

CARNET DE BORD DE LA MISSION BOUM EN MER MEDITERRANEE

Ce carnet de bord présente les différents courriers qui ont été rédigés au cours de la **mission BOUM** en **Mer Méditerranée** du 16 juin au 20 juillet 2008 à bord de l'Atalante. Ils sont destinés à un large public pour informer « en temps réel » sur la vie et le travail à bord d'un navire océanographique. Certains courriers sont rédigés en anglais (6, 11, 13 & 14).

Photo : G. Bourret



L'équipe BOUM à bord de l'Atalante !



Courrier n° 1 : Le mercredi 18 juin 2008

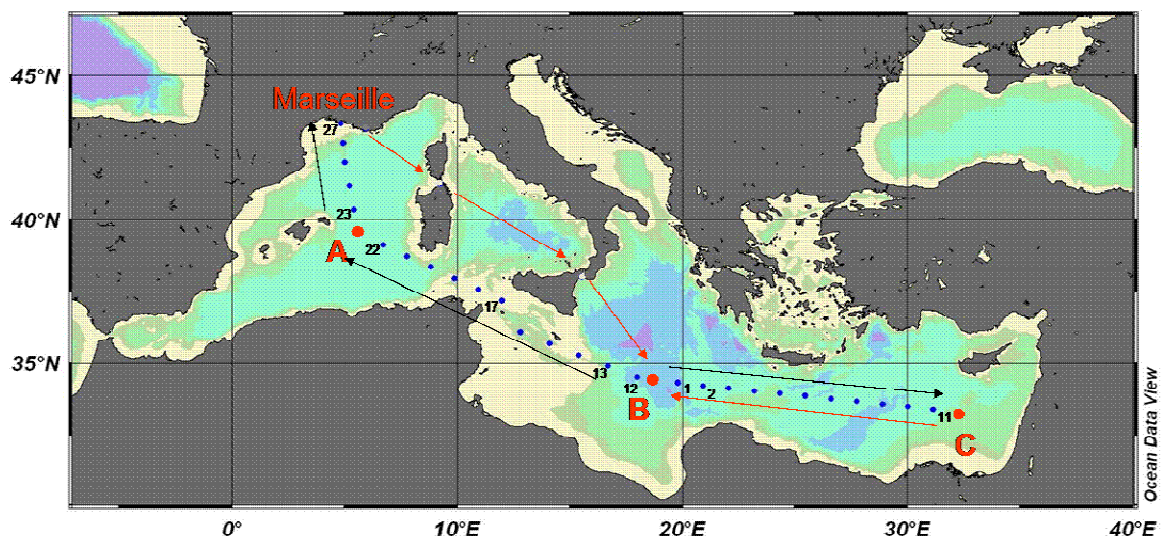
Thierry Moutin, chef de projet et chef de mission, MCF Université LOPB Marseille

Bonjour à tous,

Après plus d'une journée de chargement de matériel et de rangement dans les différents laboratoires de l'Atalante (photo jointe), nous avons enfin appareillé ! Nous avons maintenant 3 jours de transit avant d'atteindre notre premier site d'étude situé au centre du bassin Ionien en Mer Méditerranée (station B sur la figure). Les 33 scientifiques embarqués s'affairent pour tester le matériel et régler les différents détails de l'organisation. Nous allons passer 35 jours en mer pour étudier en particulier les organismes vivants dans la couche éclairée (les cent premiers mètres) pendant la période estivale. Notre but est d'étudier l'impact du changement climatique sur les organismes marins et les interactions avec le cycle global du carbone.



L'Atalante entre la Sardaigne et la Corse



Carte des stations de travail prévues pour la campagne océanographique BOUM (en bleu, les stations de courte durée et en rouge, les stations de longue durée).

Courrier n° 2 : Le samedi 21 juin 2008

Karine Leblanc, chercheur CR CNRS LOPB Marseille

Troisième jour de mer. Nous venons dans la même journée de passer près de la Sardaigne, de la Sicile et de la botte de l'Italie. En prime nous avons eu une magnifique vision du volcan Stromboli, qui nous a gratifiés d'une petite éruption de fumée. Il paraît qu'il crache sa fumée toutes les 20 minutes, et effectivement, nous avons eu le temps d'observer deux fois la formation d'un petit nuage à son sommet lors de notre passage. En fin de journée, ce fut le détroit de Messine, dernier bout de terre avant d'attaquer le bassin Oriental et ses eaux bleues, bien au large de toutes les côtes, là où nous allons effectuer nos prélèvements.

