

Les observatoires sous-marins pluridisciplinaires : le réseau ESONET et l'infrastructure opérationnelle Emso

Auteur : Jean-François ROLIN

Responsable du projet Observatoires sous-marins pluridisciplinaires, IFREMER-Brest

L'océan mondial reste encore peu exploré.

Même s'il nous reste des surface immenses du fond de la mer à cartographier par des relevés acoustiques et si nous ne connaissons que l'ordre de grandeur de la biodiversité du fond de la mer et de la colonne d'eau, il est vital de commencer à acquérir en des points bien choisis de l'océan des données fiables, qui nous permettront dès maintenant, et par la suite aux générations futures, d'identifier les changements longs, cycliques, annuels, saisonniers, ceux liés à des phénomènes naturels ou bien ceux à relier aux activités humaines. **Par exemple, que se passe-t-il entre deux visites d'un site sous-marin par des campagnes océanographiques ? Pourquoi ces changements ? Qu'en sera-t-il dans 10 ou 25 ans ?** Ce besoin de séries temporelles longues pour des paramètres-clés a nécessité de lancer le défi technologique et méthodologique pour leur collecte : celui des observatoires sous-marins pluridisciplinaires.

La première étape consistait à **mobiliser** des équipes scientifiques de toutes les disciplines intéressées pour déterminer les besoins, et à mettre à contribution les sciences de l'ingénieur afin de trouver des solutions technologiques. À cette fin, la Commission européenne a financé le réseau d'excellence, ESONET (European Seafloor Observatory Network)¹, et en a confié la coordination à l'IFREMER.

ESONET met en réseau les équipes scientifiques motivées par cette observation à long terme

Le réseau d'excellence ESONET, coordonné par l'IFREMER, vise à préparer la mise en œuvre d'observatoires fond de mer pluridisciplinaires sur 12 sites en Europe.

- En géosciences, les objectifs principaux concernent les divers risques géologiques : séismes, volcans, tsunamis, instabilité des pentes, comportement des hydrates de gaz et des fluides interstitiels.
- En biologie, le suivi continu des peuplements benthiques ou pélagiques permet de compléter les connaissances acquises pendant les campagnes et de suivre les paramètres physiques ou chimiques des écosystèmes observés.
- Les mesures dans la colonne d'eau contribuent aux acquisitions de données en des points géographiques de référence, destinées à l'océanographie opérationnelle hauturière et aux modèles océaniques.

Chaque observatoire est conçu pour durer et ne requérir qu'au plus une visite annuelle de maintenance, depuis les capteurs jusqu'à la gestion et à la distribution de données, en passant par les moyens de communication par câble sous-marin ou par une liaison acoustique et satellitaire via une bouée. Un navire océanographique et un robot sous-marin (ROV) sont nécessaires pour cette maintenance. Les observatoires câblés font par ailleurs appel à des navires câblés pour leur déploiement.

¹ Pour plus de détails : <http://www.esonet-emso.org/>. L'animation scientifique d'ESONET se poursuit depuis 2011 sous la forme d'un groupe de travail appelé ESONET Vi (Vi pour « vision »)



Figure 1. Les sites d'ESONET et d'EMSO (document EMSO).

L'étape suivante, qui est en cours, consiste à **fédérer**, à partir de ce réseau, les observatoires sous-marins pluridisciplinaires en Europe et en construire de nouveaux; c'est le rôle de EMSO (European Multidisciplinary Seafloor and water column Observatory).

Participation française à ESONET et EMSO

La contribution française à ces deux projets est focalisée sur trois zones :

- une zone hydrothermale au sud des Açores
- la partie sous-marine de la faille nord-anatolienne en mer de Marmara
- la mer Ligure au large de la Côte d'Azur

Le site EMSO-Açores

Le site **EMSO-Açores** est situé sur une dorsale lente, la dorsale médio-atlantique dans la ZEE du Portugal. Découvert par des équipes françaises, le site de Lucky Strike permet des études poussées de cycles de sorties de fluides hydrothermaux et des couplages entre la géosphère et la biosphère (IPGP, CNRS/INSU). Deux observatoires en fond de mer acquièrent des mesures sismiques, physico-chimiques et des images. Les données sont transmises par acoustique à une bouée qui dialogue par lien satellite avec le centre de données.

