Apinil	2011	Migeon Sébastien
Apinil	2011	Dano Alexandre
Apinil	2011	Ducassou Emmanuelle
Apinil	2011	Praeg Daniel
Apinil	2011	Ceramicola Silvia
Apinil	2011	Medina Ketzer Joao Marcelo
Apinil	2011	Augustin Adolpho Herbert
Apinil	2011	Rodrigues Luiz
Apinil	2011	Revel-Rolland Marie
Marlboro	2012	D'Acremont Elia
Marlboro	2012	Poort Jeffrey
Marlboro	2012	Migeon Sébastien
Atacames	2012	Dano Alexandre
Atacames	2012	Ratzov Gueorgui
Atacames	2012	Schenini Laure
Saras	2012	D'Acremont Elia
Saras	2012	Poort Jeffrey
Saras	2012	Gorini Christian
Marge-Aden	2012	D'Acremont Elia
Marge-Aden	2012	Poort Jeffrey
Conegas	2012	Praeg Daniel
Conegas	2012	Medina Ketzer Joao Marcelo
Conegas	2012	Augustin Adolpho Herbert
Marlboro2	2013	D'Acremont Elia
Marlboro2	2013	Rabaute Alain
Marlboro2	2013	Gorini Christian

Proposition de campagne à la mer
Flotte Océanographique Française
Appel d'offre 2018

Nom de la campagne	Année	Nom Prénom
Prisme2	2013	Migeon Sébastien
Prisme2	2013	Ratzov Gueorgui
Ulysse	2013	Schenini Laure
Circee	2013	Mary Flore
Conegas MD195	2013	Medina Ketzer Joao Marcelo
Conegas MD195	2013	Heeman Roberto
Conegas MD195	2013	Augustin Adolpho Herbert
Conegas MD195	2013	Rodrigues Luiz
M112	2014	Mary Flore
M112	2014	Praeg Daniel
Conegas EM14	2014	Augustin Adolpho Herbert
Mower	2014	Ceramicola Silvia
Shake	2015	Rabaute Alain

Proposition de campagne à la mer
Flotte Océanographique Française
Appel d'offre 2018

EQUIPE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE	NOM DE LA CAMPAGNE : SEAGAL
---	------------------------------------

Présentation des références scientifiques de l'équipe demandeuse :

--

Proposition de campagne à la mer
Flotte Océanographique Française
Appel d'offre 2018

Collaborations prévues :

La collaboration entre notamment les équipes françaises et brésiliennes a débuté lors de la campagne APINIL (2011). Elle s'est concrétisée par le dépôt et l'obtention du projet SEAGAS (H2020-MSCA-IF-2014) qui a officiellement débuté en 2016 et qui a fait l'objet d'une convention signée entre le CNRS (DR20) et la PUCRS. La collaboration entre les équipes françaises et italiennes (OGS) est concrétisée depuis 5 ans par la signature de conventions entre le CNRS (Géoazur) et l'OGS et entre l'UPMC (ISTEP) et l'OGS afin de permettre des échanges de données. Géoazur, l'ISTEP et l'OGS travaillent ainsi déjà étroitement ensemble, dans le cadre du GRI Méditerranée (partenariat TOTAL-UPMC), en Méditerranée orientale sur la thématique des sorties de fluides. La collaboration avec l'Université d'Alexandrie est concrétisée par la signature en 2009 d'une convention d'échanges avec l'Université de Nice Sophia Antipolis (voir document "Aspects internationaux et engagements contractuels"). En conclusion, les solides collaborations établies entre la France et le Brésil, la France et l'Italie et la France et l'Egypte débouchent sur une grande confiance entre les partenaires de la présente demande et sont le gage d'un échange fructueux d'expérience et d'expertise pour le succès de ce programme de recherche.

Proposition de campagne à la mer
Flotte Océanographique Française
Appel d'offre 2018

Campagnes précédentes et références scientifiques (pièces jointes) :

Publications de l'équipe (depuis 2005) sur la thématique (marge, fluides, glissements) et la zone géographique (marge Nilotique)

2016

- Cornuault M., Vidal L., Tachikawa K., Licari L., Rouaud G., Sonzogni C., **Revel M.**, 2016. Deep water circulation within the eastern Mediterranean Sea over the last 95 kyr: New insights from stable isotopic and benthic foraminiferal assemblages. *Paleogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 459, 1-14.
- Giongo, A., Haag, T., Simão, T.L.L., da Silva, R.M., Utz, L.R.P., Bogo, M.R., Bonatto, S.L., Zamberlan, P.M., **Augustin, A.H.**, Lourega, R.V., **Rodrigues, L.F.**, Sbrissa, G.F., Kowsmann, R.O., Freire, A.F.M., Miller, D.J., Viana, A.R., **Ketzer, J.M.M.**, Eizirik, E. (2016) Discovery of a Chemosynthesis-based Community in the Western South Atlantic Ocean. *Deep-Sea Research. Part 1. Oceanographic Research Papers*, v. 106. doi:10.1016/j.dsr.2015.10.010
- Kelner, K., **Migeon, S.**, Tric, E., Courboux, F., **Dano, A.**, Lebourg, T., Taboada, A. (2016). Frequency and triggering of small-scale submarine landslides on decadal timescales: Analysis of 4D bathymetric data from the continental slope offshore Nice (France) : *Marine Geology*, Vol. 379, p. 281-297.
- Lafosse, M., **d'Acremont, E.**, **Rabaute, A.**, de Lépinay, B. M., **Gorini, C.**, Ammar, A., and Tahayt, A., 2016, Plio-Quaternary tectonic evolution off Al Hoceima, Moroccan Margin of the Alboran Basin: *Basin Research*, v. DOI: 10.1111/bre.12185.
- Migeon, S.**, Garibaldi, C., **Ratzov, G.**, Schmidt, S., Collot, J.-Y., Zaragosi, S., Texier, L., 2016. Earthquake-triggered deposits in the subduction trench of the north Ecuador/south Colombia margin and their implication for paleoseismology. *Marine Geology*. DOI: 10.1016/j.margeo.2016.09.008
- Reis, A.T., Araújo, E., Silva, C.G., Cruz, A.M., **Gorini, C.**, Droz, L., **Migeon, S.**, Perovano, R., King, I.; Bache, F. (2016). Effects of a regional décollement level for gravity tectonics on late Neogene-Quaternary large-scale slope instabilities in the Foz do Amazonas Basin, Brazil : *Marine and Petroleum Geology*, Vol. 75, p. 29-52.

2015

- Iglesias, Rodrigo S., **Ketzer, J. Marcelo**, Melo, Clarissa L., Heemann, Roberto, Machado, Claudia X. (2015) Carbon capture and geological storage in Brazil: an overview. *Greenhouse Gases: Science and Technology*, v. 4, p. 119-130. DOI 10.1002/ghg.1476
- Giongo, A., Haag, T., Simão, T.L.L., da Silva, R.M., Utz, L.R.P., Bogo, M.R., Bonatto, S.L., Zamberlan, P.M., **Augustin, A.H.**, Lourega, R.V., **Rodrigues, L.F.**, Sbrissa, G.F., Kowsmann, R.O., Freire, A.F.M., Miller, D.J., Viana, A.R., **Ketzer, J.M.M.**, Eizirik, E., Discovery of a Chemosynthesis-based Community in the Western South Atlantic Ocean, *in press*.
- Miller, D.J., **Ketzer J.M.**, Viana, A.R., Kowsmann, R.O., Freire, A.F. Oreiro, S.G., **Augustin, A.H.**, Lourega, R.V., **Rodrigues, L.F.**, **Heemann, R.**, Preissler, A.G., Machado, C.X., Sbrissa, G.F., 2015, Natural gas hydrates in the Rio Grande Cone (Brazil): a new province in the western South Atlantic. *Mar Petrol Geol*, 67, p. 187-196.
- Macario, Kita D. ; Oliveira, Fabiana M. ; Carvalho, Carla ; Santos, Guaciara M. ; Xu, Xiaomei ; Chanca, Ingrid S. ; Alves, Eduardo Q. ; Jou, Renata M. ; Oliveira, Maria Isabela ; Pereira, Bruna B. ; Moreira, Vinicius ; Muniz, Marcelo C. ; Linares, Roberto ; Gomes, Paulo Roberto Silveira ; Dos Anjos, Roberto Meigikos ; Castro, Maikel D. ; Dos Anjos, Leandro ; Marques, Aguinaldo N. ; **Rodrigues, Luiz Frederico** . Advances in the graphitization protocol at the Radiocarbon Laboratory of the Universidade Federal Fluminense (LAC-UFF) in Brazil. *Nuclear Instruments & Methods in Physics Research. Section B, Beam Interactions with Materials and Atoms (Print)*, 2015.
- Nicholson, W. L., Zhalnina, K., **De Oliveira, R. R.** & Triplett, E. W. 2015. Proposal to rename *Carnobacterium inhibens* as *Carnobacterium inhibens* subsp. *inhibens* subsp. nov. and description of *Carnobacterium inhibens* subsp. *gilichinskyi* subsp. nov., a psychrotolerant bacterium isolated from Siberian permafrost. *Int J Syst Evol Microbiol*, 65, 556-61.
- Petit C., **Migeon S.**, Coste M. (2015). Submarine Erosion Off-Shore the western Ligurian Margin (Southern Alps, France/Italy): insights from numerical models. *Earth Surface Processes and Landforms*, Vol. 40, n°5, p. 681-695. DOI: 10.1002/esp.3685

- Praeg D**, McCarron S, Dove D, Ó Cofaigh C, Scott G, Monteys X, Facchin L, Romeo R, Coxon P (2015). Ice sheet extension to the Celtic Sea shelf edge at the Last Glacial Maximum. *Quaternary Science Reviews*, 111, 107-112 (doi:10.1016/j.quascirev.2014.12.010).
- Ramos, Alessandro ; **Rodrigues, Luiz F.** ; De'araujo, Gabriel E. ; Pozocco, Caroline T. M. ; **Ketzer, João M. M.** ; **Heemann, Roberto** ; Lourega, Rogerio V. . 2015, Geochemical Characterization of Irati And Palermo Formations (Paraná Basin-Southern Brazil) for Shale Oil/Gas Exploration. *Energy Technology*, v. 3, p. n/a-n/a.
- Revel, M., Ducassou, E., Skonieczny, C., Colin, C., Bastian, L., Bosch, D., Migeon, S., Mascle, J.** (2015). 20,000 years of Nile River dynamics and environmental changes in the Nile catchment area as inferred from Nile upper continental slope sediments. *Quaternary Science Reviews*, Vol. 130, p. 200-221.
- Zecchin M, **Praeg D, Ceramicola S**, Muto F (2015). Onshore to offshore correlation of regional unconformities in the Plio-Pleistocene sedimentary successions of the Calabrian Arc (central Mediterranean). *Earth Science Reviews*, 142, 60-78.

2014

- Ceramicola S, Praeg D**, Coste M, Forlin E, Cova A, Colizza E, Critelli S (2014). Submarine mass-movements along the slopes of the active Ionian continental margins and their consequences for marine geohazards (Mediterranean Sea). In *Submarine Mass Movements and Their Consequences, 6th International Symposium* (S. Krastel et al., Eds), *Advances in Natural and Technological Hazards Research Vol. 37*, Springer International, Ch. 26, pp. 295-306.
- Ceramicola S, Praeg D**, Cova A, Accettella A, Zecchin M, Forlin E (2014). Seafloor distribution and last glacial to postglacial activity of mud volcanoes on the Calabrian accretionary prism, Ionian Sea. *Geo-Marine Letters*, 34, 111–129.
- Ceramicola S**, Tinti S, Zaniboni F, **Praeg D**, Planinsek P, Pagnoni G, Forlin E (2014). Reconstruction and tsunami modeling of a submarine landslide on the Ionian margin of Calabria (Mediterranean Sea). In *Landslide Science for a Safer Geoenvironment, Vol. 3: Targeted Landslides* (Sassa K, Canuti P, Yin Y, Eds), Springer International, Switzerland, Ch. 85, pp. 557-562, DOI 10.1007/978-3-319-04996-0_85.
- Dano A, Praeg D, Migeon S**, Augustin J-M, **Ceramicola S, Ketzer JM, Augustin AH, Ducassou E**, Mascle J (2014). Fluid seepage in relation to seafloor deformation on the central Nile Deep-Sea Fan, part 1: evidence from sidescan sonar data. In *Submarine Mass Movements and Their Consequences, 6th International Symposium* (S. Krastel et al., Eds), *Advances in Natural and Technological Hazards Research Vol. 37*, Springer International, Ch. 12, pp. 129-139.
- Mascle J, **Mary F, Praeg D**, Brosolo L, Camera L, **Ceramicola S**, Dupré S (2014). Distribution and geological control of mud volcanoes and other fluid/free gas seepage features in the Mediterranean Sea and nearby Gulf of Cadiz. *Geo-Marine Letters*, 34, 89-110.
- Migeon S, Ceramicola S, Praeg D, Ducassou E, Dano A, Ketzer JM, Mary F**, Mascle J (2014). Post-failure processes on the continental slope of the Central Nile Deep-Sea Fan: interactions between fluid seepage, creeping and sediment wave construction. In *Submarine Mass Movements and Their Consequences, 6th International Symposium* (S. Krastel et al., Eds), *Advances in Natural and Technological Hazards Research Vol. 37*, Springer International, Ch. 11, pp. 117-127.
- Praeg D, Ketzer JM, Augustin AH, Migeon S, Ceramicola S, Dano A, Ducassou E**, Dupré S, Mascle J, **Rodrigues LF** (2014). Fluid seepage in relation to seabed deformation on the central Nile Deep-Sea Fan, part 2: evidence from multibeam and sidescan imagery. In *Submarine Mass Movements and Their Consequences, 6th International Symposium* (Krastel, S et al., Eds); *Advances in Natural and Technological Hazards Research Vol. 37*, Springer International, Ch. 13, pp. 141-150.
- Rodrigues LF** ; Goudinho Fs ; Laroque D O ; Lourega Rv ; **Heemann R ; Ketzer JMM** . 2014, An Alternative Gas Chromatography Setting for Geochemical Analysis. *Journal of Chemical Engineering & Process Technology*, v. 5, p. 1.

2013

Ducassou, E., Migeon, S., Capotondi, L., Mascle, J., 2013, Run-out distance and erosion of debris flows in the Nile deep-sea turbidite system: evidence from lithofacies and micropalaeontological analyses: *Marine and Petroleum Geology*, vol. 39, n°1, pp. 102-123.

2012

Lafuerza, S., Sultan, N., Canals, M., Lastras, G., Cattaneo, A., Frigola, J., Costa, S., Berndt, C., 2012. Failure mechanisms of Ana Slide from geotechnical evidence, Eivissa Channel, Western Mediterranean Sea. *Marine Geology* 307-310, 1-21.

Rodriguez, M., Fournier, M., Chamot-Rooke, N., Huchon, P., Zaragosi, S., **Rabaute, A.** (2012) Mass wasting processes along the Owen Ridge (Northwest Indian Ocean), *Marine Geology*, 326-328, 2012.