Nous avons eu 3 jours pour nous installer à bord, effectuer les derniers réglages et mises au point de nos instruments de mesure avant d'attaquer la première station d'échantillonnage demain soir ! Tout le monde s'active afin d'être prêt, ce qui n'empêche pas quelques moments de détente sur le pont, le soir vers 18h, à l'occasion d'un apéritif de bienvenue offert par notre chef de mission ! Equipage et scientifiques en profitent pour faire plus ample connaissance et admirer le soleil couchant dans le détroit de Messine avant d'aller dîner au mess. Nous commençons doucement à rentrer dans la routine des journées rythmées par les repas et bientôt par la mise à l'eau de nos engins de prélèvements en tout genre ! A partir de demain, c'est l'arrivée en station qui déterminera le rythme de travail et il faudra s'arranger pour se reposer dans les quelques heures qui séparent chaque station sur ce premier transect. Tout est prêt, la CTD de prélèvement, les filets à plancton, le profileur vidéo sous-marin, à nous les eaux bleues de la Méditerranée !



Le volcan Stromboli vu de l'Atalante

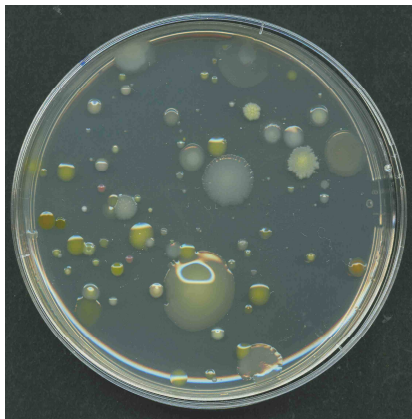
Courrier n° 3 : Le lundi 23 juin 2008

Dominique Lamy, chercheur post-doctorant au LOBB Banuyls

On cultive des bactéries à bord !

Les premiers prélèvements ont commencé, et nos journées à bord sont maintenant rythmées par l'arrivée des bouteilles Niskin de prélèvement sur le pont du bateau. Chacun commence à trouver son rythme, même si les moments de sommeil se font rares !

Nous sommes plusieurs microbiologistes à bord, et certains d'entre nous étudient les bactéries marines. On évalue entre autres leur nombre, leur production de matière et leur diversité, sur un profil vertical (la colonne d'eau) et horizontal (le transect de stations). Et on les cultive !



L'expérience consiste à étaler un peu d'eau de mer dans des boîtes de culture, qui contiennent un milieu enrichi en différents nutriments, sources de carbone et vitamines, nécessaires à la croissance des souches bactériennes. Une souche bactérienne correspond à un point coloré, plus ou moins gros, sur la boîte de culture (voir photo). Ces souches sont conservées soigneusement à bord jusqu'à la fin de la mission, et seront isolées puis identifiées au retour au laboratoire.

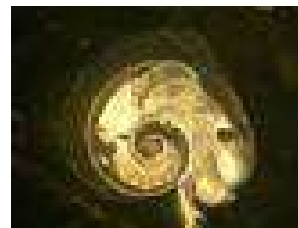
Souches bactériennes de la Méditerranée

Courrier n° 4 : Le mercredi 25 juin 2008
Antoine Nowaczyk, doctorant au LOPB Marseille.

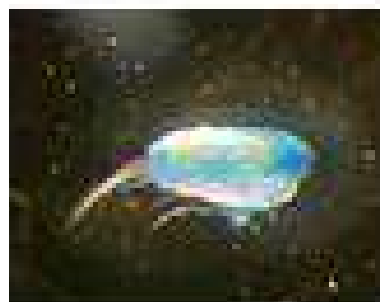
La vie des profondeurs de la méditerranée orientale :



Voici les dernières nouvelles de l'Atalante : Les prélèvements d'eau se succèdent de station en station, mais nous trouvons également le temps de pêcher... du zooplancton. Ceux sont des petits animaux, pour la plupart, de quelques millimètres qui ne peuvent pas se déplacer contre les courants. On les pêche avec des petits filets



très fins, de quelques microns de maille, de 200 m de profondeur vers la surface. Lorsqu'on les observe sous la loupe binoculaire, on peut penser à des organismes venus d'une autre planète ! La méditerranée orientale nous offre un spectacle magnifique avec des formes et des couleurs qui dépassent l'imagination. Le travail à bord consiste à évaluer la quantité et la diversité des populations. Diverses expériences métaboliques seront également réalisées afin de mesurer leurs rôles dans les cycles des éléments chimiques des océans.

