

SYPOCO

Système sédimentaire et Pockmarks de la baie de Concarneau

29 avril - 9 mai
4 juin - 29 juin 2018



LETG



Navire Océanographique Thalía



Centre Ifremer Bretagne, bâtiment des Géosciences Marines, mardi 25 janvier 2018, 10h30 ...

Axel propose à Marie-Odile de faire un blog sur la prochaine campagne océanographique SYPOCO qu'il organise à partir du 28 avril. Ses arguments sont intéressants : il n'y a encore jamais eu de blog pour une campagne côtière ; de nombreux instruments seront utilisés (Soless, Bob, Kullenberg, EM2040, piézomètre, MicroBS, sparkler ...).

Oui mais comment présenter tout cela au grand public ?

On a déjà fait des blogs avec des fiches techniques (campagne Nodule 2015), des photos sur une campagne sur la dorsale médio-Atlantique (Hermine en 2017). Comment être original ?

Et pourquoi pas sous forme de BD ?

Hélène, cheffe du web des Géosciences Marines, trouve que c'est une bonne idée. Cela a déjà été fait mais avec des dessins (Cyamex en 1978).

Cette fois-ci, il va falloir alimenter en photos, écrire une légende détaillée pour chaque photo, les envoyer régulièrement ... construire un scénario en fonction des photos envoyées, réaliser la BD, la faire relire par les scientifiques, ingénieurs, techniciens embarqués ... avant de la publier sur le blog !



*Idée et scénario : Marie-Odile Lamirault-Gall
Relecture scientifique : Axel Ehrhold et Hélène Ondréas
Validation finale : tous les embarquants*

LEG 1 : Cartographie du fond de mer et de l'expulsion de bulles de gaz dans la colonne d'eau - 28/04 au 09/05/2018

LEG 2 : Connaissance du sous-sol et de la chimie des eaux au-dessus des pockmarks

LEG 3 : Structure du remplissage sédimentaire, nature des dépôts et géochimie des sédiments

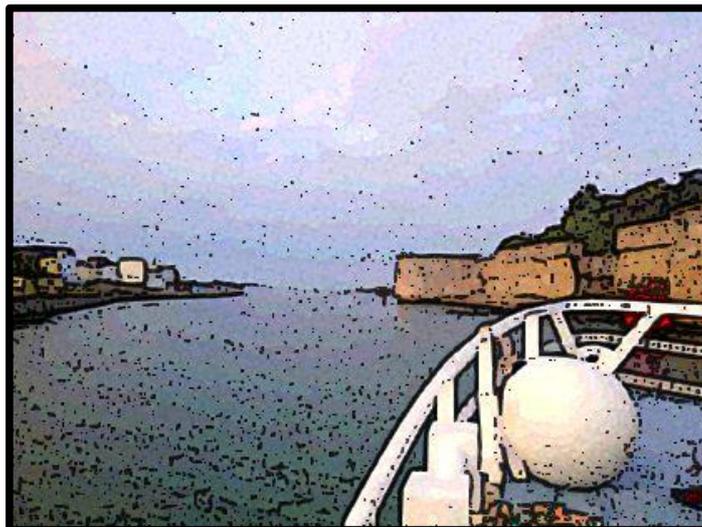
LEG 4 : Instrumentations du fond de mer pour enregistrer sur une longue période les variations dans les sédiments

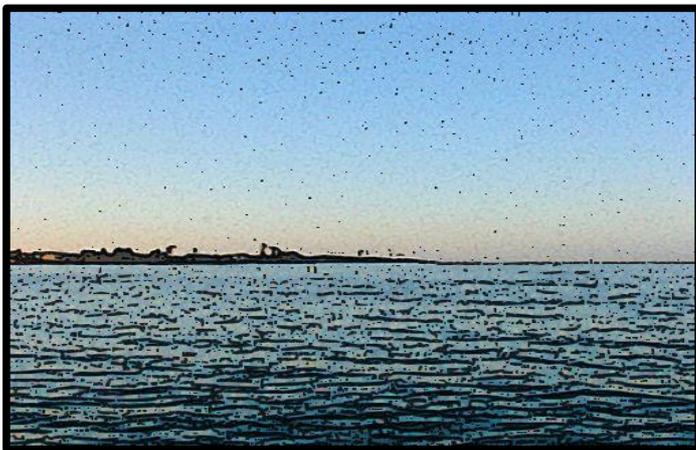
LEG 5 : Mesures in situ des phénomènes de dégazage au contact du fond

Dans le port de Concarneau, dans le Sud Finistère, ce 28 avril 2018, la journée de préparation à bord du Navire Océanographique (N/O) Thalia s'achève ... sous un soleil déclinant !

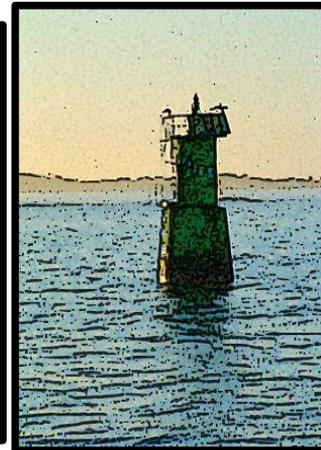


Aujourd'hui, 29 avril 2018, le Thalia s'apprête à quitter le port pour la mission SYPOCO, acronyme de SYstème sédimentaire et POckmarks de la baie de COncarneau.



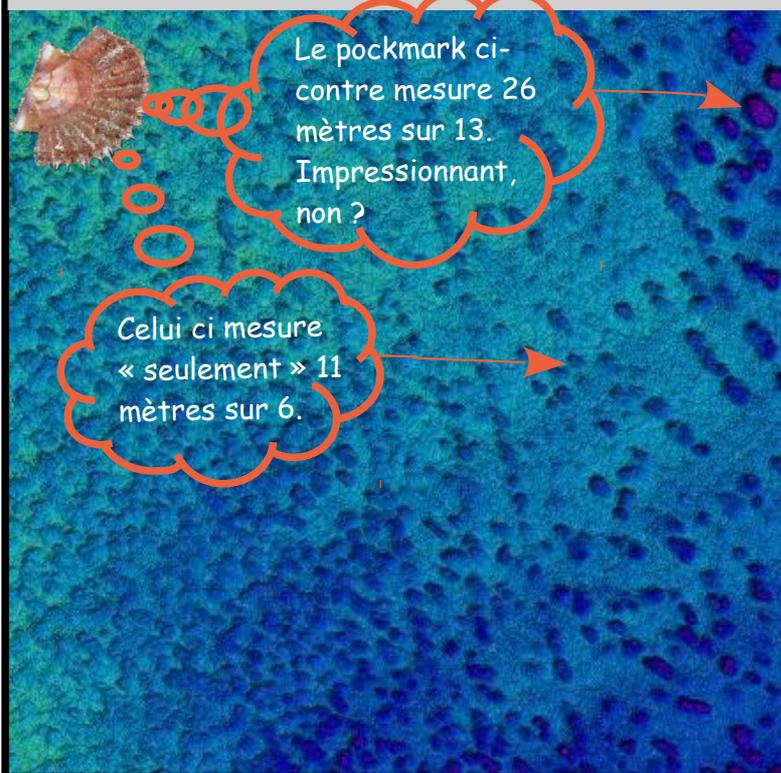
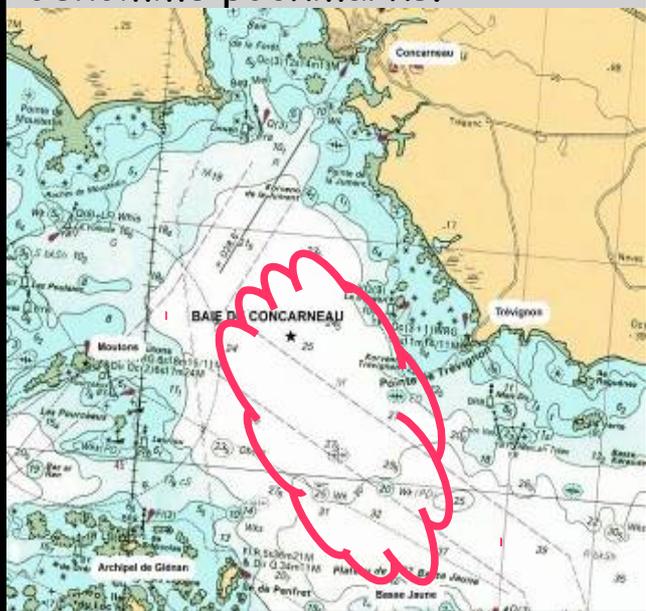


A son bord, des scientifiques de l'Ifremer, aidés des marins de Genavir, se rendent sur la zone d'étude.



C'est dans cette zone que se trouvent, sur le fond, des cratères d'effondrement tout à fait spectaculaires que l'on dénomme pockmarks.

Ci-dessous, une image en fausses couleurs de pockmarks.



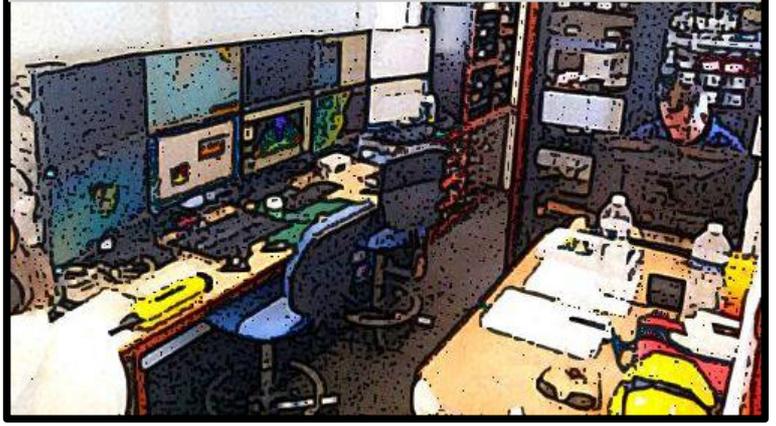
Le pockmark ci-contre mesure 26 mètres sur 13. Impressionnant, non ?

Celui ci mesure « seulement » 11 mètres sur 6.

Arrivés sur la zone d'étude. Sur la plage arrière du N/O Thalía, dans le container, cœur du système d'acquisition des sondeurs



... Charline et Ronan surveillent les écrans.



Je dois traiter les données du sondeur de coque rapidement pour dresser une **carte bathymétrique**. Les scientifiques attendent ces résultats pour déterminer les travaux suivants ! Allez Charline, courage ! Les bonbons attendront ... si les autres ne mangent pas tout ...

La bathymétrie montre les profondeurs et les formes du relief sous-marin. Les cartes bathymétriques sont l'équivalent sous-marin des cartes topographiques.

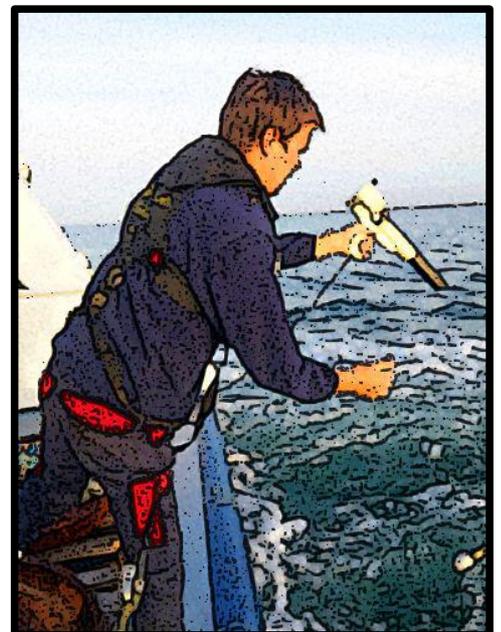
Le plancher de l'océan, cartographié par Charline, est complexe et hérité de :

- l'érosion de roches anciennes pendant les périodes glaciaires (retrait de la mer)
- la remobilisation des sédiments par les courants pendant les périodes déglaciaires ou interglaciaires (progression de la mer vers la côte)

En utilisant un sondeur multifaisceau, semblable aux ultrasons médicaux, les scientifiques peuvent découvrir la topographie du fond de mer.