Morad, Sadoon ; **Ketzer, J. M.** ; Ros, Luis Fernando de . 2012, Linking Diagenesis to sequence stratigraphy: an integrated tool for understanding and predicting reservoir quality distribution. In: Sadoon Morad; Joao Marcelo Ketzer; Luiz Fernando de Ros. (Org.). *Linking Diagenesis to Sequence Stratigraphy*. 1ed.: Wiley-Blackwell, v. 45, p. 1-36.

Poort, J., Khlystov, O.M., Naudts, L. Duchkov, A.D., Shoji, H., Nishio, S., De Batist, M., Hachikubo, A., Kida, M., Minami, H., Manakov, A.Y., Kulikova, M.V., Krylov, A.A., 2012. Thermal features and gas hydrate formation in K-2 mud volcano, Lake Baikal. *Geo-Marine Letters*, doi10.1007/s00367-012-0292-0.

2011

Pondrelli M, Rossi AP, Ori GG, van Gasselt S, **Praeg D, Ceramicola S** (2011). Mud volcanoes in the geologic record of Mars: the case of Firsoff crater. *Earth and Planetary Science Letters*, v. 304, pp. 511-519.

Praeg D, Geletti R, Wardell N, Unnithan V, Mascle J, **Migeon S,** Camerlenghi A (2011). The Mediterranean Sea: a natural laboratory to study gas hydrate dynamics? *Proceedings of the 7th International Conference on Gas Hydrates (ICGH7 2011)*, Edinburgh, Scotland, UK, 17-21 July 2011; Full Paper 00322, 8 pp. (published on-line at <http://www.pet.hw.ac.uk/icgh7/>).

Jardim, C. M. ; De Ros, L. F. ; **Ketzer, J. M.** 2011. Reservoir Quality Assessment And Petrofacies Of The Lower Cretaceous Siliciclastic, Carbonate And Hybrid Arenites From The Jequitinhonha Basin, Eastern Brazil. *Journal of Petroleum Geology*, v. 34, p. 305-335.

Goutorbe, B., **Poort, J.,** Lucazeau, F., Raillard, S., 2011. Global heat flow trends resolved from multiple geological and geophysical proxies. *Geophysical Journal International*, 187(2), DOI: 10.1111/j.1365-246X.2011.05228.x

Migeon S., Cattaneo A., Hassoun V., Larroque C., Corradi N., Fanucci F., **Dano A.,** Mercier de Lepinay B., Sage F., **Gorini C.,** 2011, Morphology, distribution and origin of recent submarine landslides of the Ligurian Margin (North-western Mediterranean): some insights into geohazard assessment : *Marine Geophysical Researches*, vol. 32, n°1-2, p. 225-243. doi: 10.1007/s11001-011-9123-3.

Schütz, Marta Kerber ; Lopes, Natália ; Cenci, Angélica ; Ligabue, Rosane ; Dullius, Jeane ; Einloft, Sandra ; **Ketzer, João Marcelo** . 2011, Effect of time on the carbonation reaction of saline aquifers with controlled pH. *Energy Procedia*, v. 4, p. 4546-4551.

2010

Migeon, S., Ducassou, E., Le Gonidec, Y., Rouillard, P., Mascle, J., **Revel-Rolland, M.,** 2010, Lobe construction and sand/mud segregation by turbidity currents and debris flows on the western Nile deep-sea fan (Eastern Mediterranean): *Sedimentary Geology*, Vol. 229, p. 124-143, doi:10.1016/j.sedgeo.2010.02.011.

Revel-Rolland M., Ducassou E., Grousset F.E., Bernasconi S.M., **Migeon S.,** Revillon S., Mascle J., Murat A., Zaragosi S. et Bosch D., 2010, 100,000 years of African paleo-monsoon variability recorded in the Nile Margin : *Quaternary Science Reviews*, vol. 29, n°11-12, pp. 1342-1362.

- Martinho, C. T.** ; Hesp, P.A. ; Dillenburg, S.R. 2010. Morphological and temporal variations of transgressive dunefields of the northern and mid-littoral Rio Grande do Sul coast, Southern Brazil. *Geomorphology*, v. 117, p. 14-32.
- Morad, S. ; Al-Ramadan, K. ; **Ketzer, J. M.** ; Ros, Luiz Fernando de . 2010, The impact of diagenesis on the heterogeneity of sandstone reservoirs: A review of the role of depositional facies and sequence stratigraphy. *AAPG Bulletin (Print)*, v. 94, p. 1-43.
- Ratzov, G.**, Collot, J.-Y., Sosson, M., **Migeon, S.**, 2010, Mass-transport deposits in the northern Ecuador subduction trench: Result of frontal erosion over multiple seismic cycles : *Earth and Planetary Science Letters*, vol. 296, n°1-2, pp. 89-102, doi:10.1016/j.epsl.2010.04.048
- Schwalenberg, K., Haeckel, M., **Poort, J.**, Jegen, M. 2010. Evaluation of gas hydrate deposits in an active seep area using marine controlled source electromagnetics: Results from Opouawe Bank, Hikurangi Margin, New Zealand. *Marine Geology* 272: 233-250.

2009

- Bayon, G., L. Loncke, S. Dupré, J.-C. Caprais, **E. Ducassou**, S. Duperron, J. Etoubleau, J.-P. Foucher, Y. Fouquet, S. Gontharet, G.M. Henderson, C. Huguen, I. Klaucke, J. Mascle, **S. Migeon**, K. Olu-Le Roy, H. Ondréas, C. Pierre, M. Sibuet, A. Stadnitskaia and J. Woodside. 2009. Multi-disciplinary investigation of fluid seepage on an unstable margin: The case of the Centre Nile deep sea fan. *Marine Geology*, Vol. 26, p. 92-104.
- Ducassou, E.**, **Migeon, S.**, Mulder, T., Capotondi, L., Bernasconi, S., Murat, A., Mascle, J., 2009, Evolution of the Nile Deep-Sea Turbidite System during Late Quaternary: influence of climate change on fan sedimentation: *Sedimentology*, Vol. 56, p. 2061-2090. doi: 10.1111/j.1365-3091.2009.01070.x
- Praeg D, Ceramicola S**, Barbieri R, Unnithan V, Wardell N (2009). Tectonically-driven mud volcanism since the late Pliocene on the Calabrian accretionary prism, central Mediterranean Sea. *Marine and Petroleum Geology*, v. 26, pp. 1849–1865.
- León R, Somoza L, Giménez-Moreno CJ, Dabrio CJ, Ercilla G, **Praeg D**, Diaz-del-Rio V, Gómez-Delgado M (2009). A predictive numerical model for potential mapping of the gas hydrate stability zone in the Gulf of Cadiz. *Marine & Petroleum Geology*, v. 26, pp. 1564-1579.
- Foucher J-P, Westbrook GK, Boetius A, **Ceramicola S**, Dupré S, Mascle J, Mienert J, Pfannkuche O, Pierre C, **Praeg D** (2009). Structure and drivers of cold seep ecosystems. *Oceanography*, v. 22 (1), pp. 92-109.
- Martinho, C. T.** ; Dillenburg, S.R.; Hesp, P.A. 2009. Wave Energy and Longshore Sediment Transport Gradients Controlling Barrier Evolution in Rio Grande do Sul, Brazil. *Journal of Coastal Research*, v. 25, p. 285-293.
- Hesp, P.A. ; Giannini, P. C. F. ; **Martinho, C. T.** ; Silva, G.M. ; Asp Neto, N. E. 2009, The Holocene Barrier Systems of the Santa Catarina Coast. In: Sérgio R. Dillenburg, Patrick A. Hesp. (Org.). *Geology and Geomorphology of Holocene Coastal Barriers of Brazil*. 1ed. Berlin: Springer-Verlag, v. 107, p. 93-133.

2008

- Ducassou, E.**, Mulder, T., **Migeon, S.**, Gonthier, E., Murat, A., Capotondi, L., Bernasconi, S., Mascle, J., 2008. Nile floods recorded in deep Mediterranean sediments: *Quaternary Research*, Vol. 70, p. 382-391.
- Garziglia, S., **Migeon, S.**, **Ducassou, E.**, Loncke, L., Mascle, J., 2008, Giant mass-transport deposits on the Rosetta province continental slope (NW Nile deep-sea fan, Egyptian margin): characteristics, distribution, and potential causal processes: *Marine Geology*, Vol. 250, p. 180-198.
- Loncke, L., Gaullier, V., Droz, L., **Ducassou, E.**, **Migeon, S.**, Mascle, J., 2008, Multi-scale slope instabilities along the Nile deep-sea fan, Egyptian margin: A general overview. *Marine and Petroleum Geology*, Vol. 26, p. 633-646.
- Martinho, C** ; Dillenburg, S. ; Hesp, P 2008. Mid to late Holocene evolution of transgressive dunefields from Rio Grande do Sul coast, southern Brazil. *Marine Geology*, v. 256, p. 49-64.

2007

- Ducassou E.**, Capotondi L., Murat A., Bernasconi S., Mulder T., Gonthier E., **Migeon S.**, Duprat J., Giraudeau J., Mascle J., 2007, Multiproxy Late Quaternary stratigraphy of the Nile deep-sea turbidite system – Towards a chronology of deep-sea terrigenous systems : *Sedimentary Geology*, Vol. 200, p.1-13.
- Garziglia, S., Ioualalen, M., **Migeon, S.**, **Ducassou, E.**, Mascle, J., Sardou, O., Brosolo, L., 2007, Triggering Factors and Tsunamogenic Potential of a Large Mass Failure on the Western Nile Margin (Rosetta Area, Egypt). *Submarine Mass Movements and their Consequences*. Lykousis, V., Sakellariou, D., Locat, J. (Eds.). Springer Book, p. 347-355.
- Rabaute, A.**, Chamot-Rooke, N., 2007. Quantitative mapping of active mud volcanism at the western Mediterranean Ridge-backstop contact. *Marine Geophysical Research* 28, 271-295.
- Ratzov, G.**, Sosson, M., Collot, J.-Y., **Migeon, S.**, Lopez, E., Le Gonidec, Y., and Michaud, F., 2007, Submarine landslides along the North Ecuador – South Columbia convergent margins. Evidences for tectonic control. *Submarine Mass Movements and their Consequences*. Lykousis, V., Sakellariou, D., Locat, J. (Eds.). Springer Book, p. 47-55.
- Van Rensbergen P., **A. Rabaute**, A. Colpaert, T. St. Ghislain, M. Mathijs & A. Bruggeman, 2007. Fluid migration and fluid seepage in the Connemara Field, Porcupine Basin interpreted from industrial 3D seismic and well data combined with high-resolution site survey data, *Int. J. Earth Sci.*, doi: 96, 185-197, 10.1007/s00531-005-0021-2
- Giannini, P.C.F. ; Sawakuchi, A.O. ; **Martinho, C.T.** ; Tatumi, S.H. 2007. Eolian depositional episodes controlled by Late Quaternary relative sea level changes on the Imbituba Laguna coast (southern Brazil). *Marine Geology*, v. 237, p. 143-168.
- Poort, J.**, Kutas, R., Klerkx, J., Beaubien, S., Lombardi, S., Dimitrov, L., Vassilev, A., Naudts, L., 2007. Strong Heat Flow Variability in an Active Shallow Gas Environment, Paleo-Dnepr, Black Sea. *Geo-Marine Letters*, doi: 10.1007/s00367-007-0072-4

2006

- Mascle J., O. Sardou, L. Loncke, **S. Migeon**, L. Caméra, and V. Gaullier, 2006, Morphostructure of the Egyptian continental margin: Insights from swath bathymetry surveys: *Marine Geophysical Researches*, Vol. 27, p. 49-59.
- Naudts, L., Greinert, J., Artemov, Y., Staelens, P., **Poort, J.**, Van Rensbergen, P., and De Batist, M., 2006. Geological and morphological setting of 2778 methane seeps in the Dnepr paleo-delta, northwestern Black Sea. *Marine Geology*, 277:177-199.

2005

- Chamot-Rooke N., C. Rangin, X. Le Pichon, **A. Rabaute**, O. Laurent, F. Ego, S. Lallemand, C. Nielsen, P. Pagot, D. Tsang Hin Sun, R. Walcott & R. Bousquet, 2005. DOTMED : A synthesis of deep marine data in eastern Mediterranean, *Mém. Soc. Géol. France*, 177, 64 p., 9 pl. + cdrom
- 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
- Poort, J.**, Vassilev, A. and Dimitrov, L., 2005. Did Postglacial Catastrophic Flooding Trigger Massive Changes in the Black Sea Gas Hydrate Reservoir? *Terra Nova*, 17: 135-140
- Depreiter, D., **Poort, J.**, van Rensbergen, P., and Henriët, J.-P., 2005. Geophysical evidence of gas hydrates in shallow submarine mud volcanoes on the Moroccan Margin. *Journal of Geophysical Research*, 110. B10103
- Stoker MS, **Praeg D**, Hjelstuen BO, Laberg JS, Nielsen T, Shannon PM (2005). Neogene stratigraphy and the sedimentary and oceanographic development of the NW European Atlantic margin. *Marine and Petroleum Geology*, v. 22, pp. 977-1005 ([doi:10.1016/j.marpetgeo.2004.11.007](https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2004.11.007)).

Praeg D, Stoker MS, Shannon PM, Ceramicola S, Hjelstuen BO, Laberg JS, Mathiesen A (2005). Episodic Cenozoic tectonism and the development of the NW European 'passive' continental margin. *Marine and Petroleum Geology*, v. **22**, pp. 1007-1030 ([doi:10.1016/j.marpetgeo.2005.03.014](https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2005.03.014)).

Proposition de campagne à la mer
Flotte Océanographique Française
Appel d'offre 2018

ASPECTS INTERNATIONAUX ET ENGAGEMENTS CONTRACTUELS	NOM DE LA CAMPAGNE : SEAGAL
---	------------------------------------

ASPECTS INTERNATIONAUX ET ENGAGEMENTS CONTRACTUELS

ASPECTS INTERNATIONAUX ET ENGAGEMENTS CONTRACTUELS

1. Contacts préliminaires éventuellement pris et interlocuteurs privilégiés des pays riverains

EGYPTE

Nom : Prof. Alaa EL-Din Mostafa

Adresse : Vice-Dean for Education and Students Affairs
Faculty of Science, Alexandria University
Alexandria - EGYPT

Téléphone : 002 03 4260426

E-mail : alaa_mostafa@link.net

Nom : Prof. Mohamed Ismael Ibrahim

Adresse : Vice-Dean for Community development and Environment Affairs
Faculty of Science, Alexandria University
Alexandria - EGYPT

Téléphone : 002 0100222211

E-mail : mibrah@gmail.com

Avant 2011 et les événements du Printemps Arabe qui se sont répercutés jusqu'en Egypte, nous avons initié une collaboration avec l'Université d'Alexandrie. Dans ce cadre, plusieurs actions ont été réalisées via notamment l'organisation de *workshops*. Ainsi, un premier *workshop* regroupant de nombreux participants de l'Université d'Alexandrie, de compagnies pétrolières travaillant sur la zone du delta du Nil (RWE et Shell), de Géoazur (Jean Mascle, Marie Revel et Sébastien Migeon) et de l'Ifremer (Jean-Paul Foucher) a été organisé à l'Université d'Alexandrie en octobre 2008 (voir plaquette ci-jointe). Ce *workshop* a permis de faire un bilan des travaux conduits au cours des dernières années par les différentes parties et de définir les axes de recherche prioritaire qu'il conviendrait de développer au cours des années futures.