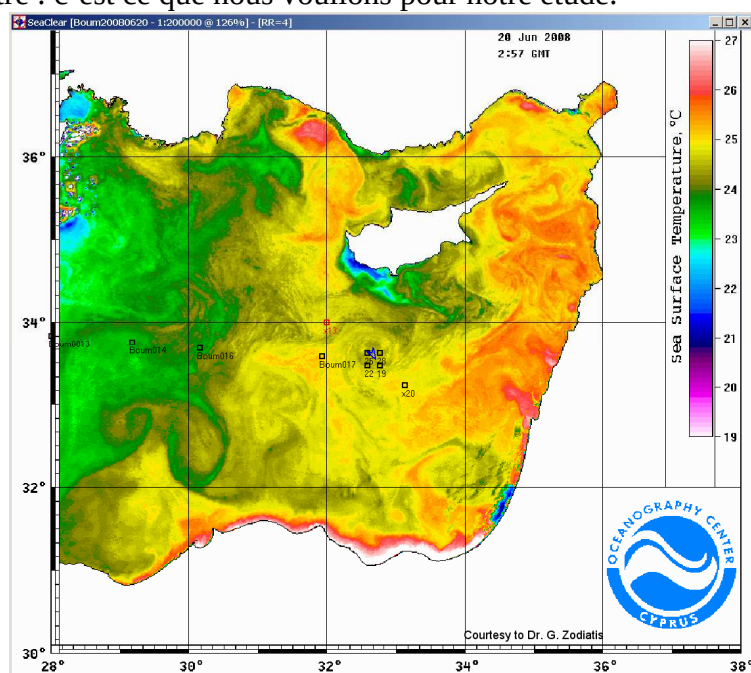


Courrier n° 5 : Le dimanche 29 juin 2008
Thierry Moutin, chef de projet et chef de mission

Nous sommes pris dans un tourbillon !

Nous avons atteint notre point le plus oriental au sud de Chypre en effectuant des stations de courte durée pour mesurer les principales caractéristiques (température, salinité, disponibilité nutritive, diversité biologique...) de la mer Méditerranée à cette période. Nous allons maintenant rester plusieurs jours à une station dans le but d'étudier certains processus comme la production d'algues dans la couche éclairée et son devenir : les algues sont-elles capables de transférer du carbone de l'atmosphère vers l'océan profond dans ces milieux « oligotrophes¹ »?

Pour répondre à notre question, nous avons choisi de travailler en des points précis et bien caractérisés qui ont été relativement peu étudiés : les grands tourbillons anticycloniques. Nous les avons traqués depuis l'espace grâce aux satellites, et à bord, nous avons vérifié que nous étions bien pris dedans comme vous pouvez le voir sur la figure ci-dessous. Nous tenons à rassurer la petite Camille de l'école Sainte Marguerite à Marseille : ce n'est pas dangereux d'être pris dans ce type de tourbillon ! Ils sont de très grande taille et la vitesse du courant est très faible au centre : c'est ce que nous voulions pour notre étude.



Légende : Sur cette carte, les carrés représentent les stations étudiées et le triangle bleu, la position actuelle de L'Atalante au centre du tourbillon « Cyprus ». Merci à Gilles Rougier et Emmanuel Bosc pour la transmission des images satellitales.

¹ Milieux oligotrophes : du grec oligo (peu) et trophe (nourri). Ce sont des milieux à faible disponibilité nutritive (les algues ont du mal à trouver les éléments dont elles ont besoin !). La mer Méditerranée est très oligotrophe ! C'est la raison pour laquelle notre mission s'appelle **BOUM** : **B**iogéochimie² de l'**O**ligotrophie à l'**U**ltraoligotrophie **M**éditerranéenne.

² Biogéochimie marine: étude des cycles des éléments qui composent et contrôlent le développement des organismes vivants dans la mer, essentiellement carbone, azote, phosphore mais également silicium et métaux traces.