Le **sondeur** transmet des impulsions de son, qui rebondissent sur le fond de l'océan et retournent au bateau, comme l'écho d'un cri dans une vallée. Le sondeur calcule le temps que prend chaque impulsion pour atteindre le fond et retourner au bateau, puis traduit ce temps en profondeur d'eau, nous permettant de découvrir la bathymétrie au-dessous de la surface.

La vitesse du son dépend de la température de l'eau et de la salinité, qui sont mesurées régulièrement, ce que fait Guillaume sur l'image ci-contre (tir sippican).



Au même moment, Benoît, le commandant positionne le bateau au début d'un profil d'acquisition

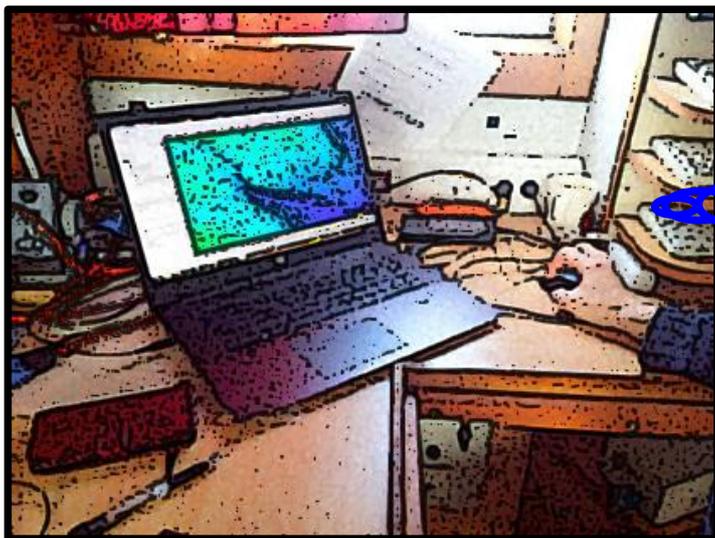


Écran de contrôle des profils

Juste derrière la passerelle, se trouve le poste scientifique. Axel suit la navigation sur les écrans et peut intervenir directement auprès du commandant au besoin.



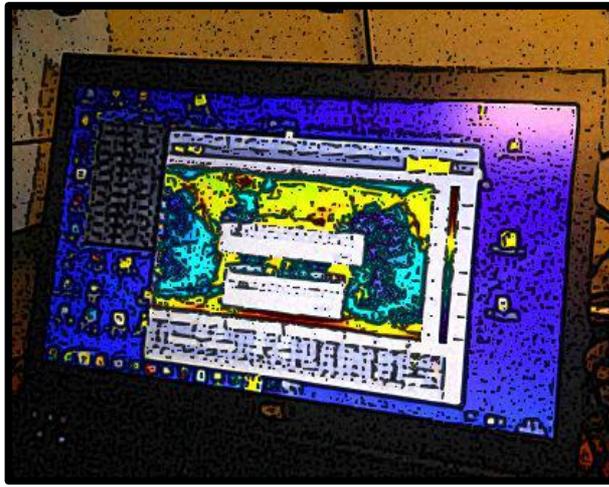
Les images sont belles, Charline a fait du bon boulot. A elle le reste des bonbons !



Voici les premiers résultats de la bathymétrie de la zone d'étude en baie de Concarneau.



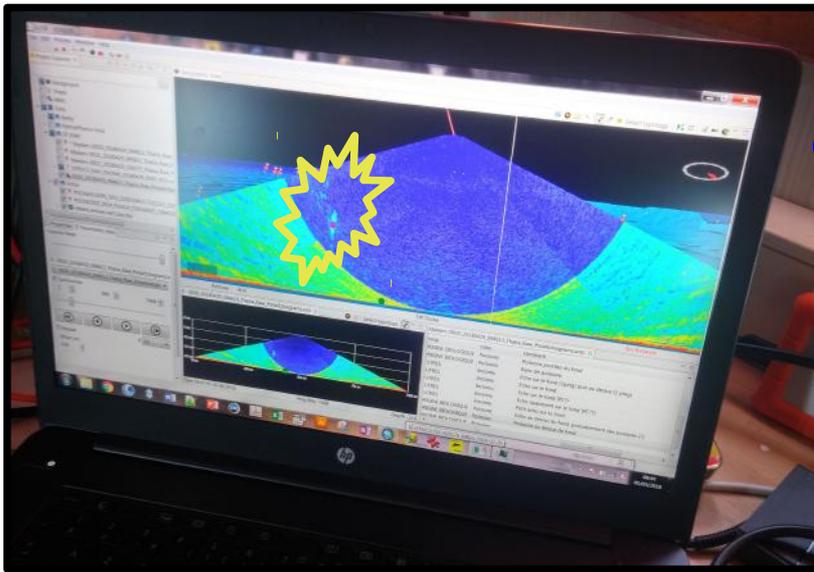
Pendant ce temps, dans le labo du bateau, les PC chauffent. Celui-ci permet d'effectuer un prétraitement des données acoustiques de la colonne d'eau.



Carla et Stéphanie, sur leur station de travail, exploitent les données acoustiques, en particulier les panaches de bulles dans la colonne d'eau. Elles doivent les différencier des échos des bancs de poissons.

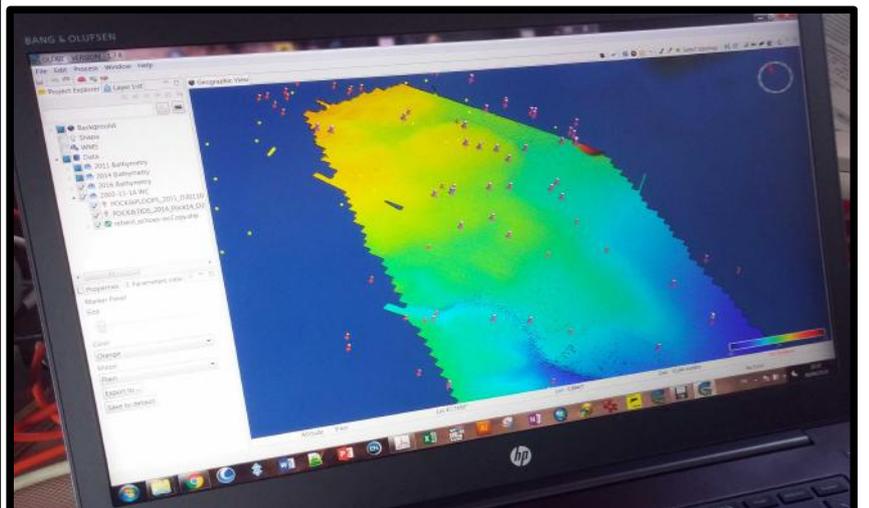


Ah ! C'est un bel **échogramme**. On voit un beau panache de gaz dans la colonne d'eau, à gauche.



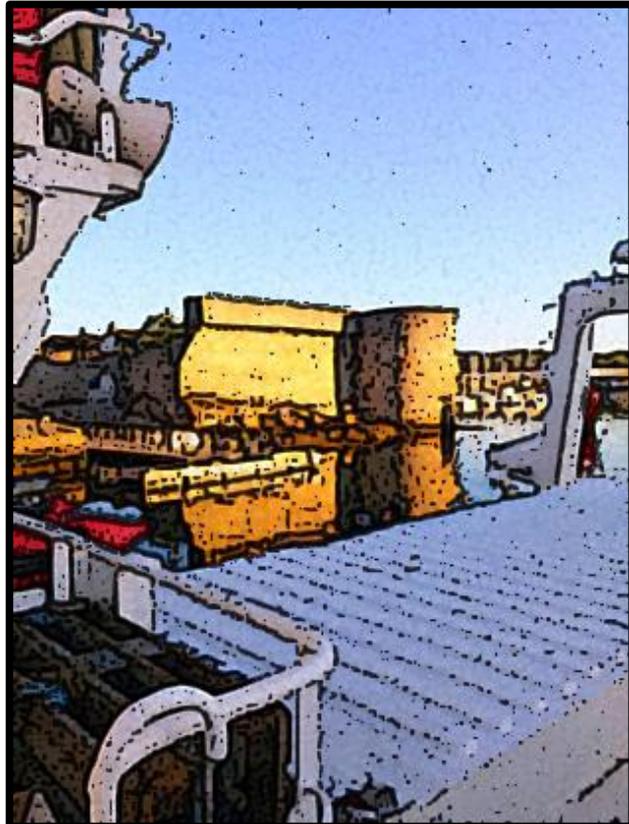
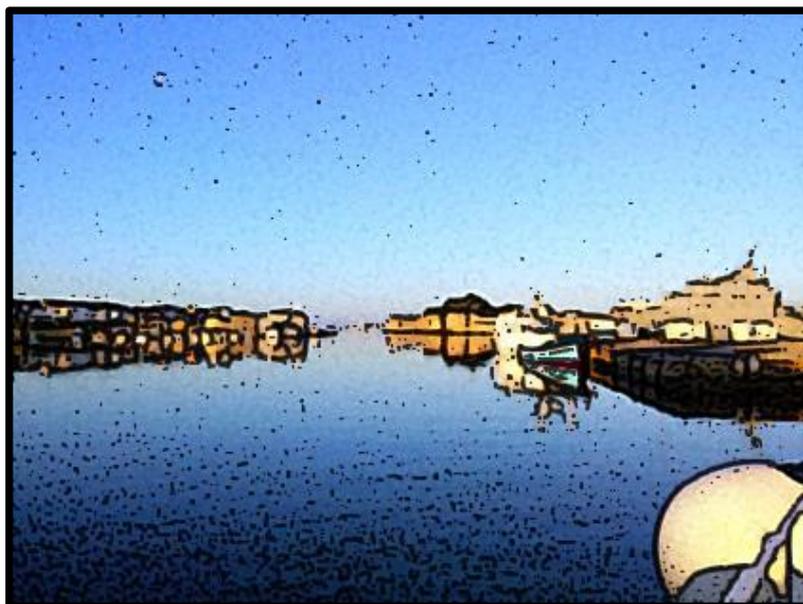
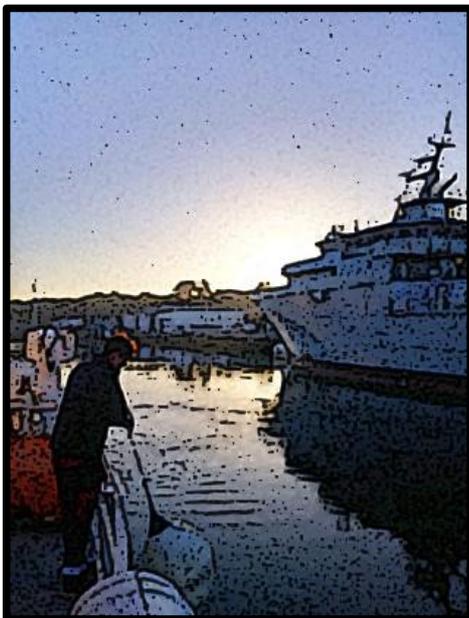
Cette image correspond à un échogramme. Grâce au sondeur, il montre le contraste de densité créé par les sorties de fluides dans la colonne d'eau.

Les scientifiques rapprochent alors ces nouvelles données avec les points relevés par André lors de la préparation de la mission, où il supposait des fluides s'échappant du sous-sol. Ils s'aperçoivent rapidement que les points ne sont pas tout à fait les mêmes ... Il y a encore du boulot ! Ce sera le travail des prochaines semaines.



Le jour
suivant, au
petit matin,
dans le port de
Concarneau

...
Fabrice est
à la
manœuvre
pour le
départ.