Coordinator
Prof. Dr. Alaa El-Din Mostafa,
Department of Environmental Sciences
Vice-Dean for Education and Students Affairs
e-mail: alaa_mostafa@link.net
Cellular: 02-0122201207
Fax: 0203 - 3911794

Organizing committee
Prof. Dr. Mohamed Ismael Ibrahim
Department of Environmental Sciences
Vice-Dean for Community Development and Environmental Affairs
e-mail: vice-dean.env@gmail.com
Cellular: 02-0100222211
Fax: 0203 - 3911794

Dr. Suzan Kholeif
Department of Marine Geology
Institute of Oceanography and Fisheries
Cellular: 02-0106635399
Suzan_kholeif@yahoo.com

Dr. Hesham El-Askary
Department of Environmental Sciences
e-mail: haskary@gmail.com
Cellular: 02-0121723947

Secretariat: Education and Students Affairs
e-mail: vice-dean.edu@gmail.com
Tel.: 0203-3922316
Fax: 0203-3911794

An Intensive 3-Day Workshop
Exploring the Eastern Mediterranean
deep-sea continental margin offshore Egypt:
Geology and Ecosystems for better preservation
and exploitation
October 16- 18, 2008
Faculty of Science
Alexandria University, EGYPT

Duration and Place
- Three days (18 hours)
- Place: Faculty of Science, Moharam Bay, Alexandria, Egypt

Registration fees
Local participants and Egyptian Universities: 500 LE
International participants: 500 US\$
Registration fees will cover the workshop expenses.

Payment
Organizing committee: Institute of Oceanography and Fisheries, Faculty of Science, Alexandria University, Egypt.

Scientific Objectives:
Dr. Jean Mascle: GEOSCIENCES-AZUR laboratory, CNRS, Paris and Nice Universities, France.
An overview of the Geology of the Mediterranean Sea: The Continental Margin offshore Egypt: What do we know, what to do?

Dr. Jean-Paul Foucher: GEOSCIENCES MARINES at Ifremer, Brest, France.
Fluid seeps through the sea floor and submarine mud volcanoes: example from the Egyptian Continental Margin.

Dr. Sébastien Migeon: GEOSCIENCES-AZUR laboratory, CNRS, France.
Sediment transfers on the Rosetta slope off the Nile deep-sea fan: Evidence from geophysical and sedimentological data

Dr. Marie Revel: GEOSCIENCES-AZUR laboratory, CNRS, France.
110,000 years of Nile river hydrological activity recorded in the Nile deep sea fan: African monsoon/climatic implications

In addition to some selected Egyptian scientists from the University of Alexandria, Institute of Oceanography and Fisheries as well as petroleum Exploration Companies.

Workshop Objectives:
• This multidisciplinary workshop will federate French and Egyptian geologists, geophysicists, geochemists and biologists.
• The aim of the workshop is to introduce, chiefly to Researchers from Alexandria University Research Institutes as well as petroleum exploration companies, the main results of the marine geological, geophysical, geochemical, geochemical and biological researches conducted on the deep continental margin of the Eastern Mediterranean Sea offshore Egypt.
• Of particular interest are the different researches related to Cold seeps and mud volcanoes areas where fluids rich in methane and other light hydrocarbons mixed in brine seep up from under the seafloor— which have been discovered on continental margins in association with particular geological structures. These areas of fluid seepage sustain highly original ecosystems that are based on microbial chemosynthesis.

Un second *workshop* a été organisé à Villefranche/Mer les 28 et 29 janvier 2009 dans le cadre de l'Action Marges. Il a regroupé 15 participants (dont nos collègues égyptiens Mohamed Ibrahim et Suzan Kholeif) sur les thématiques Glissements/Fluides/Matière organique réalisées dans le Delta du Nil. Nous avons profité du séjour de nos collègues

égyptiens pour organiser une entrevue avec le Président de l'Université de Nice afin de préparer la signature d'une convention avec l'Université d'Alexandrie. Cette convention a été signée entre les deux Présidents des Universités de Nice et d'Alexandrie le 21 avril 2009 et permet des échanges d'étudiants et d'enseignants-chercheurs. Elle a notamment permis la venue à l'UNS en 2010 d'une étudiante égyptienne en Master2.

Un troisième *workshop* a été organisé en décembre 2009 à l'Université d'Alexandrie (voir plaquette ci-jointe). Les présentations ont été effectuées par 6 participants français (Géoazur, UPMC, Université Bordeaux1), un collègue italien (OGS Trieste) et plusieurs collègues de l'Université d'Alexandrie (dont 2 étudiants), en présence de représentants des compagnies pétrolières RWE et Shell.

Under the Patronage of
Prof. Hind Hanafy
 President of the Alexandria University
Prof. Rouchdy Zahran
 Vice President for Community Development and Environment Affairs
Prof. Mahmoud Gabr
 Dean of the Faculty of Science, Alexandria University

ALEXANDRIA UNIVERSITY
 FACULTY OF SCIENCE

2nd International Workshop

Exploring the Eastern Mediterranean Deep-Sea Continental Margin Offshore Egypt: Geology and Ecosystems for Better Preservation and Exploitation

Coordinator
Prof. Mohamed Ismail IBRAHIM
 Vice-Dean for Community Development and Environment Affairs
 e-mail: vicedean.env@sci.alex.edu.eg
 Cellular: 02-0100222211
 Fax: 0203 - 3911794

Organizing committee
Prof. Alaa El-Din MOSTAFA
 Vice-Dean for Education and Students Affairs
 e-mail: alaa_mostafa@link.net
 Cellular: 02-0122201207
 Fax: 0203 - 3911794

Dr. Suzan KHOLEIF
 Institute of Oceanography and Fisheries
 Assistant Professor of Marine Geology
 e-mail: Suzan_kholeif@yahoo.com
 Cellular: 02-0106635389

Contact Address
 Vice Dean for Environment Affairs
 Faculty of Science - Alexandria University
 E-mail: vicedean.env@gmail.com
 Tel: (002) 03 3922316
 Fax: (002) 03 3911794

December 5 - 6, 2009
 Faculty of Science
 Alexandria University, EGYPT

In the Eastern Mediterranean, offshore Egypt, the Nile continental margin is characterized by a large deep water turbiditic system known as the Nile Deep Sea Fan. This post-Miocene terrigenous construction covers an approximately 10 km-thick sedimentary pile, including 1-3 km of Messinian salt layers.

Numerous multidisciplinary research cruises, joined together geologists, geophysicists, geochemists, biologists and microbiologists, have covered the eastern and western basins of the Mediterranean Sea to explore their biodiversity and to study the unique habitats found in this fragile body of water.

The Mediterranean continental margin: a poorly known reservoir of life is characterized by cold seeps—areas where fluids rich in methane and in other light hydrocarbons, mixed in brine, seep up from under the seafloor. The seeps were discovered on continental margins in association with particular geological structures. These areas of fluid seepage sustain highly original ecosystems that are based on microbial chemosynthesis.

► This multidisciplinary workshop will federate French and Egyptian geologists, geophysicists, geochemists and biologists.

► The aim of the workshop is to introduce, chiefly to Researchers from Alexandria University, Research Institutes as well as petroleum exploration companies, the main results of the marine geological, geophysical, sedimentological, geochemical and biological researches conducted on the deep continental margin of the Eastern Mediterranean Sea offshore Egypt.

► Of particular interest are the different researches related to Cold Seeps and mud volcanoes—areas where fluids rich in methane and other light hydrocarbons, mixed in brine, seep up from under the seafloor—which have been discovered on continental margins in association with particular geological structures. These areas of fluid seepage sustain highly original ecosystems that are based on microbial chemosynthesis.

Lecturers

Dr. Jean MASCLE:
 GEOSCIENCES-AZUR laboratory, CNRS, Paris and Nice Universities, France.

Dr. Catherine PIERRE:
 Director of Researches CNRS, University of Pierre and Marie Curie, Paris, France.

Dr. Sébastien MIGEON:
 GEOSCIENCES-AZUR laboratory, CNRS, France

Dr. Marie REVEL:
 GEOSCIENCES-AZUR laboratory, CNRS, France.

Dr. Emmanuel DUCASSOU:
 University of Bordeaux 1, France.

Dr. Odile PEYRON:
 CNRS, laboratory of Chrono-Environnement, University of Franche-Comte, UFR Sciences and Techniques, Besançon, France.

Dr. Daniel PRAEG:
 National Institute of Oceanography and Experimental Geophysics (OGS), Trieste, Italy.

In addition to some selected Egyptian scientists from the Alexandria University, Institute of Oceanography and Fisheries (NIOF) as well as petroleum Exploration Companies.

Duration and Place

- Duration: Two days
- Place: Faculty of Science, Moharam Bay, Alexandria, Egypt

Registration fees

- Local participants and Egyptian Universities: 500 LE
- Oil Companies participants: 500 US\$
- Registration fees will cover lunch and refreshments.

Payment

- Cheque or money order is payable to: Dean, Faculty of Science, Alexandria University, Egypt.

Une action bi-latérale franco-égyptienne Egide, «Imhotep», avait également été initiée en 2008 pour une exploitation commune de carottes sédimentaires à des fins essentiellement paléo-climatiques. Elle était portée par Marie Revel de l'Université de Nice/Géoazur et Suzan Kholeif du NIOF.

Depuis 2011, les conditions politiques en Egypte nous ont empêchés de poursuivre cette collaboration mais nous avons toujours continué nos discussions avec nos collègues de l'Université d'Alexandrie. Au cas où cette demande de campagne recevrait un avis positif de la part de la Commission, nous envisagerons l'organisation d'une université flottante pour des étudiants français et égyptiens afin de reprendre notre collaboration basée sur la recherche scientifique et la formation des étudiants en géosciences.

2. Manifestations éventuelles post-campagne

Les résultats obtenus seront régulièrement présentés dans des congrès nationaux et internationaux (ASF, IAS, AAPG, EGU, AGU, et autres). Un nouveau *workshop* sera organisé à l'Université d'Alexandrie si les conditions politiques le permettent dans les mois suivant le retour de la campagne afin de présenter les nouveaux résultats obtenus. Des réunions de travail préparatoire à la confection de documents de synthèse, rapports, publications et documents cartographiques complets seront par la suite organisées régulièrement.

Dans le cadre du projet SEAGAS financé par l'action européenne H2020-MSCA-IF-2014, Daniel Praeg effectuera un séjour au sein de la PUCRS (Brésil) pour participer à l'analyse géochimique des échantillons.

Des échanges de temps d'enseignement et d'étudiants (master et doctorat) sont envisagés avec l'Université d'Alexandrie dans le cadre de la convention signée entre l'UNS et l'Université d'Alexandrie.

3. Travaux dans les Eaux internationales-ZEE-Eaux territoriales

La zone d'étude se situe dans les eaux internationales, au-delà des 50 NM de la ZEE et des eaux territoriales égyptiennes.

Proposition de campagne à la mer
Flotte Océanographique Française
Appel d'offre 2018

CV des CHEFS DE MISSION	NOM DE LA CAMPAGNE : SEAGAL
--------------------------------	------------------------------------

CURRICULUM VITAE DES CHEFS DE MISSION

Curriculum Vitae

NOM, Prénom MIGEON Sébastien
Date et lieu de naissance 26 octobre 1972 à Saint Nazaire (44)
Nationalité française
Adresse professionnelle UMR 7329 Géoazur, 250 rue Albert Einstein, 06560 Valbonne
Tél : 04 83 61 87 44 Fax :
E-mail : migeon@geoazur.unice.fr
<http://geoazur.unice.fr>

Fonction actuelle

Professeur des Universités, Université Pierre et Marie Curie, laboratoire Géoazur, depuis le 01/09/2011

Titulaire de la Prime d'Encadrement Doctoral et de Recherche de 2005 à 2009.

Titulaire de la Prime d'Excellence Scientifique depuis janvier 2010.

Habilitation à Diriger des Recherches soutenue le 26 novembre 2009.

Expertise

Sédimentologie marine : reconnaissance et interprétation des faciès et séquences sédimentaires, analyse de la géométrie des dépôts (corps sédimentaires), processus dynamiques de transport et de dépôt des sédiments associés aux écoulements gravitaires (coulées de débris, courants de turbidité, courants hyperpycniaux) et courants de contour, modélisation numérique des paramètres des écoulements, analyse des processus de rupture (glissements sous-marins) sur les pentes continentales et des facteurs de déclenchement (fluides, séismes), relation glissement sous-marin/tsunami.

Méthodes pratiquées : analyse de carottes (description visuelle, lames minces, structure interne par radioscopie numérique et traitement d'images), analyse des sédiments (propriétés physiques et constituants, analyses granulométriques par microgranulomètre laser), analyse de données acoustiques numériques :

- bathymétrie et imagerie acoustique associée (utilisation du logiciel Caraibes)
- micro-bathymétrie (*Autonomous Underwater Vehicle*)
- sonar latéral (SAR)
- Chirp 3-5 kHz
- sismique haute-résolution (utilisation du logiciel Kingdom Suite)

Participation à des campagnes à la mer

Participation à 21 campagnes depuis 1998 : L'Atalante (4), Le Suroit (5 dont **4 comme chef de mission**), Le Marion Dufresne II (**2 comme co-chef de mission**), L'Europe (3), le Téthys (**3 comme chef de mission**), le RRS Discovery (1), le CCGS Hudson (1), le RV Tangaroa (1), le RV Pelagia (1).

Responsabilités administratives

- Depuis 2011, Co-direction de l'équipe de Géoazur « Aléas et Vulnérabilités : couplages, processus et conséquences » avec D. Provitolo (CR, CNRS).
- Depuis 2011, Membre du Bureau de direction de Géoazur.
- 2007-2012, Membre du conseil scientifique du projet MAGIC (MARine Geohazards along the Italian Coasts). Ce projet financé par la Protection Civile italienne et coordonné par le Pr. Francesco Chiocci (Univ. Roma) avait pour but de produire des cartes d'aléas sur l'ensemble des zones côtières et pentes continentales autour de l'Italie.
- Depuis 2007, Co-Responsable du thème « Fluides, Matières minérales et Matière organique » du programme Action Marges (INSU) avec Aurélien Gay (MCF, Géosciences Montpellier).
- 2013-2016, coordinateur de l'action « Analyse et typologie des sorties de Fluides » du projet GRI Méditerranée (contrat de recherche UPMC-TOTAL, coordinateur Pr Gorini Christian).

- 2013-2016, coordinateur pour le projet ASTARTE (FP7, Europe) des travaux effectués dans le Bassin Ligure par Géoazur. Ce projet a pour but de mieux contraindre l'aléa tsunami en Méditerranée. Il regroupe des laboratoires/universités français, espagnols, anglais, allemands, portugais, norvégiens.
- Encadrement de 10 étudiants en thèse depuis 2004.