Courrier n° 6 : Le mardi 01 juillet 2008
Kim Popendorf, doctorante à Woods Hole (USA)

"Hello!

My name is Kim Popendorf, I'm a PhD student from the Woods Hole Oceanographic Institution in the United States. This is my third research cruise, and my biggest by far! It's the biggest boat, with the most scientists on board, and also the longest duration cruise I've been on so far! L'Atalante is 85m long, or about 250 feet, has six levels, and currently has about 35 scientists and 30 crew on board. Right now we're just about in the middle of our five week cruise!



On L'Atalante, I'm getting the chance to measure heterotrophic bacteria all over the Mediterranean. Heterotrophic bacteria are tiny organisms, much too small to be seen by the naked eye, which live all throughout the ocean. They are different from phytoplankton, which live near the surface and can make their own food using nutrients from the water and energy from the sun—in contrast, the heterotrophs cannot make their own food, so they need to eat food made by other organisms. They play a very important role in the ocean by breaking down complex food and returning it to the water as simple nutrients that the phytoplankton can use again to make more food. In order to understand the cycle of nutrients in the ocean and the balance of the different types of organisms, I measure how quickly the heterotrophic bacteria in the Mediterranean are taking up food.

Because the Mediterranean has very very low amounts of nutrients in the surface waters (we call this an “oligotrophic” area of the ocean) no nutrients sit around in the water for long! All of the organisms are working very quickly to take up any nutrients that are available, so the heterotrophic bacteria that I'm studying are taking up food very quickly! In order to measure the rate of uptake of the bacteria, I look at how much phosphate (an important nutrient) the bacteria take up and make into lipids (a type of fat that they use to make their cell membranes). To do this work, I've been collecting water samples from several depths at many points across the Mediterranean. As soon as I've collected the water, I spike my samples with radioactivity-labeled phosphate (so that I can measure how much phosphate the organisms eat!), let the organisms grow for an hour or so, then filter the water so I have the organisms all concentrated on a filter, extract the lipids from the organisms, and run the lipids on an instrument called a “High Performance Liquid Chromatography” instrument. This instrument separates out the different types of lipids so I can look at just the ones made by the heterotrophic bacteria. I measure the radioactivity of the lipids, and then I know how quickly the

heterotrophic bacteria were eating phosphate! This information will be especially useful when combined with all of the other data that scientists are gathering on the boat, so that all together we can get a good picture of what's going on in the biology and chemistry of the Mediterranean.

One of my favorite parts about working on a boat is the amazing view! The best view, in my opinion, is from the front deck, where you're at the bow of the boat (a nautical term for the front end of the boat) and can see the waves rolling by as we sail across the water and you can feel the wind rushing past. When you look out from the bow during the day, you can see ocean stretched out deep blue and beautiful in front of you all the way to the horizon. It's an amazing sight to be able to look all the way around you and see nothing but water, and to think how much there is to learn about that water! At night the best part about the view is looking up, where we have a phenomenal view of the stars.

Most places in the world the lights from towns and cities make it harder to see the stars, but out on the ocean there is no light other than the boat, so every tiny star is visible in the sky. Most nights we can see our galaxy the Milky Way, a hazy white swath like dim fog stretched across an arc of the sky. Whether standing out on the bow at night watching the stars, or during the day watching the waves, it definitely makes me feel lucky to be out here studying the ocean! "