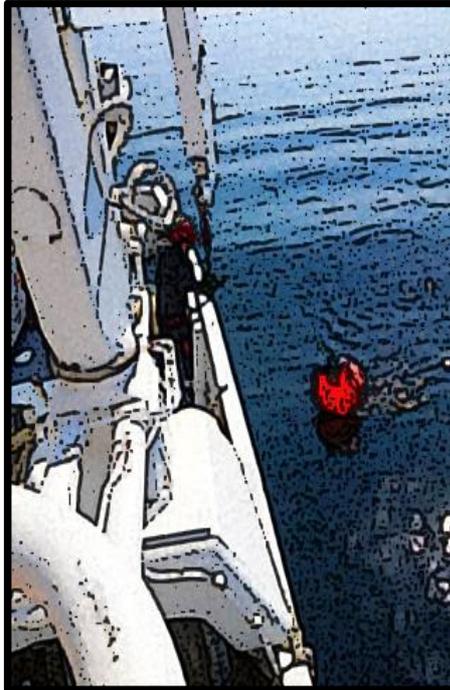
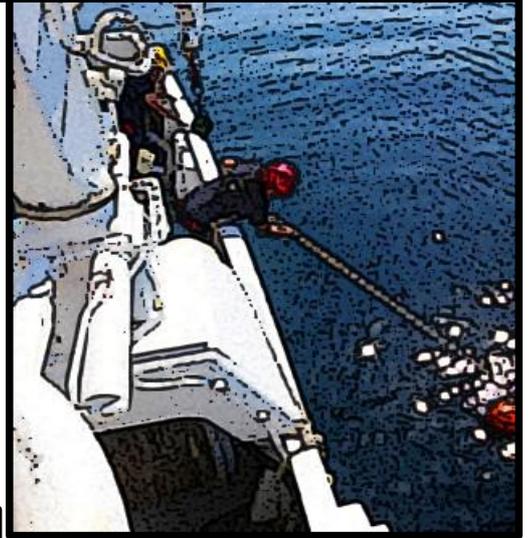


Aujourd'hui, la météo est clémente. Le plan de travail sera respecté.

Arrivé sur zone, les opérations reprennent avec cette fois la récupération d'un mouillage avec une balise, qui servira ensuite lors du déploiement d'un sonar remorqué.



C'est à nouveau Fabrice qui est à la manœuvre.

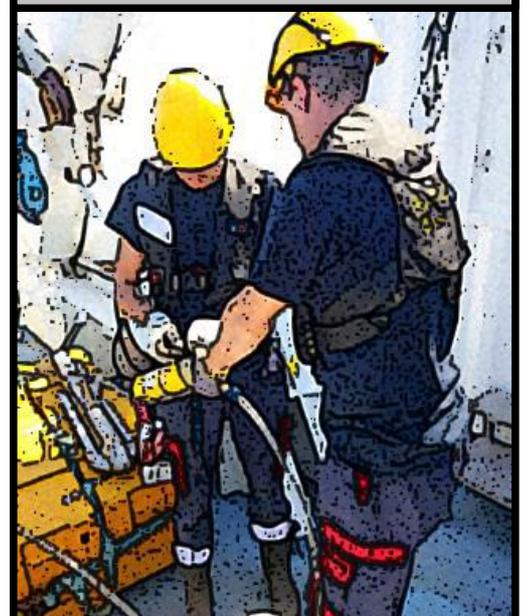
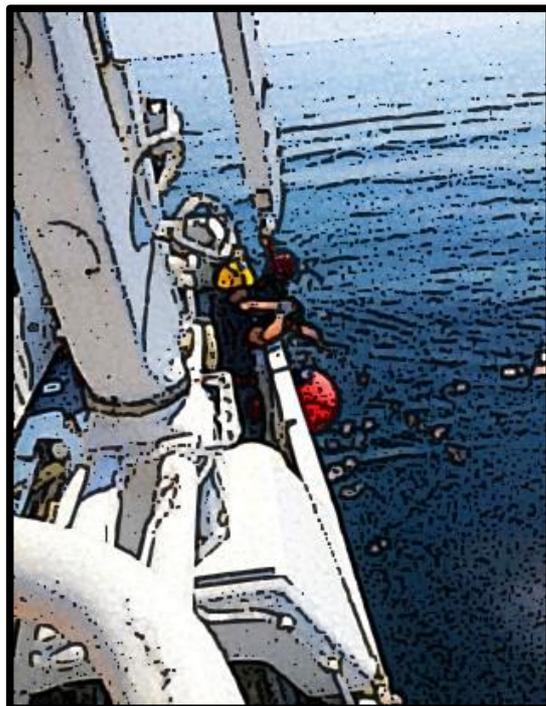


Steven est aux commandes de la grue pour remonter la balise



Après avoir récupéré la balise, Ronan et Guillaume la fixe sur le sonar ...

Sur ce mouillage, se trouve une balise de positionnement et de suivi du sonar qui a été étalonnée.



Le sonar, présenté ci-contre, se compose d'un « poisson » émetteur/récepteur de signaux acoustiques envoyés et retransmis par le fond. Ce signal est renvoyé avec plus ou moins d'intensité selon la nature et les formes du fond. L'image acoustique obtenue est appelée « sonogramme ».



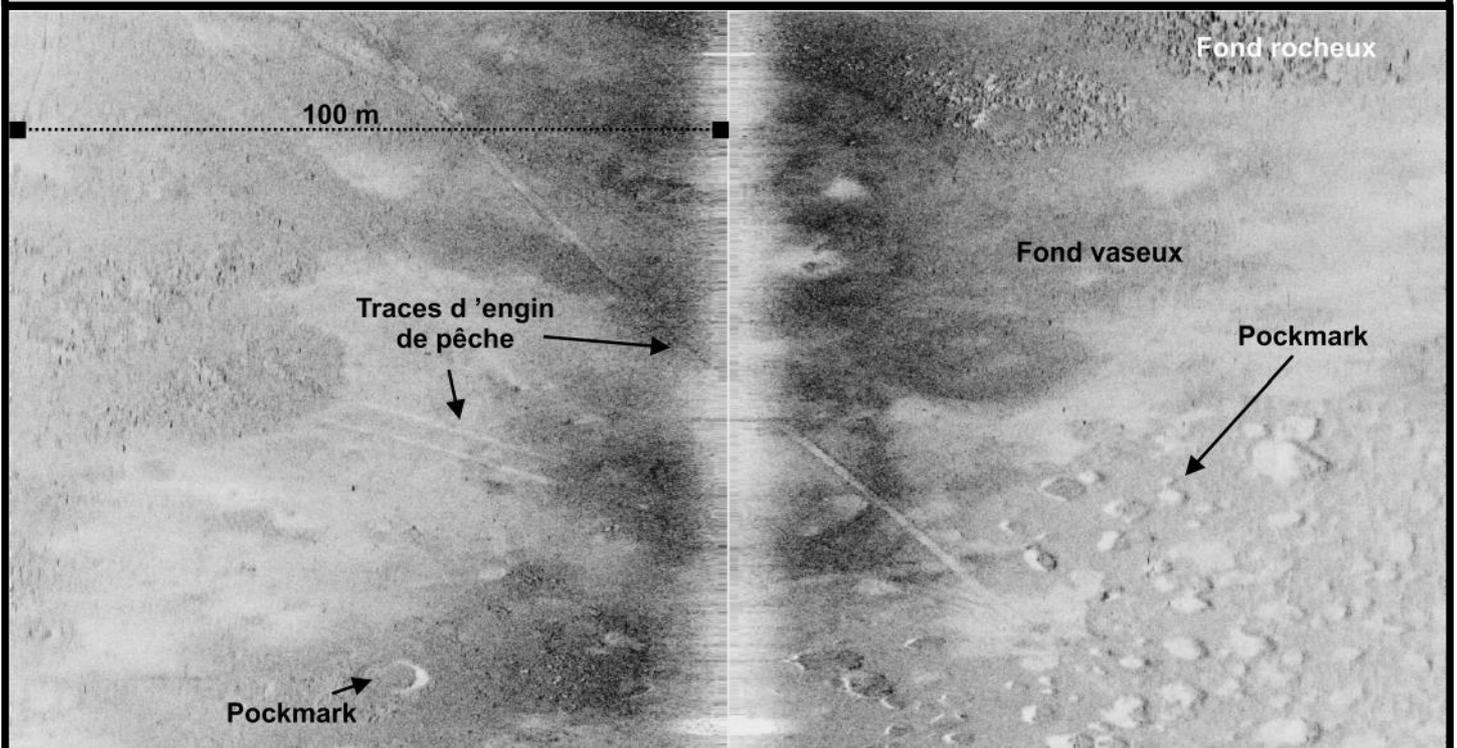
... ainsi équipé, le sonar est remis à l'eau.



Axel va pouvoir suivre les images sonar en temps réel sur ses écrans. L'interprétation plus approfondie des profils se fera au retour à terre.



Sonogramme montrant, en fonction des teintes en niveau de gris, la disposition et la nature des différents types de fond.



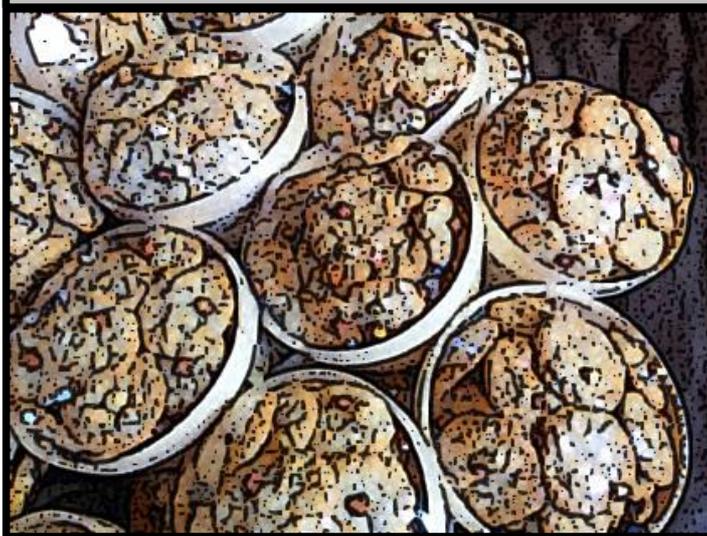
Julien est là pour rappeler à l'équipage qu'il est l'heure de manger. Au menu ce midi, cabillaud pané aux petits légumes et fenouil ...



A table ! Tout est prêt.



Et n'oublions pas le dessert !

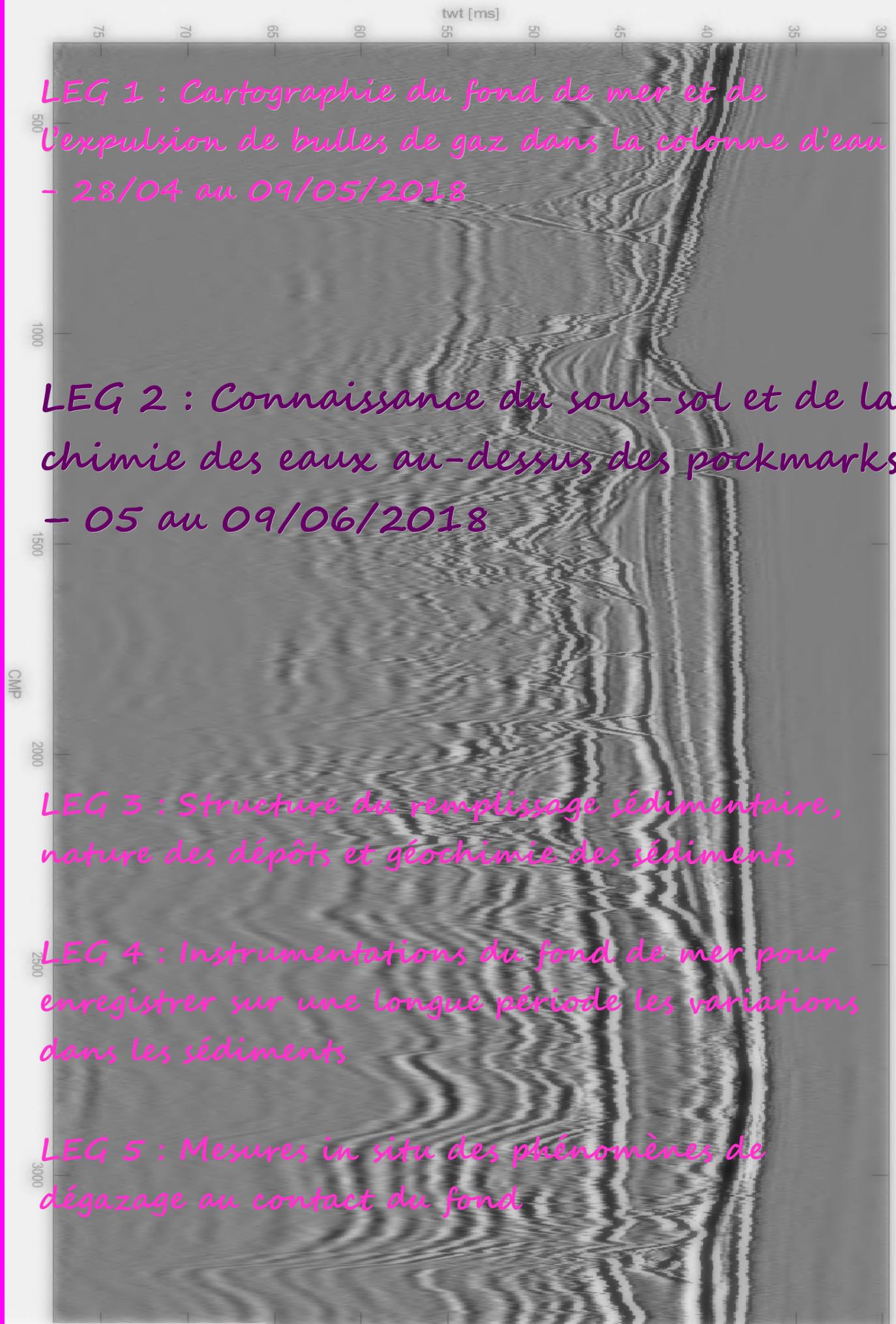


Pendant ce temps, à l'extérieur, certains peuvent admirer l'île de Penfret à l'horizon ...