Liste des Publications et Congrès

Elle comporte :

- 45 publications de rang A
- 9 publications de rang B
- 80 résumés à congrès

Web of Science : nombre de citations, 1511 ; H-index, 21

Liste des publications majeures récentes

- Migeon, S.**, T. Mulder, B. Savoye, F. Sage, 2006, The Var turbidite system (Ligurian Sea, northwestern Mediterranean) - morphology, sediment supply, construction of turbidite levee and sediment waves : implications for hydrocarbon reservoirs : *Geo-Marine Letters*, Vol. 26, n°6, p. 361-371.
- Garziglia, S., **Migeon, S.**, Ducassou, E., Loncke, L. et Mascle, J., 2008, Giant mass-transport deposits on the Rosetta province continental slope (NW Nile deep-sea fan, Egyptian margin): characteristics, distribution, and potential causal processes : *Marine Geology*, Vol. 250, p. 180-198.
- Migeon, S.**, Ducassou, E., Le Gonidec, Y., Rouillard, P., Mascle, J., Revel-Rolland, M., 2010, Lobe construction and sand/mud segregation by turbidity currents and debris flows on the western Nile deep-sea fan (Eastern Mediterranean) : *Sedimentary Geology*, Vol. 229, p. 124-143, doi:10.1016/j.sedgeo.2010.02.011.
- Migeon S.**, Cattaneo A., Hassoun V., Larroque C., Corradi N., Fanucci F., Dano A., Mercier de lepinay B., Sage F., Gorini C., 2011, Morphology, distribution and origin of recent submarine landslides of the Ligurian Margin (North-western Mediterranean): some insights into geohazard assessment : *Marine Geophysical Researches*. doi: 10.1007/s11001-011-9123-3.
- Migeon S.**, Cattaneo A., Hassoun V., Dano A., Ruellan E., 2012, Failure processes and gravity-flow transformation revealed by high-resolution AUV swath bathymetry on the Nice continental slope (Ligurian Sea) : *Submarine Mass Movements and their Consequences*. Yamada Y. et al. (Eds), Springer Book. doi: 10.1007/978-94-007-2162-3_40.
- Ducassou, E., **Migeon, S.**, Capotondi, L., Mascle, J., 2013, Run-out distance and erosion of debris flows in the Nile deep-sea turbidite system: evidence from lithofacies and micropalaeontological analyses : *Marine and Petroleum Geology*, vol. 39, n°1, pp. 102-123.
- Dano, A., Praeg, D., **Migeon, S.**, Augustin, J.-M., Ceramicola, S., Ketzer, J.M., Augustin, A.H., Ducassou, E., Mascle, J. (2014). Fluid seepage in relation to seafloor deformation on the central Nile Deep-Sea Fan, part 1: evidence from sidescan sonar data. In Krastel et al., Eds, *Submarine Mass Movements and Their Consequences*, Advances in Natural and Technological Hazards Research 37, Springer Science, p. 129-139. DOI 10.1007/978-3-319-00972-8 12.
- Migeon, S.**, Ceramicola, S., Praeg, D., Ducassou, E., Dano, A., Ketzer, J.M., Mascle, J. (2014). Post-failure processes on the continental slope of the Central Nile Deep-Sea Fan: interactions between fluid seepage, creeping and sediment wave construction. In Krastel et al., Eds, *Submarine Mass Movements and Their Consequences*, Advances in Natural and Technological Hazards Research 37, Springer Science, p.117-127. DOI 10.1007/978-3-319-00972-8 11.
- Praeg, D., Ketzer, J.M., Augustin, A.H., **Migeon, S.**, Ceramicola, S., Dano, A., Ducassou, E., Dupré, S., Mascle, J., Rodrigues, L.F. (2014). Fluid seepage in relation to seabed deformation on the central Nile Deep-Sea Fan, part 2: evidence from multibeam and sidescan imagery. In Krastel et al., Eds, *Submarine Mass Movements and Their Consequences*, Advances in Natural and Technological Hazards Research 37, Springer Science, p. 141-150. DOI 10.1007/978-3-319-00972-8 13.
- Kelner, K., **Migeon, S.**, Tric, E., Courboulex, F., Dano, A., Lebourg, T., Taboada, A. (2016). Frequency and triggering of small-scale submarine landslides on decadal timescales: Analysis of 4D bathymetric data from the continental slope offshore Nice (France) : *Marine Geology*, Vol. 379, p. 281-297.
- Migeon, S.**, Garibaldi, C., Ratzov, G., Schmidt, S., Collot, J.-Y., Zaragosi, S., Texier, L., 2016. Earthquake-triggered deposits in the subduction trench of the north Ecuador/south Colombia margin and their implication for paleoseismology. *Marine Geology*. DOI: 10.1016/j.margeo.2016.09.008

Proposition de campagne à la mer
Flotte Océanographique Française
Appel d'offre 2018

ACCORDS DES PERSONNELS	NOM DE LA CAMPAGNE : SEAGAL
-------------------------------	------------------------------------

ACCORD DES PERSONNELS EMBARQUANTS

Object: Participation in the SEAGAL-campaign proposal

First name: Adolpho Herbert

Last name: Augustin

Laboratory: Institute of Petroleum and Natural Resources of the Pontifical Catholic University of Rio Grande do Sul

Address: Av. Ipiranga 6681, predio 96J, 90619-900 Porto Alegre, Brazil

E-mail: adolpho.augustin@pucrs.br / ahaugustin@yahoo.com.br

Phone: +55 51 3320 3689

I agree to participate in the SEAGAL campaign being proposed by Sébastien Migeon onboard the RV Marion Dufresne and to take part of the interpretation of the data acquired.

Yours,



Object: Participation in the SEAGAL-campaign proposal

First name: Silvia

Last name: Ceramicola

Laboratory: Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale - OGS

Address: Borgo Grotta Gigante 42/c, 34010 Sgonico, Trieste, Italy

E-mail: sceramicola@ogs.trieste.it

Phone: +39 040 2140341

I agree to participate in the SEAGAL campaign being proposed by Sébastien Migeon onboard the RV Marion Dufresne and to take part of the interpretation of the data acquired.

Yours,



Object: Participation in the SEAGAL-campaign proposal

First name: Lennon

Last name: Claas

Laboratory: Institute of Petroleum and Natural Resources of the Pontifical Catholic University of Rio Grande do Sul

Address: Av. Ipiranga 6681, predio 96J, 90619-900 Porto Alegre, Brazil

E-mail: lennon.claas@puers.br

Phone: +55 51 3320 3689

I agree to participate in the SEAGAL campaign being proposed by Sébastien Migeon onboard the RV Marion Dufresne and to take part of the interpretation of the data acquired.

Yours,



Object: Participation in the SEAGAL-campaign proposal

First name: Elia

Last name: d'Acremont

Laboratory: ISTEP, UPMC

Address: T46-00, Case 129, 4 Place Jussieu, 75005 Paris

E-mail: elia.dacremont@upmc.fr

Phone: 0033144275257

I agree to participate in the SEAGAL campaign being proposed by Sébastien Migeon onboard the RV Marion Dufresne and to take part of the interpretation of the data acquired.

Yours,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Elia d'Acremont', with a long horizontal stroke extending to the right.

Object: Participation in the SEAGAL-campaign proposal

First name: Alexandre

Last name: Dano

Laboratory: Géoazur

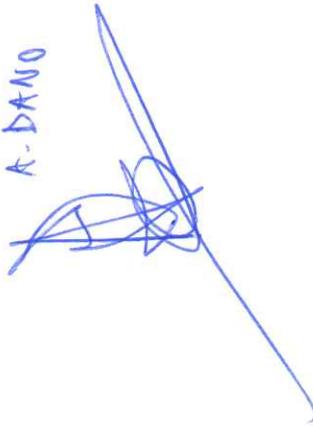
Address: 250 rue Albert Einstein, 06560 Valbonne

E-mail: dano@geoazur.unice.fr

Phone: +33675616206

I agree to participate in the SEAGAL campaign being proposed by Sébastien Migeon onboard the RV Marion Dufresne and to take part of the interpretation of the data acquired.

Yours,

A-DANO


Object: Participation in the SEAGAL-campaign proposal

First name: Emmanuelle

Last name: DUCASSOU

Laboratory: UMR CNRS 5805 EPOC, Université de Bordeaux

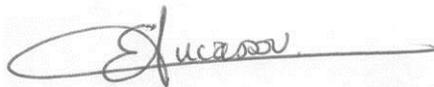
Address: Allée Geoffroy St Hilaire, 33615 Pessac cedex, France

E-mail: e.ducassou@epoc.u-bordeaux1.fr

Phone: 33 (0)5 40 00 88 45

I agree to participate in the SEAGAL campaign being proposed by Sébastien Migeon onboard the RV Marion Dufresne and to take part of the interpretation of the data acquired.

Yours,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'E. Ducassou', with a long horizontal stroke extending to the right.

Sébastien

J'accepte de participer à la mission SEAGAL pour laquelle j'ai un grand intérêt scientifique.
Je te confirme donc mon intérêt pour embarquer et participer à l'interprétation des données.

Bien cordialement

Christian Gorini

Professeur de l' Université Pierre et Marie Curie-Paris6

Directoire des relations internationales

Institut des Sciences de la Terre Paris (iSTeP) - UMR 7193 UPMC-CNRS

Laboratoire Evolution et Modélisation des Bassins Sédimentaires

4 place Jussieu - case 117

Tour 56-66, 5ème étage

75252 Paris cedex 05 France

portable +33 6 61 18 97 27

Bureau +33 1 44 27 50 39

--

www.istep.upmc.fr

Object: Participation in the SEAGAL-campaign proposal

First name: Roberto

Last name: Heemann

Laboratory: Institute of Petroleum and Natural Resources of the Pontifical Catholic University of Rio Grande do Sul

Address: Av. Ipiranga 6681, predio 96J, 90619-900 Porto Alegre, Brazil

E-mail: roberto.heemann@pucrs.br

Phone: +55 51 3320 3689

I agree to participate in the SEAGAL campaign being proposed by Sébastien Migeon onboard the RV Marion Dufresne and to take part of the interpretation of the data acquired.

Yours,



Dr. Roberto Heemann

Dear Sebastien,

Great to know about the upcoming Cruise. Two days ago, we mentioned you, Marie Revel and of course Jean while preparing the PhD proposal for Dina. She is a little late in preparing the PhD materials and we think about you and Marie to provide her with core samples from the deep Mediterranean in front of the Nile Delta.

Actually, we are willing and welcoming collaboration again, so if there is any chance to be a part of the next cruise this will be fine.

All kind regards.

Mohamed

Mohamed Ismail Ibrahim, *PhD*
Dean of the Faculty of Science
Alexandria University
P.O. Box 21511, Moharam Bey
Fax: +203- 3911794
www.sci.alexu.edu.eg

Object: Participation in the SEAGAL-campaign proposal

First name: Rodrigo

Last name: Iglesias

Laboratory: Geochemical Modeling Laboratory / Institute of Petroleum and Natural Resources (PUCRS)

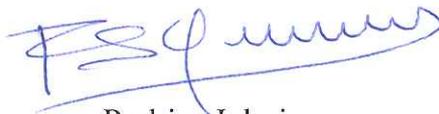
Address: Av. Ipiranga 6681 – Building 96J – 90619-900 – Porto Alegre – Brazil

E-mail: rodrigo.iglesias@pucrs.br

Phone: +55.51.33203689

I agree to participate in the SEAGAL campaign being proposed by Sébastien Migeon onboard the RV Marion Dufresne and to take part of the interpretation of the data acquired.

Yours,



Rodrigo Iglesias

Object: Participation in the SEAGAL-campaign proposal

First name: Marcelo

Last name: Jardim Constant

Laboratory: Institute of Petroleum and Natural Resources of the Pontifical Catholic University of Rio Grande do Sul

Address: Av. Ipiranga 6681, predio 96J, 90619-900 Porto Alegre, Brazil

E-mail: marcelo.constant@pucrs.br

Phone: +55 51 3320 3689

I agree to participate in the SEAGAL campaign being proposed by Sébastien Migeon onboard the RV Marion Dufresne and to take part of the interpretation of the data acquired.

Yours,



Object: Participation in the SEAGAL-campaign proposal

First name: Marcelo

Last name: Jardim Constant

Laboratory: Institute of Petroleum and Natural Resources of the Pontifical Catholic University of Rio Grande do Sul

Address: Av. Ipiranga 6681, predio 96J, 90619-900 Porto Alegre, Brazil

E-mail: marcelo.constant@pucrs.br

Phone: +55 51 3320 3689

I agree to participate in the SEAGAL campaign being proposed by Sébastien Migeon onboard the RV Marion Dufresne and to take part of the interpretation of the data acquired.

Yours,



Object: Participation in the SEAGAL-campaign proposal

First name: Caroline Thaís

Last name: Martinho Pozocco

Laboratory: Institute of Petroleum and Natural Resources of the Pontifical Catholic University of Rio Grande do Sul

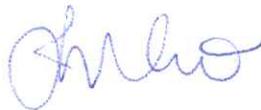
Address: Av. Ipiranga 6681, predio 96J, 90619-900 Porto Alegre, Brazil

E-mail: thais.martinho@pucrs.br

Phone: +55 51 3320 3689

I agree to participate in the SEAGAL campaign being proposed by Sébastien Migeon onboard the RV Marion Dufresne and to take part of the interpretation of the data acquired.

Yours,

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Thais', is written below the text 'Yours,'.

Object: Participation in the SEAGAL-campaign proposal

First name: Flore

Last name: MARY

Laboratory: Istep (UPMC) ; Géoazur

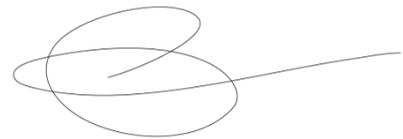
Address: 29 av. des frères Roustan 06220 Vallauris Golfe Juan

E-mail: flmary@geoazur.unice.fr

Phone: 06 84 94 65 67

I agree to participate in the SEAGAL campaign being proposed by Sébastien Migeon onboard the RV Marion Dufresne and to take part of the interpretation of the data acquired.

Yours,

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized 'S' shape with a horizontal line extending to the right.

Object: Participation in the SEAGAL-campaign proposal

First name: Joao Marcelo

Last name: Medina Ketzer

Laboratory: Institute of Petroleum and Natural Resources of the Pontifical Catholic University of Rio Grande do Sul

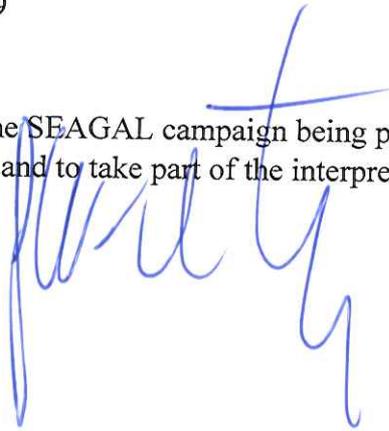
Address: Av. Ipiranga 6681, predio 96J, 90619-900 Porto Alegre, Brazil

E-mail: marcelo.ketzer@puers.br

Phone: +55 51 3320 3689

I agree to participate in the SEAGAL campaign being proposed by Sébastien Migeon onboard the RV Marion Dufresne and to take part of the interpretation of the data acquired.