Courrier n° 7 : Le mercredi 2 juillet 2008

Mahdi Bendif, doctorant à la station biologique de Roscoff

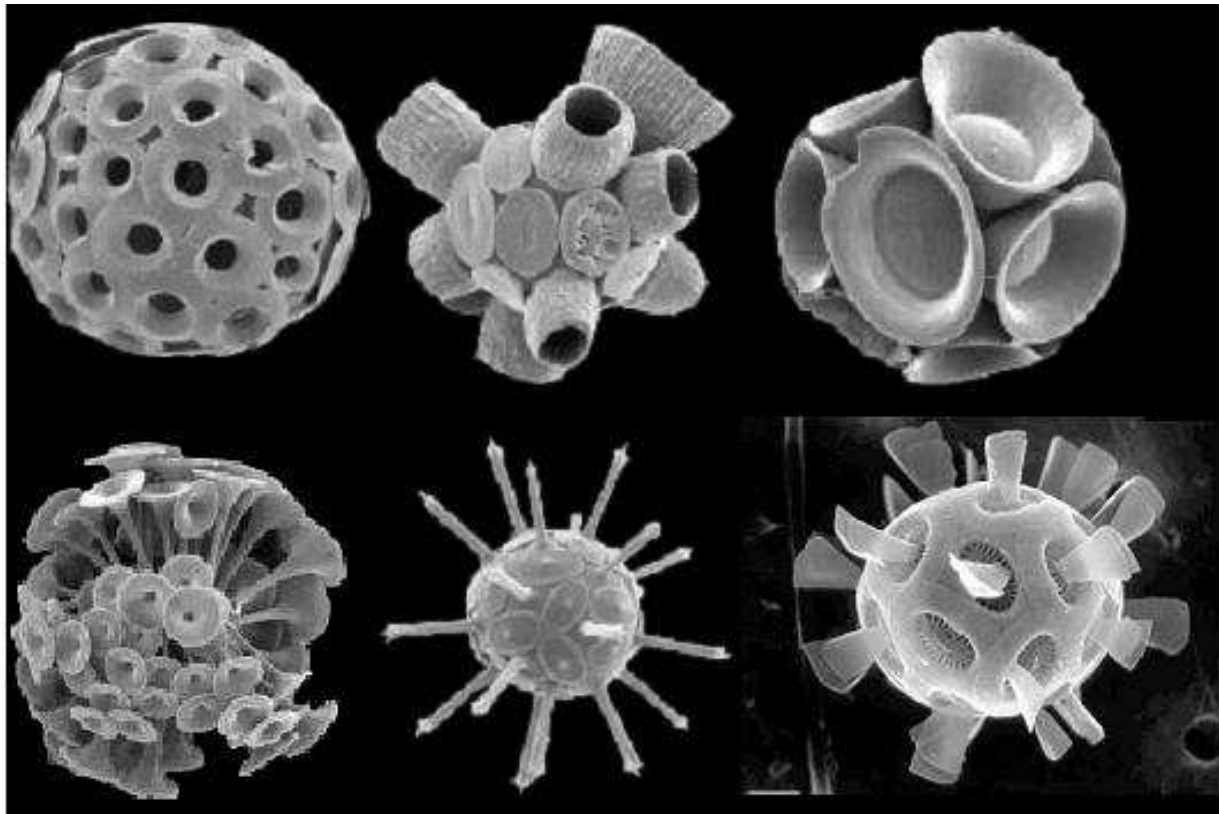
Plancton de pierre ?

Bonjour tout le monde ! Je suis El Mahdi Bendif, ma thèse vient à peine de commencer à Roscoff en Bretagne et j'ai embarqué sur ce grand navire qu'est l'Atalante pour étudier le plancton de la mer Méditerranée.

J'étudie plus exactement un groupe d'algues microscopiques qui vie en se recouvrant de minuscules écailles de calcaires (coccolites). Nous appelons ces algues les coccolithophores. Comme les plantes et les autres algues, elles fabriquent leur propre énergie grâce à la lumière du soleil et au gaz carbonique tout en libérant de l'oxygène. Aussi par un autre processus chimique, elles emprisonnent le carbone présent dans l'eau afin de fabriquer ces surprenantes écailles qui les recouvrent.

Ces écailles peuvent avoir différentes formes, ce qui nous permet de distinguer les différentes espèces de ce groupe de plancton. Nous ne connaissons pas vraiment le rôle de ces écailles. Pour beaucoup de ces algues, ces écailles filtrent peut-être la lumière du soleil en les protégeant des rayonnements ultraviolets. Il existe tout de même une espèce vivant en profondeur, là où la lumière fait défaut, qui se construit autour d'elle une antenne parabolique capable probablement de concentrer la lumière sur elle-même. Certaines espèces de ces algues semblent aussi avoir un rôle très important dans l'équilibre de l'environnement de par la fabrication de ces écailles mais aussi par leur capacité à se multiplier énormément au printemps. Les coccolithophores sont notamment connues sous formes fossiles au niveau des falaises calcaires et sont très utilisées pour dater le passé.

Pour cette mission, j'ai besoin d'observer et d'identifier les espèces de coccolithophores présentes en mer Méditerranée. Pour cela, je prélève de l'eau de mer que je filtre. Le filtre contient alors les coccolithophores qui n'attendent plus qu'à être observé au microscope électronique.