Enfin, après une dernière giration, la Thalia rentre à Concarneau.

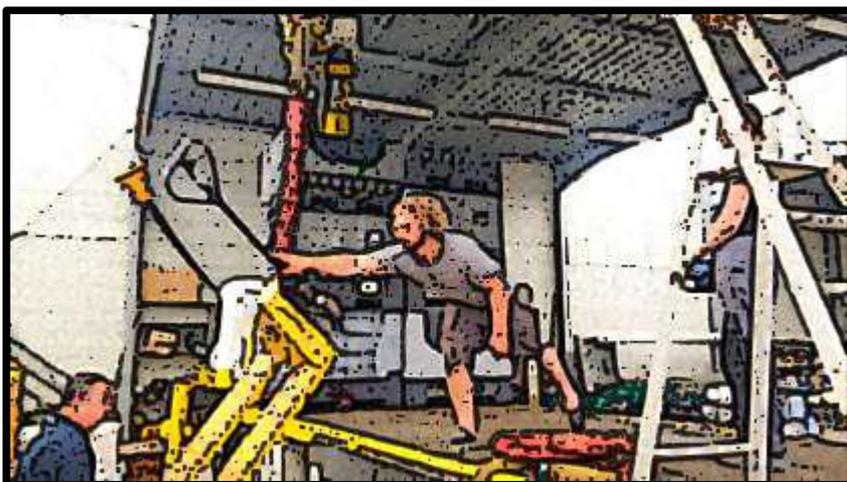




Début juin 2018. Déjà !!
 La campagne SYPOCO va bientôt redémarrer.
 Mais tout d'abord, le matériel nécessaire doit être
 acheminé depuis Brest à proximité du port pour optimiser le
 chargement / déchargement des instruments qui seront
 utilisés durant les prochaines semaines.



Il a fallu toute la dextérité de la conductrice du
 camion pour entrer celui-ci dans le hangar mis à
 disposition par les Phares et Balises.



Jean-Luc, des Phares et Balises,
 est présent pour guider le
 déchargement et le bon rangement
 des instruments.
 Vincent, en tant que chef de
 mission, est là pour tout
 superviser et aider au
 déchargement. Axel, co-chef de
 mission, n'est pas très loin.

Caisses de
 carottes,
 section 1 m

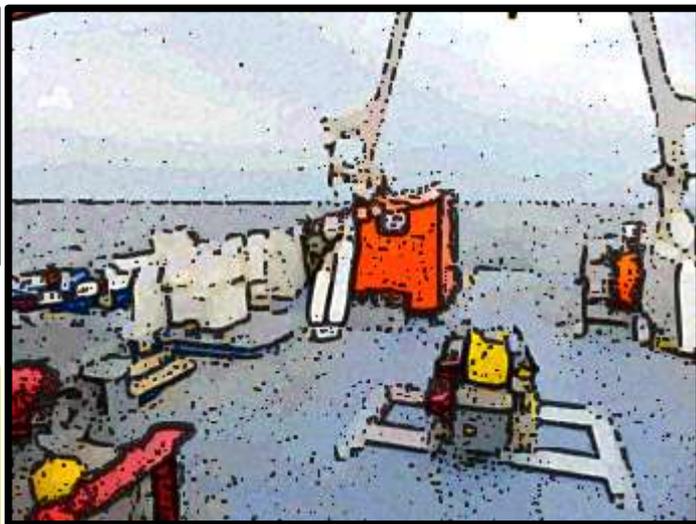
OBS

BOB

Piézomètre

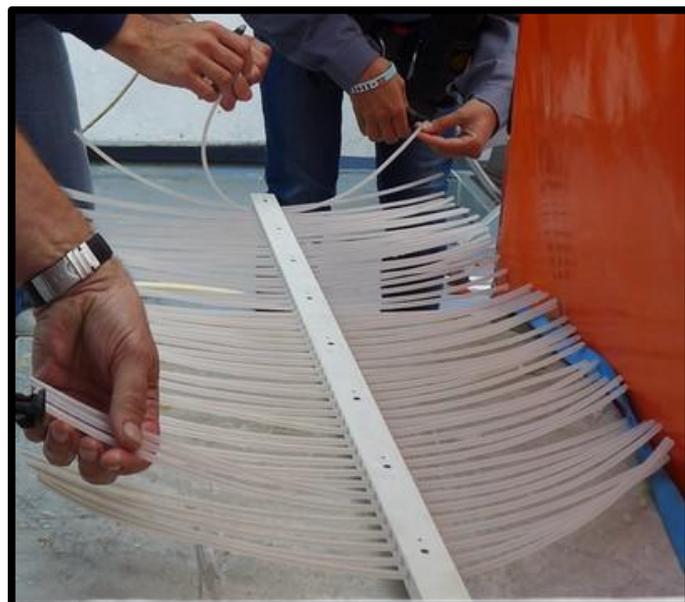


Aujourd'hui, 06 juin 2018. Début du deuxième leg de la mission SYPOCO.
Le matériel sismique est installé sur la plage arrière du Thalia. Tout est bien arrimé.
Direction la zone de travail.



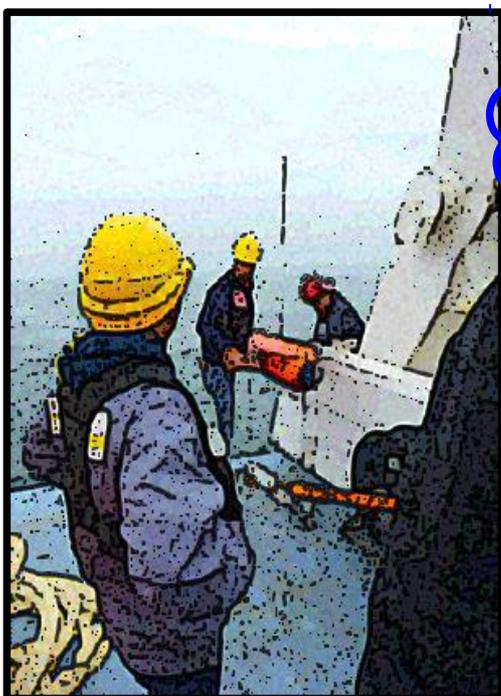
La sismique permet d'imager la structure profonde du sous-sol marin.

Une onde acoustique est émise depuis un émetteur (le peigne). Ces ondes sont réfléchies par les couches du sous-sol marin jusqu'à plusieurs centaines de mètres. Les récepteurs convertissent l'onde acoustique en tension électrique. Les systèmes d'acquisition transforment l'information électrique en un enregistrement bien identifié et stocké sur un support d'archivage.



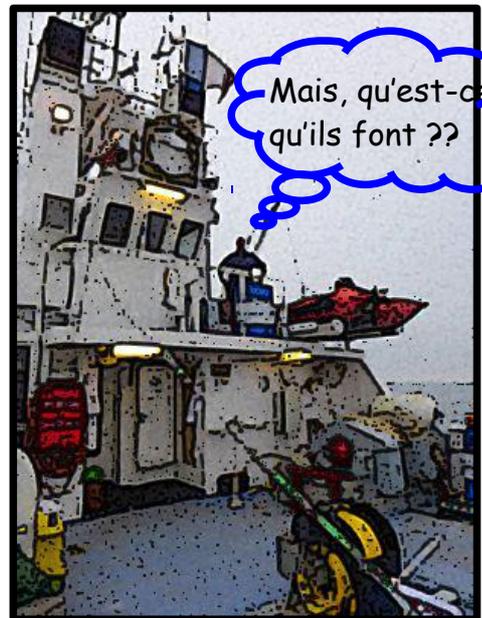
Le peigne sismique, appelé source sparker, correspond à la **source émettrice**. Il faut retailer les extrémités, environ 2 mm, afin que l'émission soit de bonne qualité.

Pfff, cent brins à retailer, c'est long ...



Les conditions de mer sont parfaites pour travailler. Pauline, Maud, Yannick et Bruno peuvent enfin mettre à l'eau la flûte sismique en commençant par la bouée de queue .





La flûte sismique est constituée d'hydrophones. Il faut absolument en assurer son rééquilibrage en contrôlant son immersion, sinon ...



La flûte sismique correspond au **récepteur**. Celle-ci est enroulée sur un touret, sur une longueur totale de 150 m, dédiée à l'acquisition sismique plateau. Elle est constituée d'hydrophones qui vont enregistrer les signaux acoustiques.

La source sismique Très Haute Résolution (THR) sparker consiste en une décharge électrique haute tension dans une électrode tractée juste sous la surface de l'eau.

La décharge électrique de plus de 1000 ampères (A) en moins d'une milliseconde, crée une onde de choc au niveau de l'électrode, générant une onde acoustique de fréquence élevée, quelques centaines de hertz (Hz).

Toute la flûte est à l'eau. Il faut vérifier que l'acquisition se déroule bien.

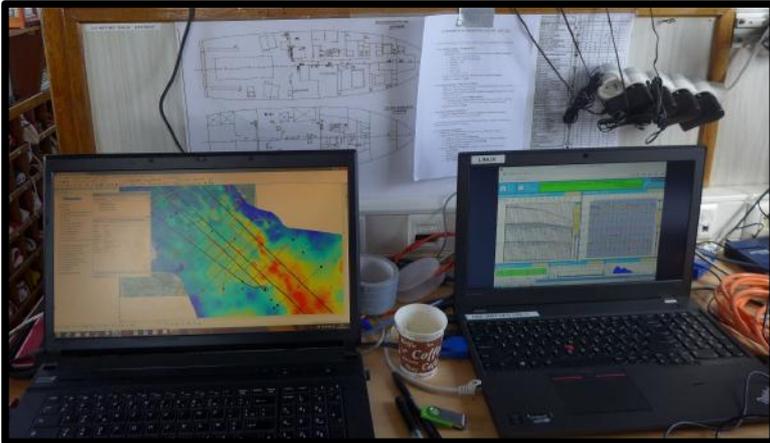
C'est le rôle de Pauline et Maud, au poste scientifique. Elles communiquent avec la plage arrière du Thalia et le laboratoire où se fait le contrôle qualité.