Yours,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Joao Marcelo Medina Ketzer', is written over the text of the agreement.

Object: Participation in the SEAGAL-campaign proposal

First name: Renata

Last name: Medina-Silva

Laboratory: Institute of Petroleum and Natural Resources of the Pontifical Catholic University of Rio Grande do Sul

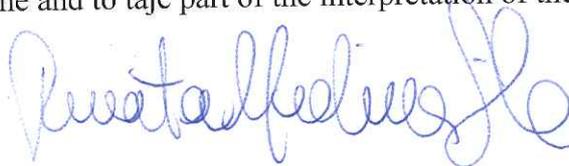
Address: A. Ipiranga, 6681, prédio 96J, 90619-900, Brazil

E-mail: renata.medina@puers.br

Phone: +55 51 3320 3689

I agree to participate in the SEAGAL campaign being proposed by Sébastien Migeon onboard the RV Marion Dufresne and to take part of the interpretation of the data acquired.

Yours,



Nom Prénom	Sexe	Statut	Spécialité	Nationalité	Responsabilité et rôle à bord (données, analyses ...)	Org
Migeon Sébastien	H	Pr	Sédimentologie	Française	Chef de mission, carottages, description	UPMC
Revel-Rolland Marie	F	MdC	Sédimentologie	Française	Carottages, description	Univ N
Dano Alexandre	H	IE	Géophysique marine	Française	Traitement bathymétrie/backscatter	CNRS
Oregoni Davide	H	IE	Géophysique marine	Française	Chirp, carottages	OCA
Schenini Laure	F	IE	Géophysique marine	Française	Traitement sismique	IRD
Mary Flore	F	Doctorante	Sédimentologie	Française	Carottages, description	UPMC
Zanti Mathieu	H	Technicien	Sédimentologie	Française	Carottages, mesures MSCL	Univ N
Praeg Daniel	H	Chercheur	Géophysique marine	Suisse	Colonne d'eau, carottages	CNRS
Ratzov Gueorgui	H	MdC	Sédimentologie	Française	Carottages, description, Chirp	Univ N
Gorini Christian	H	Pr	Géophysique marine	Française	Interp. sismique, carottages	UPMC
Poort Jeffrey	H	IR	Géophysique marine	Belge	Flux de chaleur	UPMC
Rabaute Alain	H	Pr	Géophysique marine	Française	Interp backscatter, Chirp, carottages	UPMC
Lafuerza Sara	F	MdC	Géotechnique	Espagnole	Carottages, Chirp	UPMC
D'Acremont Elia	F	MdC	Géophysique marine	Française	Interp sismique, carottages	UPMC
Ducassou Emmanuelle	F	MdC	Sédimentologie	Française	Carottages, description	Univ. B
Ceramicola Silvia		Chercheur	Sédimentologie	Italienne	Chirp, carottages	OGS
Ketzer Joao	H	Pr	Géochimie	Brésilienne	Carottages, géochimie	PUCRS
Siqueira Tiago	H	IR	Géochimie	Brésilienne	Carottages, géochimie	PUCRS
Augustin Adolpho Herbert	H	Chercheur	Géosciences	Brésilienne	Colonne d'eau, carottages, flux de chaleur	PUCRS
Claas Lennon	H	IR	Géochimie	Brésilienne	Carottages, géochimie	PUCRS
Jardim Constant Marcelo	H	IR	Géochimie	Brésilienne	Carottages, géochimie	PUCRS
Heemann Roberto	H	Chercheur	Géochimie	Brésilienne	Carottages, géochimie	PUCRS
Iglesias Rodrigo	H	IR	Géochimie	Brésilienne	Carottages, géochimie	PUCRS
Martinho Caroline Thais	F	Chercheur	Géosciences	Brésilienne	Carottages, description, Chirp	PUCRS
Medina-Silva Renata	F	IR	Géochimie	Brésilienne	Carottages, géochimie	PUCRS
Rodrigues de Oliveira Rafael	H	IR	Géochimie	Brésilienne	Carottages, géochimie	PUCRS
Rodrigues Luiz	H	Chercheur	Géochimie	Brésilienne	Carottages, géochimie	PUCRS
Romio Cristiane	F	IR	Géochimie	Brésilienne	Carottages, géochimie	PUCRS
Santos Victor	H	IR	Géochimie	Brésilienne	Carottages, géochimie	PUCRS
Alaa Mostafa	H	Pr	Géologie marine	Egyptienne	Données géophysiques	Univ. A
Mohamed Ibrahim	H	Pr	Géochimie	Egyptienne	Carottages, Chirp	Univ. A

Equipe dépouillement

Nom Prénom	Sexe	Statut	Spécialité	Nationalité	Responsabilité et rôle à bord (données, analyses ...)	
Migeon Sébastien	H	Pr	Sédimentologie	Française	Chef de mission, carottages, description	2
Revel-Rolland Marie	F	MdC	Sédimentologie	Française	Carottages, description	2
Dano Alexandre	H	IE	Géophysique marine	Française	Traitement bathymétrie/backscatter	2
Schenini Laure	F	IE	Géophysique marine	Française	Traitement sismique	1
Mary Flore	F	Doctorante	Sédimentologie	Française	Carottages, description	5
Praeg Daniel	H	Chercheur	Géophysique marine	Suisse	Colonne d'eau, carottages	1
Gorini Christian	H	Pr	Géophysique marine	Française	Interp. Sismique, carottages	5
Poort Jeffrey	H	IR	Géophysique marine	Belge	Flux de chaleur	5
Rabaute Alain	H	Pr	Géophysique marine	Française	Interp backscatter, Chirp, carottages	5
Lafuerza Sara	F	MdC	Géotechnique	Espagnole	Carottages, Chirp	2
D'Acremont Elia	F	MdC	Géophysique marine	Française	Interp sismique, carottages	5
Ducassou Emmanuelle	F	MdC	Sédimentologie	Française	Carottages, description	1
	F					
Ceramicola Silvia		Chercheur	Sédimentologie	Italienne	Chirp, carottages	5
Ketzer Joao	H	Pr	Géochimie	Brésilienne	Carottages, géochimie	1
Siqueira Tiago	H	IR	Géochimie	Brésilienne	Carottages, géochimie	1
Augustin Adlopho Herbert	H	Chercheur	Géosciences	Brésilienne	Colonne d'eau, carottages, flux de chaleur	1
Claas Lennon	H	IR	Géochimie	Brésilienne	Carottages, géochimie	1
Jardim Constant Marcelo	H	IR	Géochimie	Brésilienne	Carottages, géochimie	1
Heemann Roberto	H	Chercheur	Géochimie	Brésilienne	Carottages, géochimie	1
Iglesias Rodrigo	H	IR	Géochimie	Brésilienne	Carottages, géochimie	1
Martinho Caroline Thais	F	Chercheur	Géosciences	Brésilienne	Carottages, description, Chirp	1
Medina-Silva Renata	F	IR	Géochimie	Brésilienne	Carottages, géochimie	1
Rodrigues de Oliveira Rafael	H	IR	Géochimie	Brésilienne	Carottages, géochimie	1
Rodrigues Luiz	H	Chercheur	Géochimie	Brésilienne	Carottages, géochimie	1
Romio Cristiane	F	IR	Géochimie	Brésilienne	Carottages, géochimie	1
Santos Victor	H	IR	Géochimie	Brésilienne	Carottages, géochimie	1
Alaa Mostafa	H	Pr	Géologie marine	Egyptienne	Données géophysiques	5
Mohamed Ibrahim	H	Pr	Géochimie	Egyptienne	Carottages, Chirp	5

Dear Sébastien,

As Mohamed mentioned in his message, we are still interested and seeking collaboration with the french team. We are also willing that Alexandria Univeristy will have the opportunity to be on board. I do hope that your proposal will be accepted.

If we can be of any assistance in this regard, please feel free to contact us.

Please convey my best regards to all of our french friends.

Have a great day!

Alaa

--

Prof. Dr. Alaa EL-Din Mostafa
Department of Environmental Sciences
Vice-Dean for Community Service & Environment Development
Faculty of Science, Alexandria University
Alexandria - EGYPT
Tel. 002 03 3922316
Fax 002 03 3911794
Mob. 002 (0) 12 2201207
E-mail: alaa_mostafa@link.net @ sc-vde@alexu.edu.eg

Object: Participation in the SEAGAL-campaign proposal

First name: Davide

Last name: Oregioni

Laboratory: GEOAZUR

Address: 250 RUE Albert Einstein, 06560 Sophia Antipolis

E-mail: oregionidavide@gmail.com

Phone: +33 0 6 68 90 20 70

I agree to participate in the SEAGAL campaign being proposed by Sébastien Migeon onboard the RV Marion Dufresne and to take part of the interpretation of the data acquired.

Yours,

Davide OREGIONI,

A handwritten signature in black ink, consisting of a stylized 'D' followed by a series of loops and a final flourish.

Object: Participation in the SEAGAL-campaign proposal

First name: Jeffrey

Last name: Poort

Laboratory: Institut Sciences de la Terre à Paris (ISTeP) – UMR 7193

Address: 4 place Jussie, 75005 Paris

E-mail: jeffrey.poort@upmc.fr

Phone: +33 1.44.27.50.87

I agree to participate in the SEAGAL campaign being proposed by Sébastien Migeon onboard the RV Marion Dufresne and to take part in the interpretation of the data acquired.

Yours,



Jeffrey Poort

Object: Participation in the SEAGAL-campaign proposal

First name: Daniel

Last name: Praeg

Laboratory: OGS (Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale)

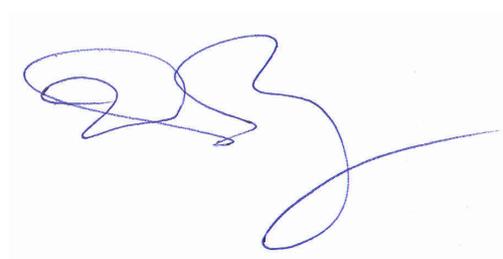
Address: Borgo Grotta Gigante 42C, 34010 Trieste, ITALY

E-mail: dpraeg@ogs.trieste.it

Phone: cell +39 335 873 6319

I agree to participate in the SEAGAL campaign being proposed by Sébastien Migeon onboard the RV Marion Dufresne and to take part of the interpretation of the data acquired.

Yours,



Daniel Praeg

Trieste, 23/09/2015

Object: Participation in the SEAGAL-campaign proposal

First name: ALAIN

Last name: RABAUTE

Laboratory: INSTITUT DES SCIENCES DE LA TERRE DE PARIS UMR 7193

Address: CASE 129, UPMC, 4 PLACE JUSSIEU, 75232 PARIS CEDEX 5

E-mail: alain.rabaute@upmc.fr

Phone: +33144274161

I agree to participate in the SEAGAL campaign being proposed by Sébastien Migeon onboard the RV Marion Dufresne and to take part of the interpretation of the data acquired.

Yours,

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'AR' with a stylized flourish extending to the right.

Object: Participation in the SEAGAL-campaign proposal

First name: Gueorgui

Last name: Ratzov

Laboratory: UMR 7329 GéoAzur

Address: 250 Avenue Albert Einstein, 06530 Valbonne, FRANCE

E-mail: ratzov@geoazur.unice.fr

Phone: +33483618523

I agree to participate in the SEAGAL campaign being proposed by Sébastien Migeon onboard the RV Marion Dufresne and to take part of the interpretation of the data acquired.

Yours,

A handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping loops and a long horizontal stroke extending to the right. The signature is positioned to the right of the text 'Yours,'.

Object: Participation in the SEAGAL-campaign proposal

First name: Marie

Last name: REVEL

Laboratory: GEOAZUR

Address: BAT 1 250 rue A. Einstein Sophia Antipolis 06560 Valbonne

E-mail: revel@geoazur.unice.fr

Phone: 04 83 61 87 46

I agree to participate in the SEAGAL campaign being proposed by Sébastien Migeon onboard the RV Marion Dufresne and to take part of the interpretation of the data acquired.

Yours,

Marie Revel,

Object: Participation in the SEAGAL-campaign proposal

First name: Luiz

Last name: Rodrigues

Laboratory: Institute of Petroleum and Natural Resources of the Pontifical Catholic University of Rio Grande do Sul

Address: Av. Ipiranga 6681, predio 96J, 90619-900 Porto Alegre, Brazil

E-mail: frederico.rodrigues@puers.br

Phone: +55 51 3320 3689

I agree to participate in the SEAGAL campaign being proposed by Sébastien Migeon onboard the RV Marion Dufresne and to take part of the interpretation of the data acquired.

Yours,



Object: Participation in the SEAGAL-campaign proposal

First name: Rafael

Last name: Rodrigues de Oliveira

Laboratory: Institute of Petroleum and Natural Resources of the Pontifical Catholic University of Rio Grande do Sul

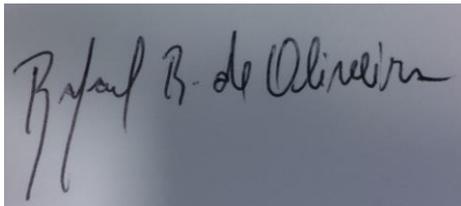
Address: Av. Ipiranga 6681, predio 96J, 90619-900 Porto Alegre, Brazil

E-mail: rafael-oliveira@pucrs.br

Phone: +55 51 3320 3689

I agree to participate in the SEAGAL campaign being proposed by Sébastien Migeon onboard the RV Marion Dufresne and to take part of the interpretation of the data acquired.

Yours,

A rectangular box containing a handwritten signature in black ink. The signature is written in a cursive style and reads "Rafael B. de Oliveira".

Object: Participation in the SEAGAL-campaign proposal

First name: Cristiane

Last name: Romio

Laboratory: Institute of Petroleum and Natural Resources of the Pontifical Catholic University of Rio Grande do Sul

Address: Av. Ipiranga 6681, predio 96J, 90619-900 Porto Alegre, Brazil

E-mail: cristiane.romio@puers.br

Phone: +55 51 3320 3689

I agree to participate in the SEAGAL campaign being proposed by Sébastien Migeon onboard the RV Marion Dufresne and to take part of the interpretation of the data acquired.

Yours,

Cristiane Romio

Object: Participation in the SEAGAL-campaign proposal

First name: Victor

Last name: Santos

Laboratory: Institute of Petroleum and Natural Resources of the Pontifical Catholic University of Rio Grande do Sul

Address: Av. Ipiranga 6681, predio 96J, 90619-900 Porto Alegre, Brazil

E-mail: victor.santos@pucrs.br

Phone: +55 51 3320 3689

I agree to participate in the SEAGAL campaign being proposed by Sébastien Migeon onboard the RV Marion Dufresne and to take part of the interpretation of the data acquired.

Yours,

Victor Hugo Jacks Mendes dos Santos

A handwritten signature in blue ink that reads "Victor Mendes". The signature is written in a cursive style and is positioned above a solid black horizontal line.