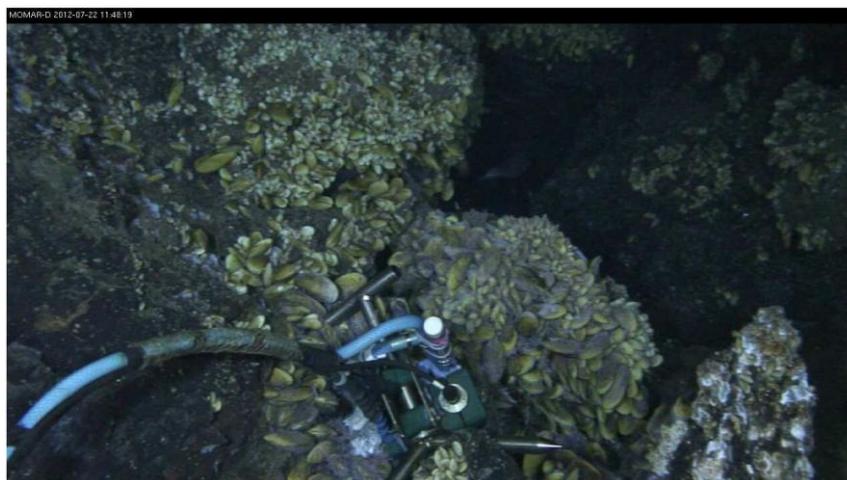


Figure 2. Cadrage vidéo de la faune hydrothermale du site Lucky Strike, obtenu en direct par son lien WIFI sous-marin avec le Rov *Victor 6000* lors de l'installation du module caméra et analyseur chimique SMOOVE. Les images sont stockées sur la station pendant l'année qui suit et transmises régulièrement à terre via la bouée *Borel*. Campagne MoMARSAT 2012 IFREMER - Institut de physique du Globe de Paris - CNRS/INSU. (crédit IFREMER).

Le site EMSO-Ligure

EMSO-Ligure est une infrastructure en cours d'implantation sur le talus continental niçois dans le cadre d'une coopération avec l'Observatoire océanologique de Villefranche-sur-Mer et le laboratoire Géoazur (CNRS/INSU).

Trois centres d'intérêt sont constitués par :

- la présence du massif alpin dont le relief se prolonge sous la mer et celle du canyon du Var. La pente sous-marine de l'aéroport de Nice, une zone de pente instable, permet de mettre au point les instrumentations, les modèles et les hypothèses scientifiques sur les risques (y compris d'initiation de tsunamis) associés en fond de mer à des sorties de fluides et des sollicitations sismiques. Par ailleurs, le canyon du Var présente la particularité d'avoir une fréquence importante d'écoulements de turbidites, ce qui permet d'étudier les facteurs déclenchants et les impacts biologiques associés : cela a conduit à déployer en pleine eau des stations sur le parcours du canyon, pour la mesure du courant, celle de paramètres physico-chimiques et des prélèvements de particules.
- la circulation liguro-provençale qui permet l'accès à l'observation de masses d'eaux profondes formées en Méditerranée orientale. Le bilan des flux organiques et des échanges dans la zone profonde de DYFAMED² est effectué depuis de nombreuses années sur toute la colonne d'eau. Des déploiements de capteurs innovants sont effectués sur ce site au sud de Villefranche-sur-Mer.
- Une station de référence de mesures océanographiques et sismiques est installée en extension de l'observatoire d'astrophysique des particules situé au sud de Porquerolles (ANTARES³ et MEUST⁴, CNRS/IN2P3).