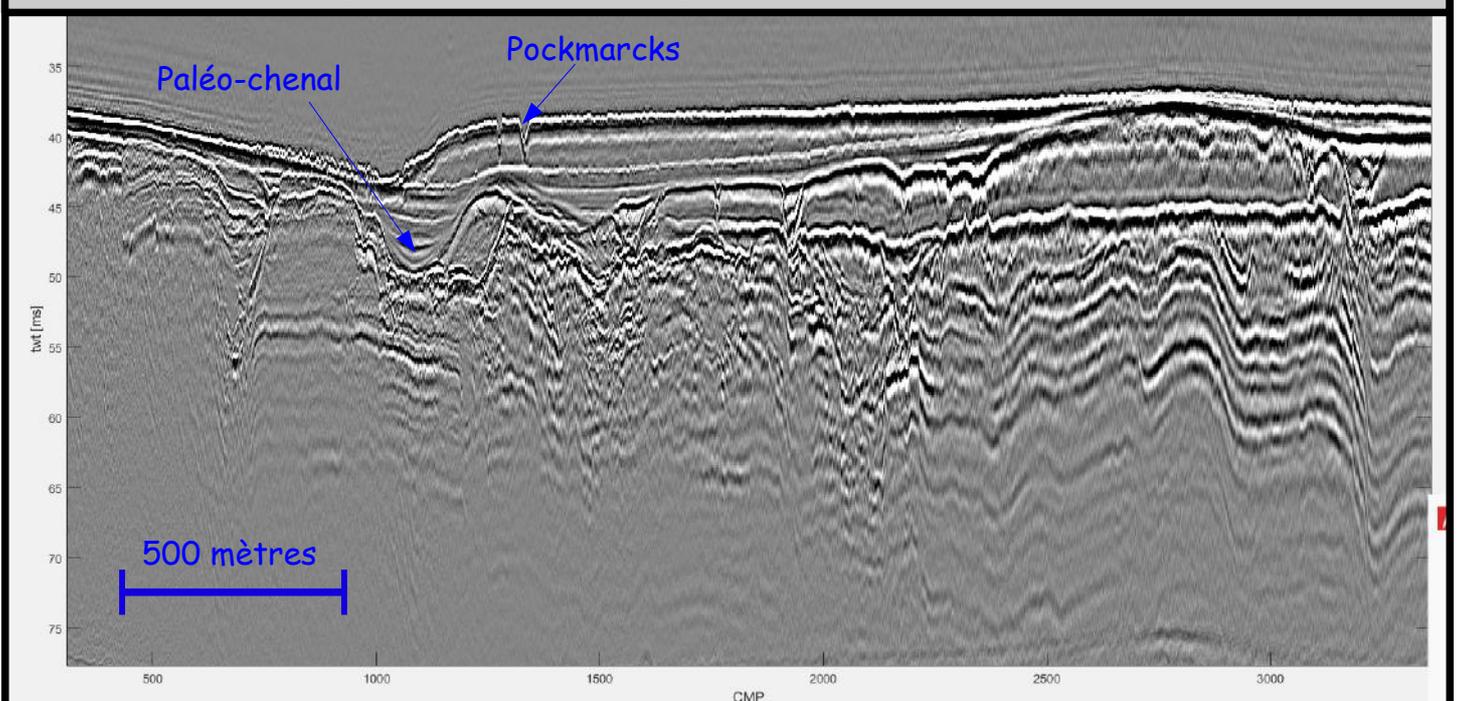
Regarde, on voit même un banc de maquereaux !

Les profils temps réels sont visualisés sur le PC à droite. Il gère l'acquisition des données.

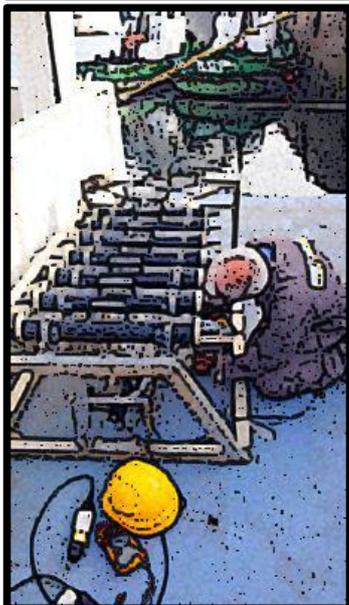
Yannick, Judith et Maud contrôlent la qualité des données.



Ils peuvent voir, comme sur l'image ci-dessous, les champs de pockmarks, les paléo-chenaux ... Mais il faudra d'abord, de retour au bureau, compter quelques heures pour le traitement des données avant d'interpréter l'ensemble des profils acquis.



Les chimistes vont entrer en action pour cette fin du leg2. Dominique est à quai pour préparer le préleveur étagé et vérifier la caisse à ampoules.



L'objectif du préleveur étagé est de déclencher à partir du navire la fermeture des 7 bouteilles simultanément. Une "tranche d'eau" est collectée ce qui permet d'avoir une photographie instantanée de la composition en gaz de cette eau.

Une fois en mer, ce sont les dernières vérifications avant la mise à l'eau.

Le préleveur est également équipé d'une sonde de température, de pression, de salinité, d'altitude et d'un capteur de méthane. Cet attirail permet de déterminer le moment de la fermeture des bouteilles.

Tout est prêt ...

Le préleveur est mis à l'eau sous l'œil vigilant de Dominique et Thibault.

Après la remontée, Thibault et Vivien récupèrent l'eau des bouteilles. Puis Vivien et Emmanuel remplissent les ampoules avec l'eau prélevée.



*LEG 1 : Cartographie du fond de mer et de l'expulsion de bulles de gaz dans la colonne d'eau
- 28/04 au 09/05/2018*

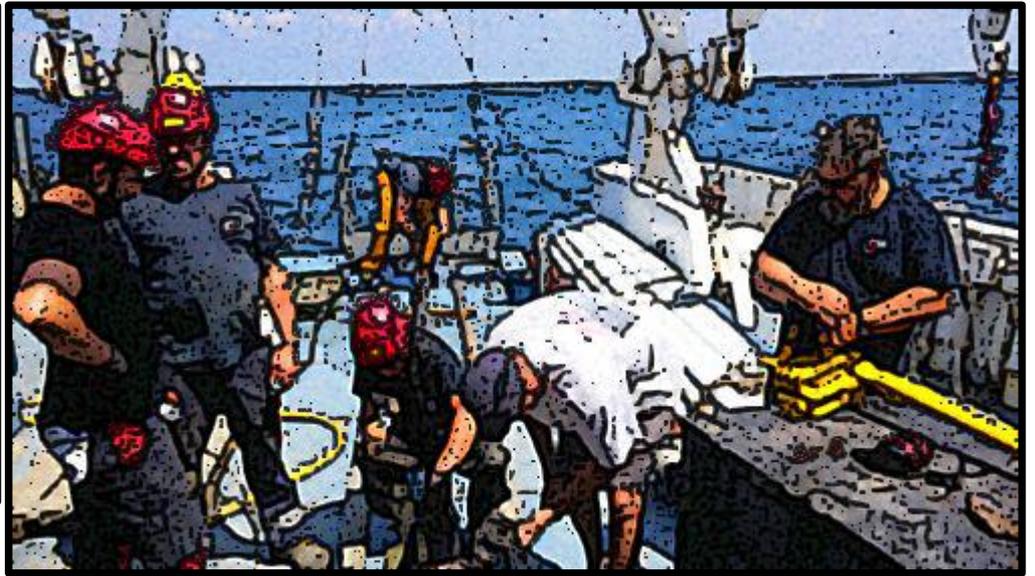
LEG 2 : Connaissance du sous-sol et de la chimie des eaux au-dessus des pockmarks

LEG 3 : Structure du remplissage sédimentaire, nature des dépôts et géochimie des sédiments - 11 au 16/06/2018

LEG 4 : Instrumentations du fond de mer pour enregistrer sur une longue période les variations dans les sédiments

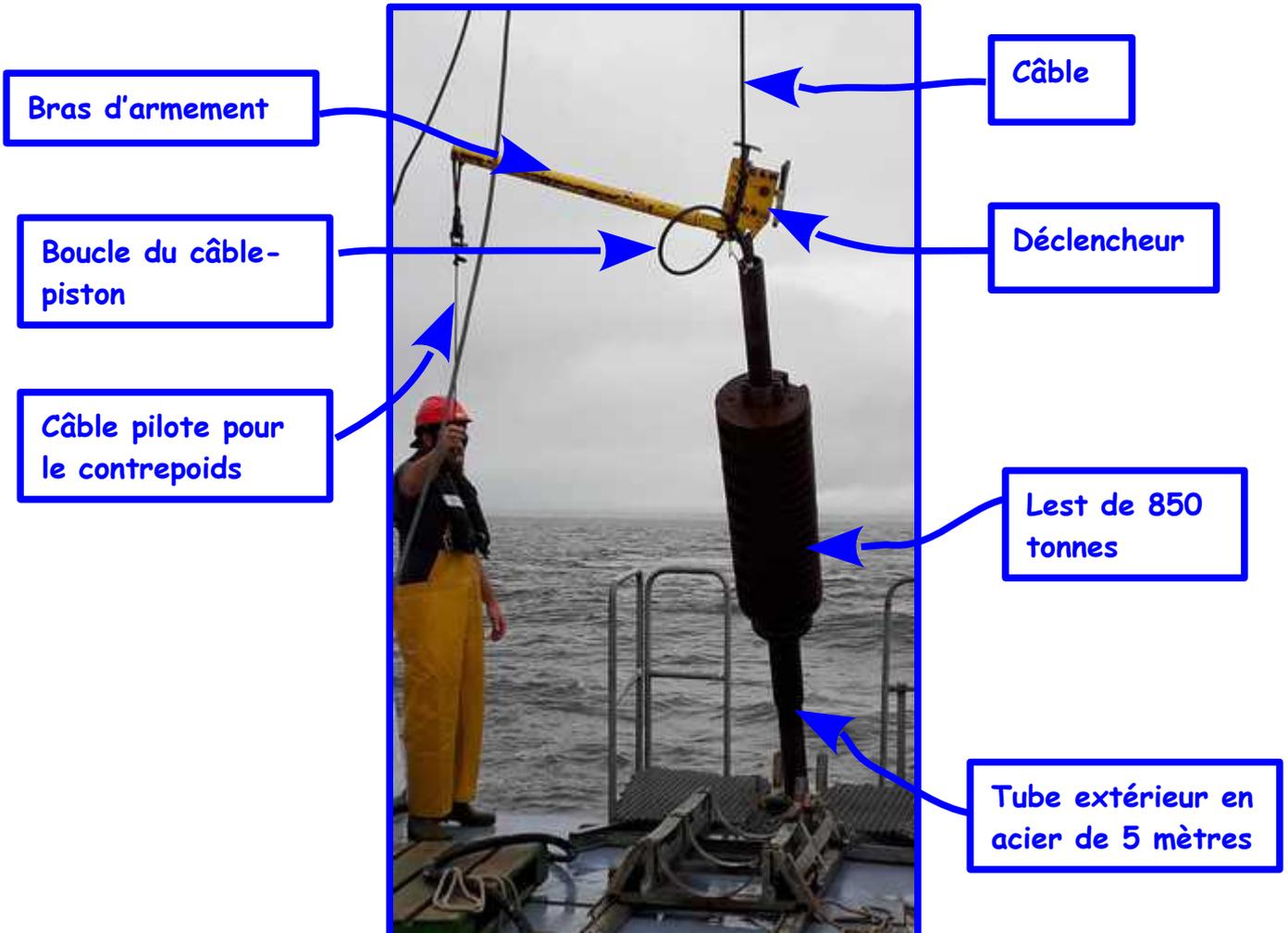
LEG 5 : Mesures in situ des phénomènes de dégazage au contact du fond

Les géologues vont mettre en œuvre des carottiers pour prélever in situ des sédiments. Dans un premier temps, ils vont mettre à l'eau le carottier Kullenberg qui est préparé ici par les marins de Genavir.

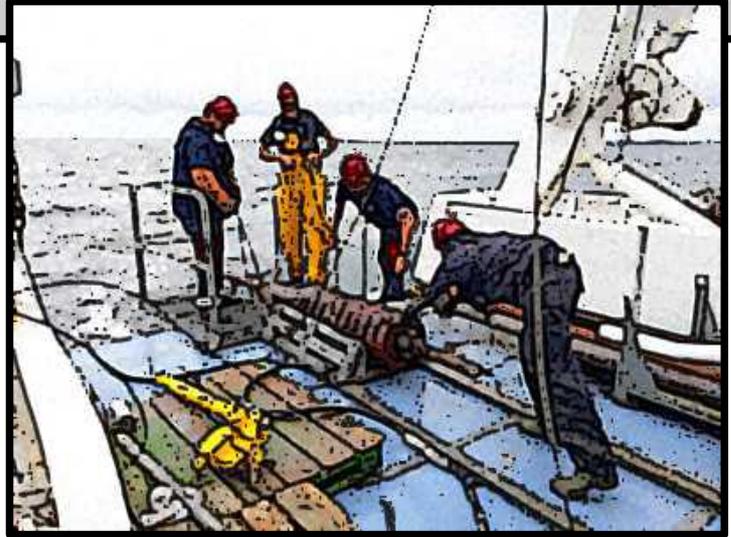


Le carottier Kullenberg consiste en un tube en acier, surmonté d'un lest et terminé par une ogive qui s'enfonce dans les sédiments pendant sa chute. A l'intérieur du tube en acier, on positionne un tube en pvc, appelé chemise, qui recevra la colonne de sédiment ou carotte.