Object: Participation in the SEAGAL-campaign proposal

First name: Laure

Last name: Schenini

Laboratory: UMR Geoazur

Address: 250 rue Albert Einstein, 06560 Valbonne, France

E-mail: laure.schenini@geoazur.unice.fr

Phone: 33 (0)4 83 61 87 28

I agree to participate in the SEAGAL campaign being proposed by Sébastien Migeon onboard the RV Marion Dufresne and to take part of the processing of the data acquired.

Yours, Laure Schenini

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Laure Schenini', written in a cursive style with a long horizontal stroke extending to the right.

Object: Participation in the SEAGAL-campaign proposal

First name: Tiago

Last name: Siqueira

Laboratory: Institute of Petroleum and Natural Resources of the Pontifical Catholic University of Rio Grande do Sul

Address: Av. Ipiranga 6681, predio 96J, 90619-900 Porto Alegre, Brazil

E-mail: tiago.siqueira@puers.br

Phone: +55 51 3320 3689

I agree to participate in the SEAGAL campaign being proposed by Sébastien Migeon onboard the RV Marion Dufresne and to take part of the interpretation of the data acquired.

Yours,

Tiago de Abreu Siqueira

Tiago de Abreu Siqueira
Chemistry Researcher IPR

Object: Participation in the SEAGAL-campaign proposal

First name: Vikram

Last name: Unnithan

Laboratory: Department of Physics and Earth Sciences, Jacobs University Bremen

Address: Campus Ring 1, 28759 Bremen, Germany

E-mail: v.unnithan@jacobs-university.de

Phone: +49 421 200 3161

I agree to participate in the SEAGAL campaign being proposed by Sébastien Migeon onboard the RV Marion Dufresne and to take part of the interpretation of the data acquired.

Yours,



Vikram Unnithan

Object: Participation in the SEAGAL-campaign proposal

First name: Matthieu

Last name: Zanti

Laboratory: Géozur

Address: 250 rue Albert Einstein - Sophia Antipolis - 06560 Valbonne (FRANCE)

E-mail: zanti@geozur.unice.fr

Phone: +33 4 83 61 85 15

+33 6 71 03 90 12

I agree to participate in the SEAGAL campaign being proposed by Sébastien Migeon onboard the RV Marion Dufresne and to take part of the interpretation of the data acquired.

Yours,

Matthieu Zanti

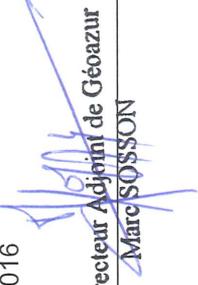


Proposition de campagne à la mer
Flotte Océanographique Française
Appel d'offre 2018

ANNEXE A	NOM DE LA CAMPAGNE : SEAGAL
-----------------	------------------------------------

Budget et sources de financement

Avis et signatures des responsables

	Responsable hiérarchique du chef de mission principal*
Nom et Prénom	TRIC Emmanuel
Titre	Pr
Unité	UMR Géoazur (UMR 7329)
Organisme	OCA/UNS/CNRS/IRD
Adresse	Géoazur 250 rue Albert Einstein 06560 Valbonne
Tel	04 83 61 86 53
Fax	
E-mail	direction@geoazur.unice.fr
Nombre de dossiers présentés par l'unité	2
Avis - Priorité (Obligatoire)	Très favorable Cette campagne fait partie des actions de recherche prioritaires de notre laboratoire.
Date et signature des responsables	26/09/2016  Le Directeur Adjoint de Géoazur Marc SOSSON

Proposition de campagne à la mer
Flotte Océanographique Française
Appel d'offre 2018

ANNEXE B	NOM DE LA CAMPAGNE : SEAGAL
-----------------	------------------------------------

Fiches valorisation des résultats

Fiche “ Valorisation des résultats des campagnes océanographiques en série”

Fiche complète à l'adresse : <http://www.flotteoceanographique.fr/Campagnes-scientifiques/Campagnes-hauturieres/Bilans-des-campagnes-realisees/Fiches-de-valorisation-des-campagnes/Campagnes-2001-a-2010/Campagnes-2006>

Nom de la série de campagnes: MALISAR

Projet ou programme de rattachement : GDR Marges/Action Marges

Année du début de la série : 2006

Nom de la campagne : MALISAR1	
Navire : NO Le Suroit	Engins lourds : Sismique HR 72 traces
Dates de la campagne : 18-31 août 2006	Zone(s) : Mer Ligure, Méditerranée occidentale
Nombre de jours sur zone/en transit :	
Chef de mission principal (Nom, prénom et organisme) : Migeon Sébastien, GéoAzur (Univ. Nice-Sophia Antipolis)	
Nombre de chercheurs et d'enseignants-chercheurs (en mer / à terre) : 15	
Nombre d'ingénieurs et de techniciens (en mer / à terre) : 1	
Nombre d'étudiants (en mer / à terre) :	

Nom de la campagne : MALISAR2	
Navire : NO Le Suroit	Engins lourds : SAR, AUV
Dates de la campagne : 31 mai-23 juin 2007	Zone(s) : Mer Ligure, Méditerranée occidentale
Nombre de jours sur zone/en transit :	
Chef de mission principal (Nom, prénom et organisme) : Migeon Sébastien, GéoAzur (Univ. Nice-Sophia Antipolis)	
Nombre de chercheurs et d'enseignants-chercheurs (en mer / à terre) : 12	
Nombre d'ingénieurs et de techniciens (en mer / à terre) : 1	
Nombre d'étudiants (en mer / à terre) : 1	

Nom de la campagne : MALISAR3	
Navire : NO Le Suroit	Engins lourds : AUV
Dates de la campagne : 1-10 décembre 2008	Zone(s) : Mer Ligure, Méditerranée occidentale
Nombre de jours sur zone/en transit :	
Chef de mission principal (Nom, prénom et organisme) : Migeon Sébastien, GéoAzur (Univ. Nice-Sophia Antipolis)	
Nombre de chercheurs et d'enseignants-chercheurs (en mer / à terre) : 10	
Nombre d'ingénieurs et de techniciens (en mer / à terre) : 1	
Nombre d'étudiants (en mer / à terre) : 2	

Nom de la campagne : MALISAR/ALTO	
Navire : NO L'Europe	Engins lourds : AUV
Dates de la campagne : 19 février-3 mars 2009	Zone(s) : Mer Ligure, Méditerranée occidentale
Nombre de jours sur zone/en transit :	
Chef de mission principal (Nom, prénom et organisme) : Migeon Sébastien, GéoAzur (Univ. Nice-Sophia Antipolis)	
Nombre de chercheurs et d'enseignants-chercheurs (en mer / à terre) : 3	
Nombre d'ingénieurs et de techniciens (en mer / à terre) : 1	
Nombre d'étudiants (en mer / à terre) : 1	

Rappel des campagnes précédentes (depuis le début de la série)			
Nom de la campagne	Navire	Dates	Chef de mission
MALISAR1	NO Le Suroît	18-31 août 2006	Migeon S.
MALISAR2	NO Le Suroît	31 mai-23 juin 2007	Migeon S.
MALISAR3	NO Le Suroît	1-10 décembre 2008	Migeon S.
MALISAR/ALTO	NO Le Suroît	19 février-3 mars 2009	Migeon S.

Fiche remplie par : Migeon Sébastien		Date de rédaction ou d'actualisation de la fiche : 21/09/2016	
Adresse : Géoazur, Rue Albert Einstein, 06560 Valbonne			
Email : migeon@geoazur.unice.fr		Tel : 04 83 61 87 44	Fax :

Tableau récapitulatif

		Nombre
1	Publications d'articles originaux dans des revues avec comité de lecture référencées dans JCR (<i>Journal Citation Reports</i>) (ajouter des lignes si nécessaire)	
	Année n+1 :	
	Année n+2 :	
	Année n+3 :	
	Année n+4 :	1
	Année n+5 :	2
	Année n+6 :	3
	Année n+7 :	1
	Année n+8 :	
	Année n+9 :	1
	Total	8
2	Publications dans d'autres revues ou ouvrages scientifiques faisant référence dans le domaine	3
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	18
7	Communications dans des colloques nationaux	13
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	6
15	Thèses ayant utilisé les données de la campagne	5
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)	Non/Oui
	Transmission au SISMER de données autres que celles acquises avec les moyens communs du navire	Non/Oui
18	Transmission à d'autres banques de données	Non/Oui
19	Transmission à d'autres équipes de données ou d'échantillons	Non/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. Les classer par année de publication ou de présentation.

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 auxquel.

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 (vérifier dans la base « Journal Citation Reports » via « ISI Web of Knowledge » si les revues sont bien référencées). **Classer les références par année en indiquant en marge pour chacune le nom de la ou des campagnes concernées.**

- Ioualalen, M., Migeon, S. and Sardou, O., 2010, Landslide tsunami vulnerability in the Ligurian Sea: case study of the October 16th 1979 Nice airport submarine landslide and of identified geological mass failures. *Journal of Geophysical Research*. vol. 181, n°2, pp. 724-740, doi: 10.1111/j.1365-246X.2010.04572.x. (**MALISARI**)
- Larroque C., Mercier de Lépinay B. and Migeon S., 2011, Morphotectonic and fault-earthquake relationships along the northern Ligurian margin (Western Mediterranean) based on high resolution multibeam bathymetry and multichannel seismic-reflection profiles : *Marine Geophysical Researches*. doi:10.1007/s11001-010-9108-7. (**MALISAR 1 et 2**)
- Migeon S., Cattaneo A., Hassoun V., Larroque C., Corradi N., Fanucci F., Dano A., Mercier de lepinay B., Sage F., Gorini C., 2011, Morphology, distribution and origin of recent submarine landslides of the Ligurian Margin (North-western Mediterranean): some insights into geohazard assessment : *Marine Geophysical Researches*, vol. 32, n°1-2, p. 225-243. doi: 10.1007/s11001-011-9123-3. (**MALISARI, 2 et 3**)
- Migeon S., Cattaneo A., Hassoun V., Dano A., Ruellan E., 2012, Failure processes and gravity-flow transformation revealed by high-resolution AUV swath bathymetry on the Nice continental slope (Ligurian Sea) : *Submarine Mass Movements and their Consequences*. Yamada Y. et al. (Eds), Springer Book., p. 451-461. DOI 10.1007/978-94-007-2162-3_40. (**MALISARI et 3, MALISAR/ALTO**)
- Migeon S., Mulder T., Savoye B., Sage F., 2012, Hydrodynamic processes, velocity structure and stratification in natural turbidity currents: results inferred from field data in the Var Turbidite System : *Sedimentary Geology*, Vol. 245-246, p. 48-62. doi:10.1016/j.sedgeo.2011.12.007 (**MALISARI et 2**)
- Larroque C., Scotti O. and Ioualalen M., Reappraisal of the 1887 Ligurian earthquake (western Mediterranean) from macroseismicity, active tectonics and tsunami modelling. *Geophysical Journal International*, Vol. 190, p. 87-104. GJI-11-0791. (**MALISARI et 2**)
- Hassoun V., Martin J., Migeon S., Larroque C., Cattaneo A., Eriksson M., Levy I., Sanchez-Cabeza J.-A., Mercier De Lepinay B., Liong Wee Kwong L., Miquel J.-C., Heimbürger L.-E. (2014). The record of historical earthquakes, floods and anthropic activities in the Var Sedimentary Ridge (north-western Mediterranean). In Krastel et al., Eds, *Submarine Mass Movements and Their Consequences*, Advances in Natural and Technological Hazards Research 37, Springer Science, p. 571-581. DOI 10.1007/978-3-319-00972-8_51. (**MALISARI et 2**)
- Kelner, K., Migeon, S., Tric, E., Courboux, F., Dano, A., Lebourg, T., Taboada, A. (2016). Frequency and triggering of small-scale submarine landslides on decadal timescales: Analysis of 4D bathymetric data from the continental slope offshore Nice (France) : *Marine Geology*, Vol. 379, p. 281-297. (**MALISARI**)

R2 – Références des publications parues dans d'autres revues ou des ouvrages scientifiques faisant référence dans la discipline. (Les classer par années croissantes et indiquer en marge pour chaque référence le nom de la ou des campagnes concernées)

- Hassoun, V., Migeon, S., Cattaneo, A., Larroque, C., and Mercier de Lepinay, B., 2009, Imbricated scars on the Ligurian continental slope: evidence for multiple failure events in the 1887 earthquake epicentral area. In: *Seafloor Mapping for Geohazard Assessment* (Eds F.L. Chiocci, D. Ridente, D. Caslbore and A. Bosman), Vol. 7, p. 113-117. *Rendiconti della Società Geologica Italiana*. (**MALISARI et 2**)
- Migeon, S., Cattaneo, A., Hassoun, V., Larroque, C., Mercier de Lepinay, B., Corradi, N. and Fanucci, F., 2009, Submarine instabilities along the Ligurian Margin (NW Mediterranean): types, distribution, and causes. In: *Seafloor Mapping for Geohazard Assessment* (Eds F.L. Chiocci, D. Ridente, D. Caslbore and A. Bosman), Vol. 7, p. 109-112. *Rendiconti della Società Geologica Italiana*. (**MALISARI et 2**)
- Larroque C., Courboux F., Scotti O., Deschamps A. et B. Delouis (2012). Déformation active et aléa sismique dans une zone à déformation lente: définition de domaines sismotectoniques homogènes à la jonction Alpes du Sud - Bassin Ligure. In *Archéosismicité et Tsunami en Méditerranée Occidentale*, Edité par I. Rébé-Marichal et al., Groupe APS, 265 pp. (ISBN : 978-2-9515025-5-0), 57-80. (**MALISARI et 2**)

R3 – Références des publications électroniques sur le réseau Internet. (Les classer par années croissantes et indiquer en marge pour chaque référence le nom de la ou des campagnes concernées)

R4 – Références des rapports techniques. (Les classer par années croissantes et indiquer en marge pour chaque référence le nom de la ou des campagnes concernées)

R5 – Références des articles parus dans des revues ou des journaux « grand public ». (*Les classer par années croissantes et indiquer en marge pour chaque référence le nom de la ou des campagnes concernées*)

R6 – Références des communications dans des colloques internationaux. (*Les classer par années croissantes et indiquer en marge pour chaque référence le nom de la ou des campagnes concernées*).