² http://www.obs-vlfr.fr/cd_rom_dmtt/sodyf_main.htm

³ <http://antares.in2p3.fr/>

⁴ http://marwww.in2p3.fr/rubrique.php3?id_rubrique=259&id_parent=7&lang=en

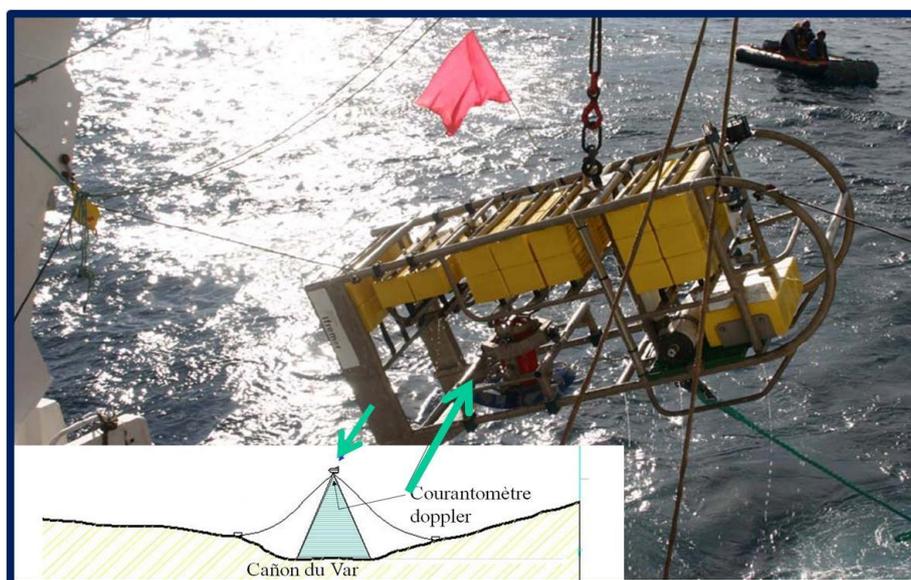


Figure 3. EMSO Ligule Est – Station de mesure AANITRAA déployée au dessus du canyon sous-marin du Var – IFREMER. (Crédit IFREMER)

Le site EMSO-Marmara

Le site **EMSO-Marmara** concerne l'extension en mer de la faille nord-anatolienne dont les ruptures induisent des séismes majeurs menaçant la conurbation d'Istanbul (coopération CEREGE, CNRS/INSU, IFREMER).

Les équipes françaises de géosciences marines participent par une instrumentation originale destinée à faire avancer les recherches sur les précurseurs des tremblements de terre. Elles étudient les données de variation temporelle de sites de sortie de fluides exceptionnellement actifs dans la partie la plus profonde de la mer de Marmara. La sismicité, la micro-sismicité, la quantification des sorties des bulles et des gaz dissous sont surveillées par des équipements de mesure innovants.

Coopération internationale

Une **dynamique de coopération internationale** sur les observatoires sous-marins pluridisciplinaires a vu le jour grâce à ESONET. EMSO collabore sur des initiatives avec le Canada, les États-Unis et le Japon : travail sur des standards communs, échanges de capteurs et de personnel.

L'initiative la plus avancée est Neptune-Canada. Un câble de 800 km de long transmet les données de capteurs installés sur cinq sous-stations au large de Vancouver⁵, depuis décembre 2009.

Aux États-Unis, le projet Ocean Observatory Initiative (OOI)⁶ concerne un réseau ambitieux de stations câblées et non câblées à installer sur le pourtour du continent américain. En Californie, des équipes opèrent l'observatoire câblé MARS (Monterey Accelerated Research System⁷).