Les moyens précis de positionnement et la dextérité du commandant assurent un carottage « chirurgical » sur des cibles préalablement identifiées. La hauteur de chute et la masse du lest sont déterminées selon la nature estimée du fond marin.



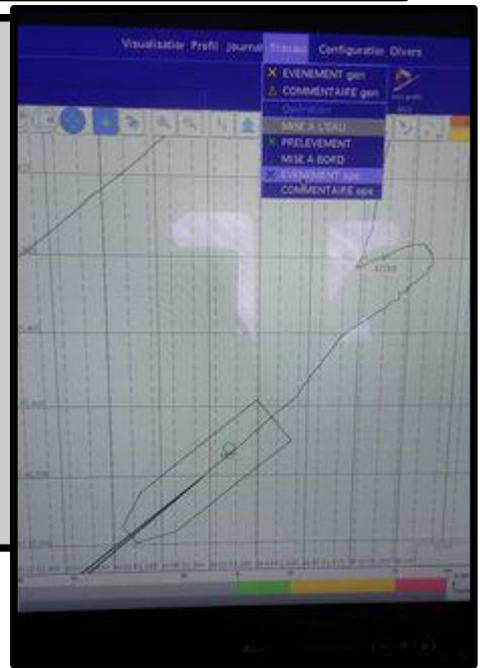
Tout le monde s'active pour préparer le carottier. Jorris installe une nouvelle chemise pvc de 5 mètres de long, dans le tube. Le sédiment sera prélevé et conservé dans celle-ci. Puis le carottier est mis en place.



Déborah met en place une petite caméra gopro.

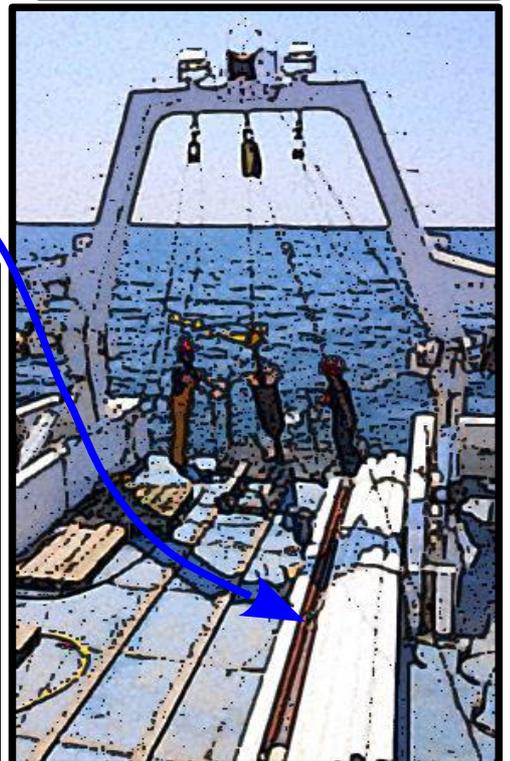


Pendant ce temps, en passerelle, le commandant Arnaud, assure le bon positionnement du Thalía avec une précision chirurgicale !



Stock de tubes pvc : longueur 5 m, diamètre 10 cm.

Tony et Jorris fixent le bras d'armement puis mettent le carottier à l'eau. Jean-Michel assure la manœuvre au treuil.

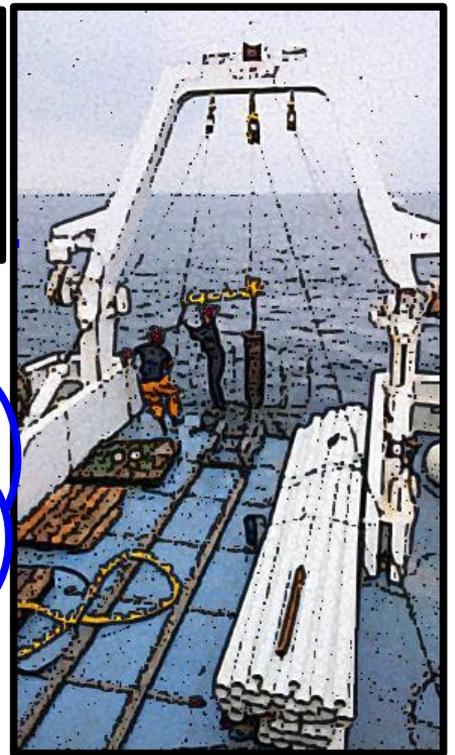


Gwen est au poste scientifique, derrière la passerelle. Il regarde la position des carottes sur le logiciel Kingdom d'interprétation des données sismiques.



... Et c'est déjà le moment de remonter le carottier.

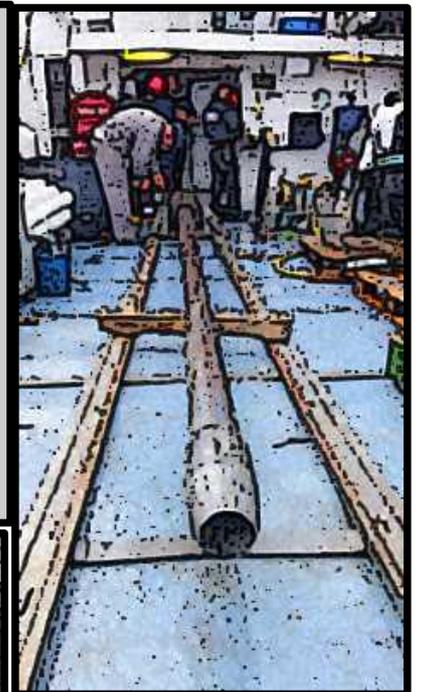
Whoua !
Quelle précision !
C'est parfait pour la suite des opérations.



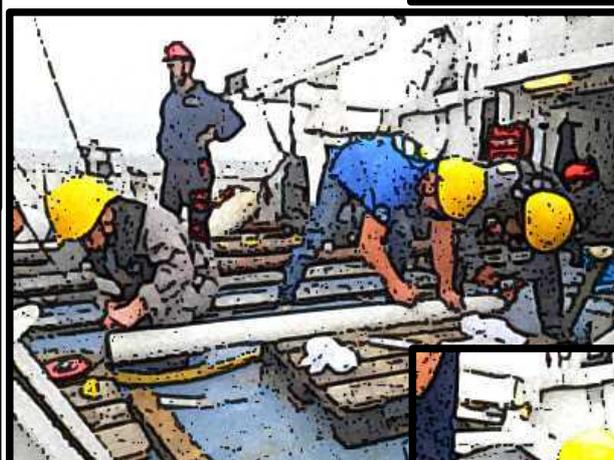
Jorris, Alban et Tony ramènent le carottier sur le pont arrière du Thalia.



Voici l'ogive, à l'extrémité du tube en acier. La chemise pvc, contenant la carotte, se trouve à l'intérieur.



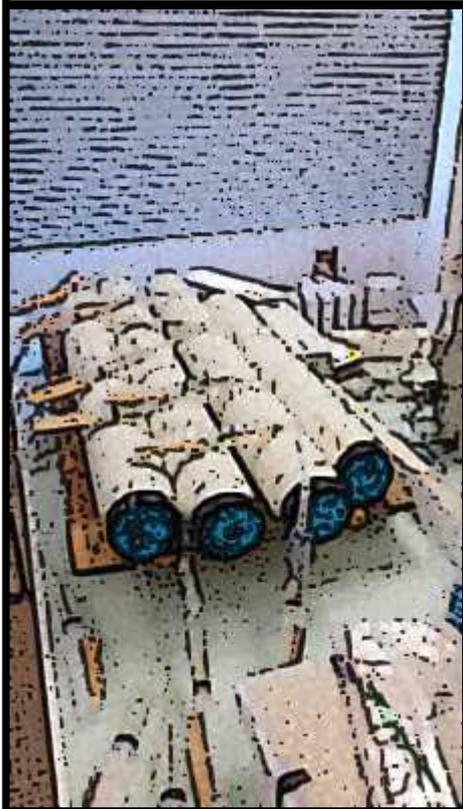
La chemise a été extraite du tube. Pascal, Gwen et Mickaël procèdent au marquage de celle-ci ...



tout comme Déborah, Axel et Jérémie, ... puis à son étiquetage et à sa découpe en section de 1 m pour faciliter son archivage en caisse.



Les premières carottes sont réservées aux géochimistes. Elles doivent être analysées très rapidement. Pas le temps de les ramener au centre Ifremer de Brest. C'est pourquoi les analyses se font dans la journée au laboratoire de chimie à la station Ifremer de Concarneau.



Ces carottes sont identifiées SYPOCO-K17 1/3 W.

Elles proviennent bien de la campagne **SYPOCO** et ont été prélevées avec le carottier Kullenberg (**KS**) ; le chiffre **17** correspond à la 17ème carotte prélevée de la mission ; c'est la première section de la carotte qui a été découpée en trois morceaux (**1/3**) ; chaque carotte est séparée en deux demi-sections, une pour les analyses (**W** pour work), l'autre pour être archivée (**A**).



Le système d'analyse choisi est le préleveur Rhizon.

Les seringues permettent de récupérer l'eau interstitielle présente dans la carotte sans destruction de celle-ci et qui pourra faire l'objet d'autres analyses. Les scientifiques veulent comprendre la dynamique de migration des fluides et le cycle du méthane.

Dominique, Vivien et Livio sont en plein travail.
Chut ! Ne les dérangeons pas !



LEG 1 : Cartographie du fond de mer et de l'expulsion de bulles de gaz dans la colonne d'eau

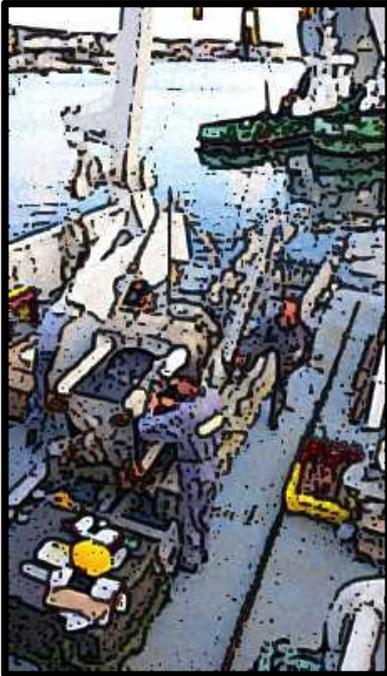
LEG 2 : Connaissance du sous-sol et de la chimie des eaux au-dessus des pockmarks

LEG 3 : Structure du remplissage sédimentaire, nature des dépôts et géochimie des sédiments