- Mercier de Lepinay B., Larroque C., Migeon S., Beslier M.-O., Sage F., Cattaneo A., Corradi N., Cuppari A., Brosolo L., Marsset B., 2007, Active tectonics along the northern margin of Ligurian Sea. Evidence from swath bathymetry and high-resolution seismics. CIESM Congress, Istanbul. (**MALISARI**)
- Migeon S., Cattaneo A., Larroque C., Mercier de Lepinay B., Beslier M.-O., Corradi N., Cuppari A., Marsset B., Sage F., 2007, Morphological evidences of recent submarine landslides on the Ligurian Margin (North-western Mediterranean): first results from the MALISAR cruise. CIESM Congress, Istanbul. (**MALISARI**)
- Migeon S., Cattaneo A., Mercier de Lepinay B., Corradi N., Larroque C., and the MALISAR team, 2007, Quaternary and recent submarine landslides on the Ligurian Margin (North-western Mediterranean): distribution and triggering mechanisms. MALISAR project. 3rd International Conference "Submarine mass movements and their consequences", Santorini. (**MALISARI et 2**)
- Scotti O., Larroque C., Courboux F., Delouis B. and D. Baumont (2008). On the Definition of realistic Earthquake Parameters along potential active Faults in the French-Italian Riviera : a key step in Quantitative Seismic Hazard Assessment (QSHA) - a Platform for strong Ground Motion Modeling. European Geosciences Union General Assembly, Vienna, April 13-18th, Vol. 10, EGU2008-A-00000. (**MALISARI**)
- Larroque C., Scotti O., Courboux F., Delouis B., Deschamps A. and J.M. Nocquet (2009). Toward a new seismotectonic zonation of the Southeasternmost France. International Conference "Seismic risk in moderate seismicity area : from hazard to vulnerability", Aix en Provence, July 6-8, 2009 ; Abstract Book, 17. (**MALISARI et 2**)
- Coste M., Migeon S., Ceramicola S., Mascle J., Praeg D., 2010, Slope-to-basin sedimentary processes in tectonically active settings: a comparative analysis of the Calabrian and Ligurian margins during the last 5 Ma. CIESM Congress, Venice. (**MALISARI et 2**)
- Hassoun V., Migeon S., Larroque C., Cattaneo A., Mercier de Lepinay B., 2010, Distribution of submarine landslides along the northern Ligurian Margin (NW Mediterranean) using very high-resolution data: some insights into geohazard assessment. AGU meeting, San Francisco. (**MALISARI et 2**)
- Larroque C., Scotti O. and M. Ioualalen (2010). The 1887 earthquake and tsunami on the northern Ligurian margin (western Mediterranean). *European Seismological Commission, 32nd General Assembly*, Montpellier (France), September 6-10, abstract book, 205. (**MALISARI et 2**)
- Migeon S., Dano A., Hassoun V., Cattaneo A. And Ruellan E., 2010, High-resolution swath mapping of submarine landslides on the Nice slope (Ligurian sea) by AUV surveys: implication for gravity-flow transformation. CIESM Congress, Venice. (**MALISAR3, MALISAR/ALTO**)
- Hassoun V., Migeon S., Larroque C., Cattaneo A. et Mercier de Lépinay B. (2011). Will the French Riviera disappear? Ancient and present day submarine landslides along the north-western Ligurian Margin (NW Mediterranean) under the microscope, American Geophysical Union (AGU), n°OS13B-1521, AGU Fall Meeting, 5-9 december, San Francisco (USA). (**MALISARI, 2 et 3**)
- Larroque C. and F. Sage (2011). Active Deformation of the Northern Ligurian Margin (Western Mediterranean): faulting along inherited structures ? *10th Alpine Workshop "CorseAlp 2011"*, Saint Florent (Corsica), 10-16 April, abstract volume, 47. (**MALISARI et 2**)
- Larroque C., Scotti O. and M. Ioualalen (2011). Reappraisal of the 1887 Ligurian Earthquake and Tsunami (Western Mediterranean): Consequences for the Regional Seismic and Tsunami Hazards. *10th Alpine Workshop "CorseAlp 2011"*, Saint Florent (Corsica), 10-16 April, abstract volume, 48. (**MALISARI et 2**)
- Migeon S., Cattaneo A., Hassoun V., Larroque C., Corradi N., Fanucci F., Mercier de Lepinay B., Sage F. et Gorini C. (2011). Distribution and causes of recent submarine landslides along the Ligurian margin (northwestern Mediterranean) inferred from very high-resolution data: some insights into geohazard assessment, Marine geo-hazards in the Mediterranean, vol. CIESM Workshop Monographs, n°42, pp. 59-65, 2-5 February, Nicosia (Cyprus). (**MALISARI, 2 et 3**)
- Larroque C., Scotti O., Ioualalen M., Migeon S., Hassoun V. (2012). Reappraisal of the 1887 Ligurian earthquake (western Mediterranean) from macroseismicity, active tectonics and tsunami modeling. European Geosciences Union General Assembly, Vienna, EGU2012-8111. (**MALISARI et 2**)
- Kelner M., Migeon S., Tric E., Courboux F., Dano A., Lebourg T., Taboada A. (2013). Recent morphological changes induced by submarine landslides on the Nice continental slope. Congrès CIESM, octobre 2013, Marseille, France.
- Kelner M., Migeon S., Tric E., Courboux F., Dano A., Lebourg T., Taboada A. (2014). Recent morphological changes of the Nice continental slope. Congrès IAEG, septembre 2014, Torino, Italie.
- Soulet Q., Migeon S., Gorini C., Rubino J.-L., Cattaneo A. (2014). Erosional versus depositional processes along a steep system of canyons: the example of the Gulf of Genoa (Ligurian Basin). Congrès IAS, août 2014, Genève, Suisse.
- Samalens, K., Cattaneo, A., Migeon, S., 2016. Mass transport deposits as witness of Holocene seismic activity on the Ligurian margin, Western Mediterranean (ASTARTE project). Geophysical Research Abstracts Vol. 18, EGU2016-13839, EGU General Assembly.

R7 – Références des communications dans des colloques nationaux. (*Les classer par années croissantes et indiquer en marge pour chaque référence le nom de la ou des campagnes concernées*)

- Larroque C., Migeon S., Beslier M.O., Mercier de Lépinay B., Sage F., Cattaneo A., Corradi N., Cuppari A., Marsset B. et L. Brosolo, 2006, Aléa sismique et aléa gravitaire sur la marge nord du bassin Ligure : Résultats préliminaires de la campagne MALISAR 1. Réunion des Sciences de la Terre, Dijon 04-08 décembre 2006, Volume des résumés p. 88. (**MALISARI**)

- Migeon S., Cattaneo A., Corradi N., Larroque C., Mercier de Lepinay B., et les équipes embarquées de Malisar 1&2, 2007, Les glissements sous-marins du Bassin Ligure : premiers résultats des campagnes Malisar1&2. 11^e Congrès ASF, Caen, Livre des résumés, p. 221. (*MALISARI et 2*)
- Migeon S., Cattaneo A., Larroque C., et les équipes embarquées de Malisar 1&2, 2007, Les canyons sous-marins du Bassin Ligure : premiers résultats des campagnes Malisar 1&2. 11^e Congrès ASF, Caen, Livre des résumés, p. 222. (*MALISARI et 2*)
- Larroque C., Migeon S., Beslier M.O., Béthoux N., Charvis P., Courboulex F., Delouis B., Deschamps A., Dessa J.X., Ioualalen M., Mercier de Lépinay B., Nocquet J.M., Régnier M., Ruellan E., Sage F., Sosson M., Bellier O., Cattaneo A., Duval A.M., Eva C., Sardou O. et O. Scotti (2008). La déformation lente de la jonction Alpes – Bassin Ligure, ses manifestations (sismicité, glissements, tsunamis) et application à l'évaluation des aléas : approche intégrée terre-mer. Colloque « chantier Méditerranée », INSU, Paris 27-29 février. (*MALISARI et 2*)
- Hassoun V., Migeon S., Cattaneo A., Larroque C. Et Mercier de Lepinay B., 2009, Les séismes sont-ils à l'origine de la mise en place de ruptures multiples sur la Marge nord-Ligure ? 12^e Congrès ASF, Rennes, Livre des résumés. (*MALISARI, 2 et 3*)
- Migeon S., Coste M., Cattaneo A., Larroque C., Mercier de Lepinay B., 2009, Contrôle structural du développement des canyons sous-marins de la Marge Ligure. 12^e Congrès ASF, Rennes, Livre des résumés. (*MALISARI et 2*)
- Migeon S., Dano A., Hassoun V., Ruellan E., Cattaneo A., 2009, Cartographie THR et analyse des glissements sous-marins de la pente niçoise par des levés AUV. 12^e Congrès ASF, Rennes, Livre des résumés. (*MALISAR3, MALISAR/ALTO*)
- Sage F., Thion I., Beslier M.O., Larroque C., Guennoc P., Dessa J.-X. and F. Michaud (2009). Evolution tectonique et sédimentaire de la marge nord-Ligure à la jonction Alpes - Ocean Ligure. 12^e Congrès Association des Sédimentologues Français, Rennes, Livre des résumés. (*MALISARI et 2*)
- Coste M., Migeon S., Ceramicola S., Masclé J., Forlin E., Praeg D., 2010, Processus de formation et d'évolution des canyons sous-marins sur la marge ouest du bassin Ligure. Congrès RST, Bordeaux. (*MALISARI et 2*)
- Hassoun V., Migeon S., Larroque C., Cattaneo A., Mercier de Lepinay B., 2010, Analyse morphologique et distribution des instabilités gravitaires de la marge nord-Ligure : apport des données THR de subsurface. Congrès RST, Bordeaux. (*MALISARI et 2*)
- Larroque C., Courboulex F., Scotti O. et B. Delouis (2010). Vers un nouveau zonage sismotectonique de la jonction Alpes – Bassin Ligure. 23^{ième} Réunion des Sciences de la Terre, Bordeaux (France), 25-29 octobre, volume des résumés. (*MALISARI et 2*)
- Larroque C., Mercier de Lépinay B. et S. Migeon (2010). Morphotectonic and faults-earthquakes relationship along the northern Ligurian margin (Western Mediterranean). 23^{ième} Réunion des Sciences de la Terre, Bordeaux (France), 25-29 octobre, volume des résumés. (*MALISARI et 2*)
- Migeon S., Cattaneo A., Hassoun V., Larroque C., Mercier de Lepinay B., 2010, Impact des phénomènes post-glissements sur le processus de réajustement d'une pente continentale : exemple de la marge nord Ligure. Congrès RST, Bordeaux. (*MALISARI et 2, MALISAR/ALTO*)

R8 – Références des nouvelles espèces (animales, végétales, microorganismes) décrites, lieux où sont déposés les holotypes. (Les classer par années croissantes et indiquer en marge pour chaque référence le nom de la ou des campagnes concernées)

R9 – Références des rapports de contrats (Union européenne, FAO, Convention, Collectivités ...). (Les classer par années croissantes et indiquer en marge pour chaque référence le nom de la ou des campagnes concernées)

R10 – Liste des applications (essais thérapeutiques ou cliniques, AMM ...). (Les classer par années croissantes et indiquer en marge pour chaque référence le nom de la ou des campagnes concernées)

R11 – Références des brevets. (Les classer par années croissantes et indiquer en marge pour chaque référence le nom de la ou des campagnes concernées)

R12 – Références des atlas (cartes, photos). (Les classer par années croissantes et indiquer en marge pour chaque référence le nom de la ou des campagnes concernées)

R13 – Liste des documents vidéo-films. (Les classer par années croissantes et indiquer en marge pour chaque référence le nom de la ou des campagnes concernées)

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 . (Les classer par années croissantes et indiquer en marge pour chaque référence le nom de la ou des campagnes concernées)

Sabine CHARLIER, Jan-Juin 2007, « Caractérisation du séisme ligure du 23 février 1887 à partir d'une approche combinée : données historiques, analyses morphostructurales et modélisation du tsunami associé ». Université de Nice-Sophia Antipolis.

Virginie HASSOUN, Jan-Juin 2008, « Les glissements sous-marins du Bassin Ligure : cas de la zone épiscopale de 1887 ». Université de Nice-Sophia Antipolis et Université Pierre et Marie Curie.

Angélique LEPETRE, Jan-Juin 2009, « Estimation des mouvements verticaux du Golfe de Gênes depuis 5,3 Ma à partir de l'analyse sismique du marqueur messinien ». Université de Nice-Sophia Antipolis et Université de Pau et des Pays de l'Adour.

Marianne COSTE, Jan-Juin 2009, « Processus d'initiation et d'évolution des canyons sous-marins : cas du Bassin Ligure ». Université de Nice-Sophia Antipolis et Université Pierre et Marie Curie.

Renontial MBEGHA, Jan-Juin 2011, « Identification et caractérisation par outils géophysiques des dépôts contouritiques de la marge Ligure ». Université de Nice-Sophia Antipolis et Université Pierre et Marie Curie.

Lambert GUILLAUME, Jan-Juin 2015, « Les accumulations détritiques en contexte de marges escarpées : Analyse de la marge Nord Ligure et de la marge Ouest Corse ». Université de Nice-Sophia Antipolis et Université Pierre et Marie Curie.

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. *(Les classer par années croissantes et indiquer en marge pour chaque référence le nom de la ou des campagnes concernées)*

Virginie HASSOUN, Sept. 2008-Juil. 2012, « Interaction aléa gravitaire et déformation sur la marge nord-Ligure ». Thèse de l'Université de Nice-Sophia Antipolis, Bourse ministérielle, co-encadrement Sébastien Migeon et Christophe Larroque (GéoAzur).

Marianne COSTE, Nov. 2009-Nov. 2012, « Les processus sédimentaires, depuis la pente continentale jusqu'au bassin, en contexte de tectonique active : analyse comparée entre la Marge Calabraise et la Marge Ligure durant les cinq derniers millions d'années ». Thèse de l'Université de Nice-Sophia Antipolis, co-tutelle avec l'OGS Trieste, co-encadrement Sébastien Migeon (GéoAzur) et Silvia Ceramicola (OGS Trieste).

Quentin SOULET, Mai 2012-Mai 2015, « Typologie, Architecture et Evolution spatio-temporelle des systèmes sédimentaires silico-clastiques et/ou mixtes des marges escarpées ». Thèse de l'UPMC, Bourse CIFRE (TOTAL), co-encadrement Sébastien Migeon (GéoAzur) et Christian Gorini (iSTeP).

Maelle KELNER, Oct. 2012-Oct. 2015, « Analyse des processus de glissements gravitaires sous-marins par une approche géophysique, géotechnique et expérimentale : cas de la pente continentale de Nice ». Thèse de l'Université de Nice-Sophia Antipolis, Bourse ministérielle, co-encadrement Sébastien Migeon et Emmanuel Tric (GéoAzur).

Kevin SAMALENS, Oct. 2014-Oct. 2017, «Mouvements de terrain sous-marins sur la Marge Ligure : enregistrement sédimentaire de l'activité sismique ? ». Thèse de l'Université de Nice Sophia Antipolis, Bourse co-financée Région PACA-IFREMER. Co-encadrement Sébastien Migeon (Géoazur) et Antonio Cattaneo (Chercheur, Ifremer).

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

Les données de bathymétrie/imagerie ont été traitées et incorporées à un projet SIG au sein de Géoazur. Les données géophysiques (sismique et chirp) ont été traitées et incorporées dans un projet Kingdom Suite.

Les carottes ont été ouvertes, décrites et photographiées. Ont été réalisées : des radioscopies rX, des mesures en continu de susceptibilité magnétique, des analyses granulométriques, des datations ^{14}C , des mesures de l'activité du ^{210}Pb , des analyses des microfaunes pélagiques et benthiques. Des analyses géochimiques sont en cours, avec notamment des analyses par banc XRF, qui pourraient être terminées dans un délai de 2-3 ans. Nous souhaitons également effectuer des datations ^{14}C et des mesures de l'activité du ^{210}Pb complémentaires dans un délai de 2-4 ans.