⁵ www.neptunecanada.ca

⁶ <http://oceanobservatories.org/>

⁷ www.mbari.org/mars

Le programme Dense Oceanfloor Network System for Earthquakes and Tsunamis (DONET) fédère les nouveaux observatoires sismologiques câblés de l'est et du sud-est du Japon au sein d'une infrastructure commune pour la gestion des données et l'alerte des populations⁸.

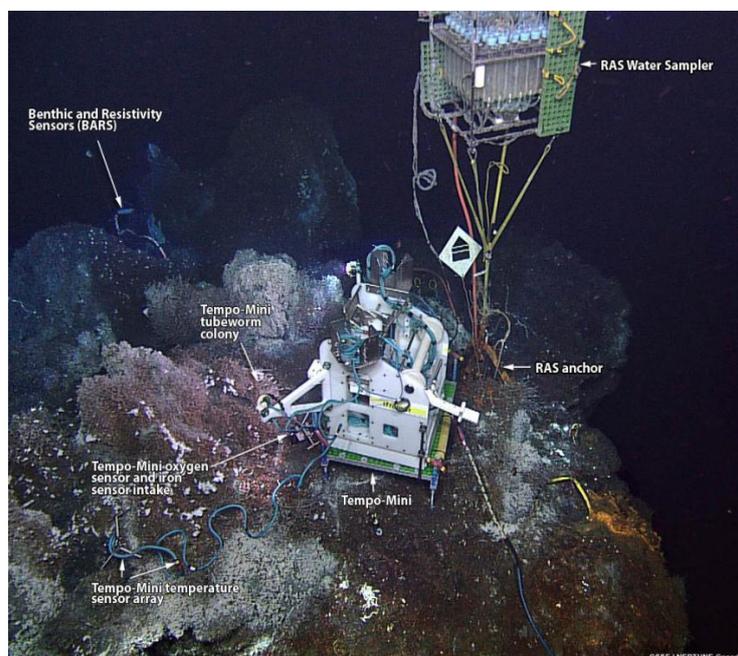


Figure 4. Système de caméra et capteurs branchés sur un nœud de l'observatoire Neptune Canada – IFREMER – université de Victoria.

Pourquoi mieux connaître les océans ?

L'exploitation durable de l'océan nécessite de le **comprendre avant de l'exploiter**. Ces observatoires sous-marins pluridisciplinaires permettent de collecter des données sur une zone marine, même éloignée et par grand fond, d'étudier les processus géologiques, physiques et biologiques qui conditionnent ses équilibres et ses variations naturelles, puis d'établir les conditions de suivi de l'impact d'activités humaines sur la zone. Il est logique alors, si l'exploitation est autorisée, de poursuivre les mesures pendant la production puis pendant la période de remise en état écologique. On observe une prise de conscience des industries extractives à l'occasion des nouveaux projets d'exploitation du gaz, du pétrole ou des minerais. Pour la pêche, les données à point fixe des observatoires sous-marins pluridisciplinaires sont un élément des études multi-échelles. Dans le contexte actuel de rareté de l'information sur les fonds océaniques, les données provenant des acteurs économiques, si elles sont ouvertes, seront aussi des opportunités pour la recherche scientifique.

Pour en savoir plus

[1] L'article scientifique de référence :

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0079661111000383>

[2] un ouvrage tout récent en anglais:

Favali P., Beranzoli L. & De Santis Angelo (2014). *Sea Floor Observatories: A New Vision of the Earth from the Abyss*. Springer-Verlag Berlin and Heidelberg GmbH & Co. K, Springer Praxis Books / Geophysical

⁸ www.jamstec.go.jp/donet

Sciences, 500 p., 40 illus., 30 illus. en couleur.

[3] Un exemple de déploiement d'observatoire sous-marin pluridisciplinaire :

<http://www.ifremer.fr/momarsat2010/momarsat.htm>;

[4] *Films*

http://wwwz.ifremer.fr/esonet_emso/Gallery/Movies

[5] *Et pour les enfants*

<http://www.ifremer.fr/momarsat2010/enfants.htm>