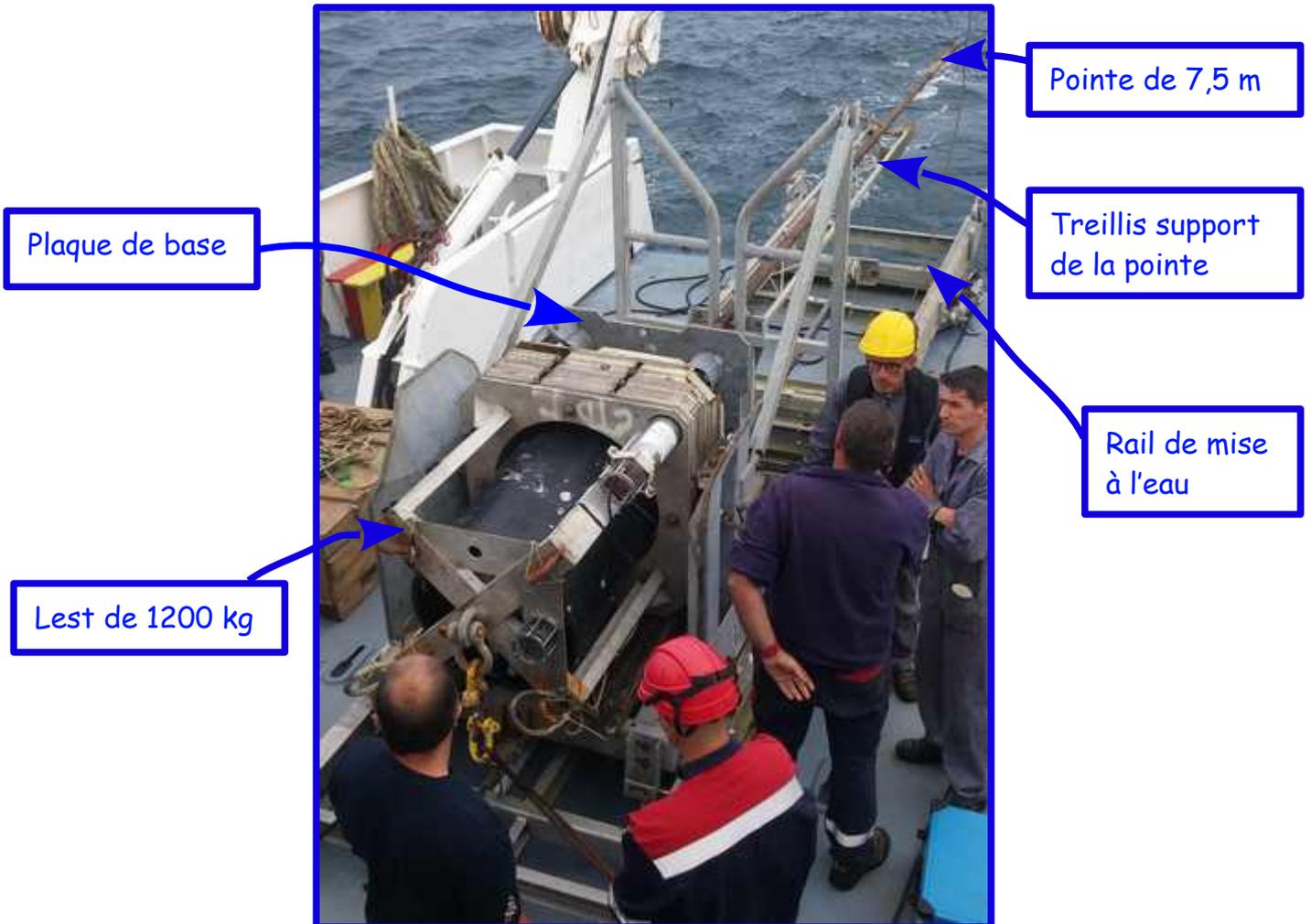
LEG 4 : Instrumentations du fond de mer pour enregistrer sur une longue période les variations dans les sédiments – 17 au 22/06/2018

LEG 5 : Mesures in situ des phénomènes de dégazage au contact du fond

La campagne SYPOCO se poursuit avec le leg 4. Divers instruments vont être déposés sur le fond et laissés pendant 6 mois. Ces instruments vont mesurer les pressions interstitielles dans les couches sédimentaires ainsi que toutes les vibrations du sol et dans la colonne d'eau. Tout d'abord, à quai, Mickaël et Ronan préparent les piézomètres, sous la surveillance étroite de Vincent. Trois piézomètres seront déployés lors de ce leg.



Une fois en mer, ça discute sur le pont pour mettre au point les dernières manœuvres.



C'est parti pour la mise à l'eau du premier piézomètre. La pointe, d'une longueur de 7,5 mètres, va enregistrer les informations jusqu'au printemps 2019..



Rail de mise à l'eau

Puis c'est la récupération du lest, qui va resservir.



Chaque piézomètre va être associé avec trois sismomètres de fond de mer, plus couramment appelés **micrOBS**. Ces mini stations autonomes vont enregistrer les vibrations du sous-sol et permettre de comparer les ondes reçues sur chaque station, étudier les propriétés élastiques du sous-sol ... Chaque micrOBS a une batterie autonome de 6 mois.

Coque protectrice en plastique

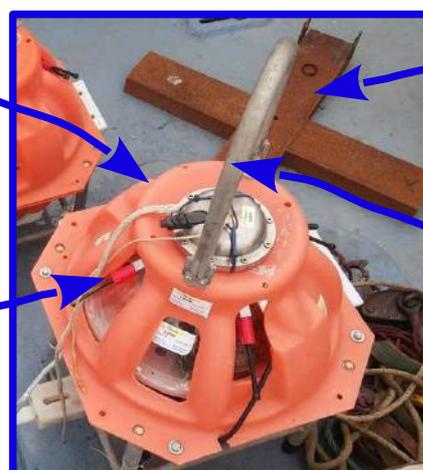
Carte électronique pour l'enregistrement des données, intégrée dans une sphère en verre de 33 cm de diamètre.

Hydrophone

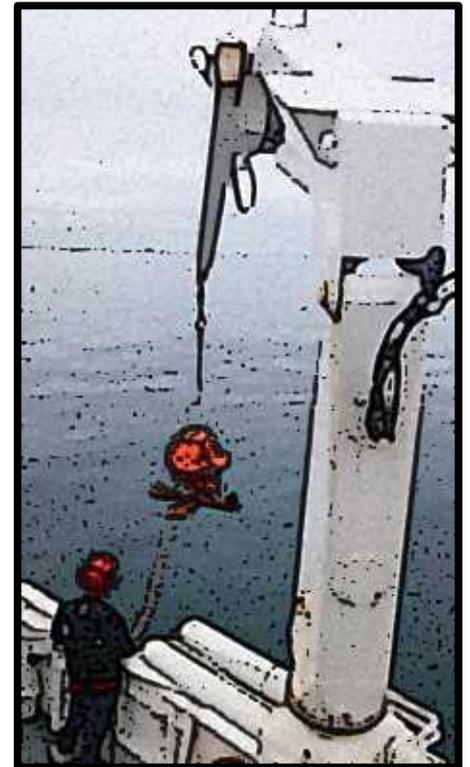
Géophone

Lest

Anse



Ces trois micrOBS vont être déployés en association avec le piézomètre numéro 1. Pascal avec Ronan et Mathieu préparent la mise à l'eau du premier micrOBS.



LEG 1 : Cartographie du fond de mer et de l'expulsion de bulles de gaz dans la colonne d'eau

LEG 2 : Connaissance du sous-sol et de la chimie des eaux au-dessus des pockmarks

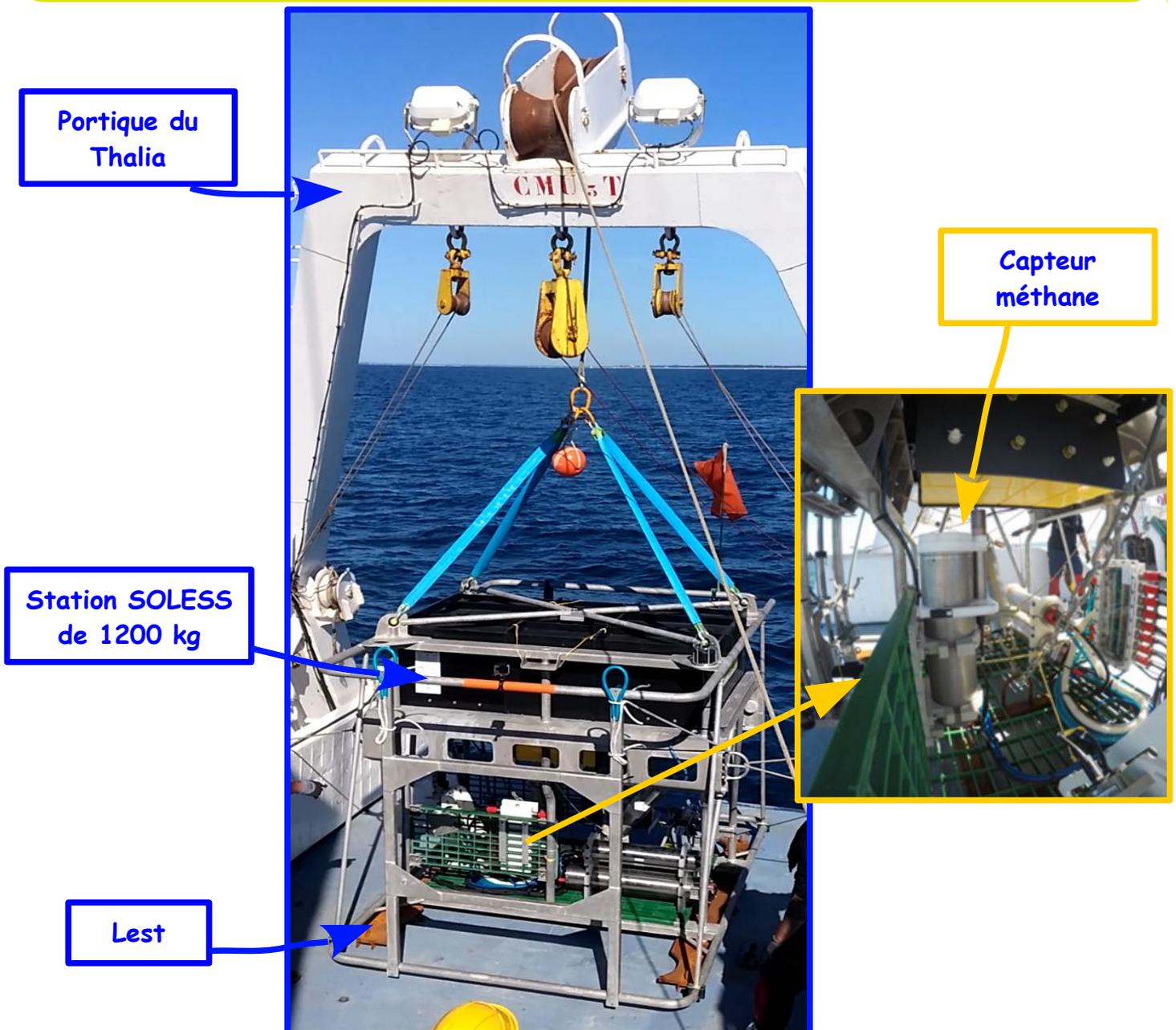
LEG 3 : Structure du remplissage sédimentaire, nature des dépôts et géochimie des sédiments

LEG 4 : Instrumentations du fond de mer pour enregistrer sur une longue période les variations dans les sédiments

LEG 5 : Mesures in situ des phénomènes de dégazage au contact du fond – 23/06 au 29/06/2018