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

R20 – Liste des résultats restant à publier - échéance

Les travaux issus des thèses de Virginie Hassoun et de Marianne Coste restent à publier dans un délai de 1-3 ans. Le nouveau travail de thèse de Quentin Soulet devrait fournir des résultats à publier dans les 2-5 ans. Parallèlement à ces travaux de thèse, trois articles touchant aux glissements sous-marins, à l'impact de la tectonique salifère sur le système turbiditique du Var, et au fonctionnement des failles actives devraient être publiés dans un délai de 1-2 ans.

Fiche “ Valorisation des résultats des campagnes océanographiques ”

Fiche complète à l'adresse : <http://www.flotteoceanographique.fr/Campagnes-scientifiques/Campagnes-hauturieres/Bilans-des-campagnes-realisees/Fiches-de-valorisation-des-campagnes/Campagnes-2011-a-2020/Campagnes-2011>

Nom de la campagne : APINIL

Projet / Programme de rattachement : Action Marges

Navire : NO Le Suroit	Engins lourds : SAR-PASISAR, AUV
Dates de la campagne : 16 sept.-24 oct. 2011 Nombre de jours sur zone/en transit :	Zone(s) : Méditerranée orientale, marge nilotique
Chef de mission principal (Nom, prénom et organisme) : Sébastien Migeon, UMR7329 Géoazur Nombre de chercheurs et d'enseignants-chercheurs (en mer / à terre) : 10 Nombre d'ingénieurs et de techniciens (en mer / à terre) : 1 Nombre d'étudiants (en mer / à terre) : 3	

Fiche remplie par : S. Migeon	Date de rédaction ou d'actualisation de la fiche : 27/03/15
Adresse : Avenue Albert Einstein, Bat. 1, 06560 Valbonne	
Email : migeon@geoazur.unice.fr	Tel : 04 83 61 87 44
Fax :	

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 : Année n+2 : Année n+3 : 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	
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	1
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

15	Thèses ayant utilisé les données de la campagne	
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/Oui
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 (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).

S. Migeon, S. Ceramicola, D. Praeg, E. Ducassou, A. Dano, F. Mary, J. M. Ketzer, J. Mascle (2014), Post-failure processes on the continental slope of the Central Nile Deep-Sea Fan: interactions between fluid seepage, creeping and sediment wave construction. In Krastel et al., Eds, *Submarine Mass Movements and Their Consequences*, Advances in Natural and Technological Hazards Research 37, Springer Science, p.117-127. DOI 10.1007/978-3-319-00972-8 11.

A. Dano, D. Praeg, S. Migeon, J.-M. Augustin, S. Ceramicola, J. M. Ketzer, A. H. Augustin, E. Ducassou, J. Mascle (2014), Fluid seepage in relation to seafloor deformation on the central Nile Deep-Sea Fan, part 1: evidence from sidescan sonar data. In Krastel et al., Eds, *Submarine Mass Movements and Their Consequences*, Advances in Natural and Technological Hazards Research 37, Springer Science, p. 129-139. DOI 10.1007/978-3-319-00972-8 12.

D. Praeg, J. M. Ketzer, A. H. Augustin, S. Migeon, S. Ceramicola, A. Dano, E. Ducassou, S. Dupré, J. Mascle, L. F. Rodrigues (2014), Fluid seepage in relation to seabed deformation on the central Nile Deep-Sea Fan, part 2: evidence from multibeam and sidescan imagery. In Krastel et al., Eds, *Submarine Mass Movements and Their Consequences*, Advances in Natural and Technological Hazards Research 37, Springer Science, p. 141-150. DOI 10.1007/978-3-319-00972-8 13.

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. (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).

S. Migeon, S. Ceramicola, D. Praeg, E. Ducassou, A. Dano, F. Mary, J. M. Ketzer, J. Mascle (2013), Post-failure processes on the continental slope of the Central Nile Deep-Sea Fan: interactions between fluid seepage, creeping and sediment wave construction. 6th *International Submarine Mass-Movements and Their Consequences Congress*, Kiel, Abstract book.

S. Migeon, S. Ceramicola, D. Praeg, E. Ducassou, A. Dano, F. Mary, J. M. Ketzer, J. Mascle (2013), Post-failure processes on the continental slope of the Central Nile Deep-Sea Fan: interactions between fluid seepage, creeping and sediment wave construction. MarineRio: "Building the Marine Sciences", a Brazil-France Meeting, Buzios (Brazil), 3-8 November 2013.

S. Migeon, D. Praeg, C. Gorini, A.T. Dos Reis, S. Dupré, J.M. Ketzer, R. Kowmann, J. Mascle, C. Guizan Silva, A. Viana (2013), Comparative Sedimentary and Fluid Dynamics of the Amazon and Nile Submarine Fans. MarineRio: "Building the Marine Sciences", a Brazil-France Meeting, Buzios (Brazil), 3-8 November 2013.

A. Dano, D. Praeg, S. Migeon, J.-M. Augustin, S. Ceramicola, J. M. Ketzer, A. H. Augustin, E. Ducassou, J. Mascle (2013), Active fluid seepage and seafloor deformation on the central Nile Deep-Sea Fan, part 1: evidence from side-scan sonar data. 6th *International Submarine Mass-Movements and Their Consequences Congress*, Kiel, Abstract book.

D. Praeg, J. M. Ketzer, A. H. Augustin, S. Migeon, S. Ceramicola, A. Dano, E. Ducassou, S. Dupré, J. Mascle, L. F. Rodrigues (2013), Active fluid seepage and seabed deformation on the central Nile Deep-Sea Fan, part 2: evidence from multibeam imagery. 6th *International Submarine Mass-Movements and Their Consequences Congress*, Kiel, Abstract book.

D. Praeg, J. M. Ketzer, A. H. Augustin, S. Migeon, S. Ceramicola, A. Dano, E. Ducassou, S. Dupré, J. Mascle, L. F. Rodrigues (2013), Active fluid seepage and seabed deformation on the central Nile Deep-Sea Fan: evidence from multibeam imagery. MarineRio: "Building the Marine Sciences", a Brazil-France Meeting, Buzios (Brazil), 3-8 November 2013.

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

S. MIGEON, S. CERAMICOLA, M. COSTE, A. DANO, E. DUCASSOU, C. GORINI, J. MASCLE, D. PRAEG, M. REVEL, 2011, Construction et migration des systèmes chenaux-levées et des lobes distaux du système profond du Nil (Méditerranée orientale) : premiers résultats de la campagne APINIL. Congrès ASF, Dijon.

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 ou de la thèse, Date de soutenance)

Hélène KATZ, Géoazur, Analyse des accumulations turbiditiques du système de Rosetta par une approche géophysique et sédimentologique. Décembre 2012.

Aurélia PRIVAT, Géoazur, Architecture and construction of the channel-levee-lobe systems off the Rosetta Province (Nile margin, eastern Mediterranean): impact of allogenic factors? Septembre 2014.

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)

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 ...)

R20 – Liste des résultats restant à publier – échéance

Autres fiches de campagnes réalisées sur la marge Nilotique :

Prismed II : <http://www.flotteoceanographique.fr/Campagnes-scientifiques/Campagnes-hauturieres/Bilans-des-campagnes-realisees/Fiches-de-valorisation-des-campagnes/Campagnes-1994-a-2000/Campagnes-1998>

Fanil : <http://www.flotteoceanographique.fr/Campagnes-scientifiques/Campagnes-hauturieres/Bilans-des-campagnes-realisees/Fiches-de-valorisation-des-campagnes/Campagnes-1994-a-2000/Campagnes-2000>

Nautinil : <http://www.flotteoceanographique.fr/Campagnes-scientifiques/Campagnes-hauturieres/Bilans-des-campagnes-realisees/Fiches-de-valorisation-des-campagnes/Campagnes-2001-a-2010/Campagnes-2003>

VANIL : <http://www.flotteoceanographique.fr/Campagnes-scientifiques/Campagnes-hauturieres/Bilans-des-campagnes-realisees/Fiches-de-valorisation-des-campagnes/Campagnes-2001-a-2010/Campagnes-2004>

Avant-propos

Cet avant-propos a pour but de répondre aux commentaires/critiques portés au dossier de demande de campagne SEAGAL lors de sa précédente évaluation.

Concernant l'approche géotechnique que nous proposons de réaliser uniquement sur la base des carottes, nous avons suivi les recommandations de la commission et nous demandons à pouvoir également disposer du pénétromètre Penfeld au cours de la campagne. Le pénétromètre peut aussi bien répondre à des problématiques de stabilité de pente continentale que de fonctionnement des pockmarks comme cela a été effectué dans le delta du Niger. Nous l'avons donc intégré à notre stratégie d'analyse des zones de circulations de fluides et des déstabilisations de la couverture sédimentaire superficielle. Toutefois, les tests géotechniques que nous prévoyions de réaliser sur certaines carottes le seront toujours pour venir en complément des données Penfeld. Nous avons développé les explications concernant ces tests en laboratoire.

La commission suggérait également que nous demandions plutôt l'utilisation d'une sismique HR3D et une sismique près du fond afin d'imager les conduits de circulations de fluides et leur enracinement en profondeur. Ceci ne nous semble pas réaliste car cela ferait effectuer en l'espace d'une mission ce qui a été réalisé à l'échelle d'un projet financé par l'industrie sur le delta du Niger par exemple. Actuellement, afin de répondre à la plupart de nos hypothèses, ce sont surtout les carottes qui nous manquent car elles n'ont pas pu être prélevées pendant la campagne APINIL comme cela était initialement planifié. L'ajout de données Penfeld viendra très avantageusement compléter l'accès aux carottes. De plus, dans la Province centrale du Nil, nous avons récemment eu accès à un jeu de données sismiques régionales 2D (pétrolières) de très bonne qualité que nous avons juste commencé à exploiter. Nous conservons donc la suggestion de la commission de mettre en œuvre la sismique HR3D et la sismique près du fond pour une demande de campagne ultérieure, lorsque nous aurons terminé l'interprétation de ces nouveaux profils sismiques.

Concernant les études stratigraphiques, elles seront évidemment effectuées préférentiellement dans les carottes collectées en dehors des pockmarks. Toutefois, cette approche sera aussi appliquée à celles prélevées dans les pockmarks car la reconnaissance de microfaunes remaniées potentiellement de niveaux stratigraphiques anciens est très importante pour l'identification des sources (profondeur) des fluides.

Nous avons réduit le nombre de sites de carottages car certaines des informations dont nous avons besoin seront extraites des données du Penfeld. Toutefois, le nombre de nos cibles n'a pas changé mais certaines ont été modifiées par rapport à la demande précédente. Nous avons également développé la stratégie d'acquisition pour chacune des cibles.

Les cartes et les sites de carottages/Penfeld ont été géo-référencés.

Rapport d'évaluation de la campagne : SEAGAL

Demandeur(s) : Sébastien MIGEON- CNRS/UMPC Geoazur

Durée demandée : 21 jours

Navire(s) demandé(s) : N/O *Marion-Dufresne*

Zone : Méditerranée orientale (Marge Nilotique)

Thème : Comprendre le fonctionnement des sorties de fluides (pockmarks), contraindre l'origine des fluides (profondeur, conduits) et comprendre l'impact des circulations de fluides sur la couverture sédimentaire superficielle et son fluage progressif.

Classement 2015 : Non retenue

Avis de la commission : Cette campagne s'inscrit dans le chantier *Deep-Sea Fan du Nil*, qui a donné lieu à plusieurs campagnes entre 1998 (PRISMED II) et 2011 (APINIL). Ce chantier a été soutenu par le GDR Marges, puis par L'Action Marges et son thème "Fluides-Matière organique-Matières minérales".

La demande SEAGAL est soumise pour la première fois. Ses objectifs sont clairement définis et pertinents, proposant d'améliorer: (1) la compréhension du fonctionnement des sorties de fluides de type "pockmarks" et leur origine (profondeur, conduits, nature et quantification) et (2) la compréhension de l'impact des circulations associées aux pockmarks sur la couverture sédimentaire et son fluage progressif.

Le projet prévoit différentes opérations dont :

- la réalisation de carottages longs pour des analyses géochimiques, microbiologiques, sédimentologiques et géotechniques avec mesures de flux de chaleur ;
- l'utilisation d'un sondeur multifaisceaux pour détecter les panaches de gaz libre dans la colonne d'eau et cartographier les pockmarks actifs ;
- l'acquisition de profils sismiques HR afin d'identifier les conduits de circulation de fluides ainsi que leurs zones sources.

Le projet proposé, très pluridisciplinaire, s'appuie sur des approches combinées (géophysique, géologique, géochimique, biologique, microbiologique, thermique, et géotechnique). Cependant le traitement de ces différentes disciplines est très inégal. Ainsi, si les questions et les résultats attendus sont clairs pour la géophysique et la géologie, ils ne sont pas clairement spécifiés pour l'aspect paléoclimatique/paléocéanographique et ils ne sont quasiment pas abordés pour la biologie-microbiologie et la géochimie. Quelles questions spécifiques doivent-être résolues ? Quelles sont les hypothèses de travail ? Quelles sont les stratégies appropriées ?

La commission et les experts extérieurs sont unanimes sur la pertinence des objectifs proposés et la compétence des équipes impliquées. Mais ils sont aussi unanimes sur le fait que les moyens et les acquisitions proposées ne sont pas tout à fait en adéquation avec ces objectifs. En particulier, les mesures géotechniques proposées (scissométrie) réalisés *a posteriori* sur les ½ carottes déjà ouvertes ne semblent pas être une approche optimale, en particulier pour mesurer l'effet des circulations sur la stabilité de la couverture sédimentaire. Les experts et la commission pensent que les proposants devraient mieux justifier leur choix et étudier de près les possibilités de mesures "*in situ*" à l'aide de piézomètres ou du pénétromètre Penfeld, bien plus adaptés et efficaces pour ce genre d'étude.

D'autres points ou problèmes spécifiques ont par ailleurs été identifiés:

- Quelle est la faisabilité d'études stratigraphiques et paléocéanographiques (isotopes ou écostratigraphie) dans des carottes associées à des pockmarks qui seront très perturbées ? Une stratigraphie sur une carotte adjacente non déformée serait préférable, idéalement associée à une sismique HR 3D pour corrélérer les marqueurs;
- Le dossier mentionne la géobiologie mais aucun spécialiste n'est spécifiquement mentionné ;
- Les 23 carottes sont elles vraiment nécessaires ? Le nombre de carottes et choix des sites ne sont d'ailleurs pas explicités en détail;
- Ni les cartes ni le sites de carottage proposés ne sont géo-référencées ;
- Les profil HR et Chirp permettront-ils réellement d'imager les conduits de circulation? Compte tenu de la profondeur d'eau, une sismique près du fond serait peut-être plus appropriée.

En conclusion, la commission pense que la thématique de cette campagne est pertinente, mais compte-tenu des différents éléments mentionnés ci-dessus, la demande de campagne n'est pas retenue. La commission recommande aux proposant de réviser et compléter leur dossier, en répondant aux différentes questions soulevées et en tenant compte des recommandations mentionnées ci-dessus, et les encourage à resoumettre l'an prochain.