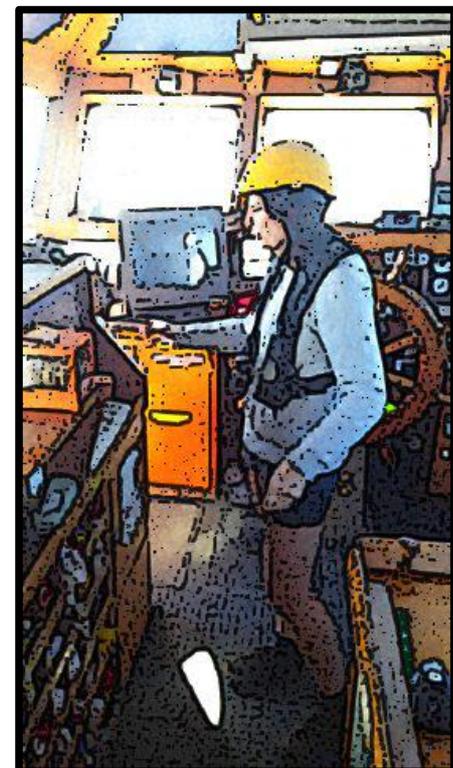
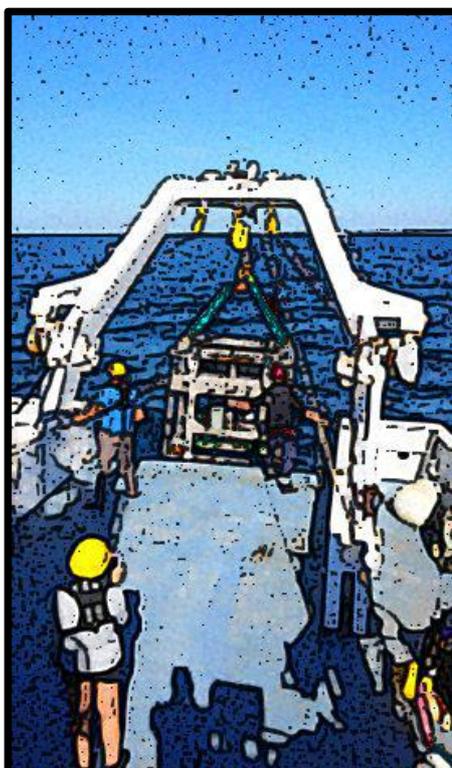
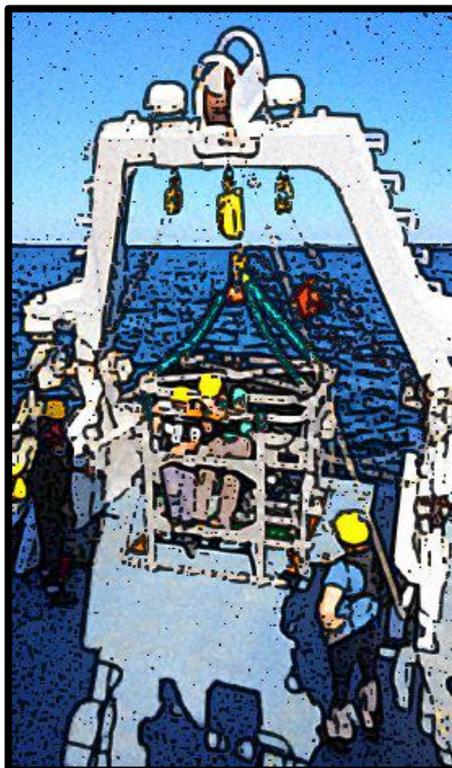
Pour ce dernier leg, l'équipe a prévu un déploiement de deux équipements : SOLESS et BOB. Le 22 juin 2018, la station SOLESS - Système d'Observation Long terme pour Environnements Sédimentaires chimio Synthétiques et ses caisses de matériel sont installées sur le pont du N/O Thalia ; les différents capteurs sont montés. Le lendemain a lieu le déploiement de la station. Après les derniers préparatifs à quai, le Thalia quitte le port à 8h45.

La station SOLESS effectue des mesures de concentration en méthane et d'autres paramètres physico-chimiques comme l'oxygène dissous, la turbidité, la température. Des caméras embarquées permettent d'observer le fond et de surveiller les opérations. Les dimensions de SOLESS : 2m x 2 m x 2,4m pour un poids dans l'air de 1200 kg. Les acquisitions des données méthane et les autres données sont acquises toutes les 10 minutes.



La station doit être déployée pendant 24 heures sur une zone de pockmarks pour mesurer entre autre la concentration du méthane. La bonne préparation de la station est donc très importante.

Laurent et Sébastien effectuent les derniers réglages sur les trois caméras. La station est prête et la mer est calme. La mise à l'eau peut démarrer. Il est 10h15.



A 10h45, la station est posée au fond. La bouée est retirée par les plongeurs pour ne pas laisser d'obstacles en surface. Lucie vérifie la bonne acquisition des données. Tout est correct. La station sera récupérée le lendemain. Le Thalía peut rentrer au port pour la suite des opérations. La journée est loin d'être finie.

De retour à quai, le module BOB - Bubbles OBServatory module, est installé sur le Thalia. Il prend de la place BOB ... C'est un module sous-marin autonome d'observation acoustique qui permet de détecter la présence de bulles dans l'eau et de contribuer à la quantification des volumes de gaz relâchés par le sédiment et à évaluer l'impact du relargage du gaz dans l'atmosphère.

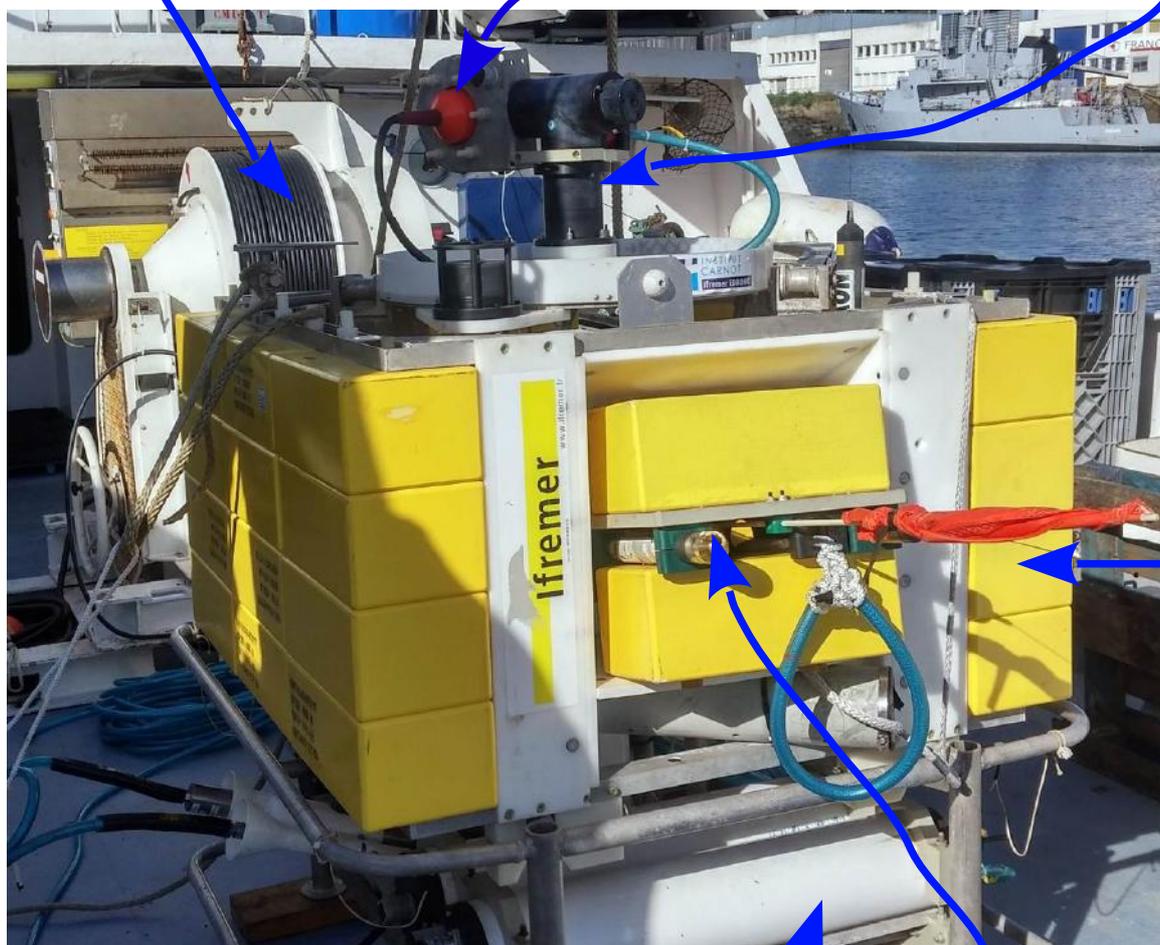
BOB est constitué d'un sondeur mono-faisceau pour observer les fluides qui s'échappent du fond de l'océan sous forme de panaches de bulles.

Les dimensions de BOB : 1,3 m x 1,3 m x 2,8 m pour un poids dans l'air de 634 kg et 23 kg dans l'eau. BOB est descendu au bout d'un câble puis largué à quelques mètres du fond. Il peut être ancré au fond et connecté au treuil mobile TMC. et être éventuellement repositionné par une équipe de plongeurs si nécessaire.

Treuil Mobile Commun
- TMC pour la
connexion sous-marine

Sondeur mono-faisceau

Système d'orientation
motorisé 2 axes



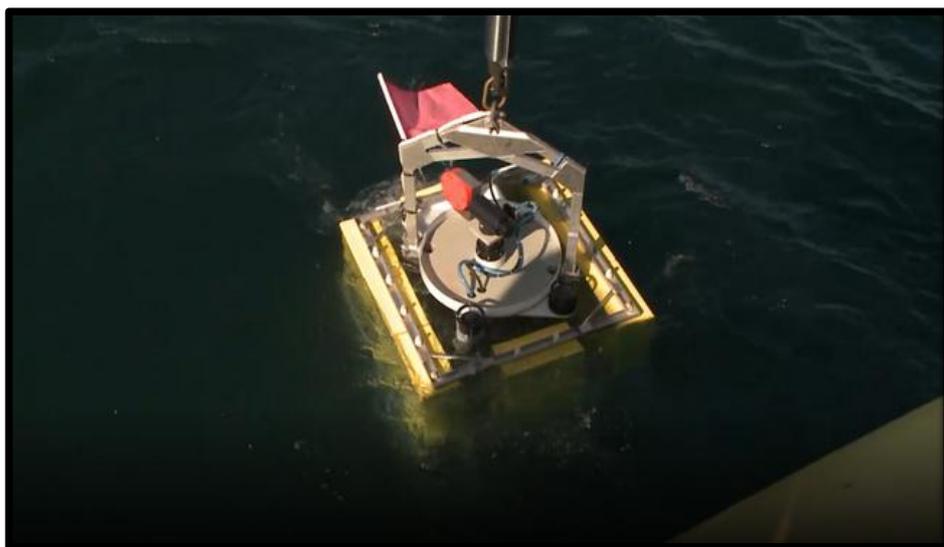
Éléments de
flottabilité

Packs énergie et électronique de commande

Balises de signalisation (flash,
Argos, VHF)

Les acquisitions doivent se faire pendant trois semaines sur un site pré-identifié à la suite du leg1. Les observations seront associées aux mesures de pression interstitielle disponibles avec le piézomètre et les trois OBS déployés sur ce point.

Départ du quai à Concarneau : dimanche 24 juin à 8h. Avant d'arriver sur zone, la check list de BOB est faite : synchronisation PC, vérification du fonctionnement. Tout est ok. L'équipe des plongeurs est là. La mise à l'eau débute à 10h05.



A 10h36, BOB est au fond, à environ 4 m de distance du point prévu. BOB doit être positionné en fonction du piézomètre n°1 et des OBS 1, 2 et 3 déployés lors du leg 4. A partir de 11h00, différents tests sont réalisés : certains sont positifs tandis que d'autres posent problème. Il semble que BOB ne soit pas bien fixé au fond ...

Malheureusement, ce jour-là, le déploiement de BOB n'a pas abouti. En effet, une heure après le début de l'opération, le Thalía a dérivé de sa position en raison de la marée montante et BOB a été tracté par le treuil TMC avec la dérive du navire sur environ 60 mètres. BOB a été ensuite récupéré sur le pont et ramené au laboratoire sans avoir pu accomplir sa mission.

Merci à Axel Ehrhold et Vincent Riboulot, co-chefs de la campagne SYPOCO 2018, d'avoir accepté de faire un blog sous forme de bande dessinée.

Merci à Axel pour toutes les photos légendées et les vidéos envoyées chaque soir au retour à quai ; les relectures et commentaires sur les planches de BD faits régulièrement ...

Merci à tous les photographes Axel, Angélique, Agnès, Déborah, Maude, Pauline, Vincent ...

Merci aux commandants du N/O Thalía, Benoît et Arnaud et à leurs équipages,

Merci aux scientifiques, techniciens et ingénieurs embarqués : Charline, Stéphanie, Carla, Judith, Yannick, Bruno, Pauline, Maud, Gwenaël, Dominique, Thibault, Vivien, Emmanuel, Déborah, Pascal L., Mickaël Rou., Mickaël Rou., Jérémie, Livio, Pascal P., Ronan, Philippe, Lucie, Laurent, Sébastien, André, Delphine, Agnès, Christophe, Anthony

Les données de la campagne SYPOCO 2018 sont disponibles sur le site des Campagnes Océanographiques Françaises :

<https://campagnes.flotteoceanographique.fr/campagnes/18000420/>

Retrouvez le blog de la campagne sur le site des Géosciences Marines :

<https://wwz.ifremer.fr/gm/Campagnes-et-donnees/Annees/Fiches-campagnes/Bienvenue-sur-le-blog-de-la-campagne-SYPOCO>