Courrier n° 8 : Le jeudi 3 juillet 2008

Karin Nordkvist, ingénieur d'étude à la Maison de Recherche en Environnement Naturel,
Wimereux

Après quelques jours très intenses, avec beaucoup de travail et peu de sommeil, nous avons le temps de nous détendre avant d'arriver à la prochaine station. Cela fait du bien de faire la grasse matinée, de se baigner dans la piscine sur le pont avant et de discuter avec les autres. C'est une campagne française, mais les gens viennent de plusieurs pays et plusieurs nationalités sont représentées. Il y a deux grecques, un tchèque, un italien qui vit aux Etats-Unis, une américaine, une espagnole, un japonais (qui parle japonais, anglais, français... et norvégien !), et moi qui suis suédoise.



La "grappe" avec les différents capteurs optiques. Des profils sont réalisés toutes les 3 heures entre la surface et 500 mètres de profondeur à chaque station de longue durée.

Sur le bateau, nous utilisons plusieurs méthodes différentes pour étudier la mer, entre autre des capteurs optiques qui descendent jusqu'à 200 mètres dans l'eau. Il y a par exemple le fluorimètre qui envoie des petits éclairs bleus et mesure la lumière rouge renvoyée par le phytoplancton. Un truc étrange chez toutes les plantes vertes, qui contiennent de la chlorophylle : si elles reçoivent de la lumière bleue, une partie de cette lumière est renvoyée dans l'air ou dans l'eau, mais en couleur rouge. Ce phénomène, que l'on appelle fluorescence, n'est pas assez fort pour le voir à l'œil nu, mais le fluorimètre est suffisamment sensible pour le mesurer. Ici en Méditerranée il y a plus de phytoplancton en profondeur qu'en surface dans la couche éclairée, et la fluorescence est la plus forte vers 100 mètres de profondeur. D'autres instruments nous permettent d'étudier la concentration des particules dans l'eau ainsi que leur taille.

Bien que ces instruments soient très sensibles, le signal mesuré dans la Méditerranée est faible. Il n'y a pas beaucoup de plancton, d'autres particules ou de matières dissoutes, et l'eau est très claire avec une couleur bleue profonde. Dans la Manche, où je travaille le reste de l'année, l'eau est presque verte, surtout pendant le « bloom » de phytoplancton au printemps. La différence se voit à l'œil nu et également sur les images satellitaires. Grâce à ça, il est possible d'étudier ces organismes minuscules à l'aide des satellites qui tournent en orbite autour de la Terre à une altitude de plusieurs centaines de km !

Courrier n° 9 : Le lundi 7 juillet 2008

Cédric FALCO, ingénieur à l'université de Perpignan.

Nous avons atteint notre deuxième station de longue durée au centre de la mer Ionienne. Ce qui m'intéresse particulièrement, c'est les stations courtes où j'échantillonne toutes les bouteilles de la rosette (figure) de la surface jusqu'au fond pour mesurer le dioxyde de carbone dissous dans l'eau. J'ai un peu de temps en station longue alors j'aide les autres : c'est la règle sur le bateau !



Le dioxyde de carbone que l'homme émet dans l'atmosphère se retrouve en partie absorbé par les mers et les océans. Le dioxyde de carbone encore appelé gaz carbonique que l'on nomme aussi CO_2 (symbole chimique) est produit par l'homme en respirant comme tout être vivant sur la planète, mais aussi par les industries et les gaz d'échappements des véhicules, etc... Il s'échappe dans l'atmosphère et se retrouve en contact avec la surface de l'océan (71% de la surface de notre planète) qui va en absorber une bonne partie. On considère que l'océan a absorbé environ 45% du CO_2 émis par l'homme dans l'atmosphère.

Le gaz carbonique est dit "à effet de serre", c'est à dire qu'il empêche la chaleur de la terre de s'échapper dans l'espace, et par conséquent réchauffe notre planète. C'est ce qu'on appelle le réchauffement climatique. L'océan qui absorbe une partie du CO_2 émis dans l'atmosphère a donc un rôle important puisqu'il réduit l'amplitude (et la vitesse) du réchauffement climatique. Par contre, lorsque le CO_2 se dissout dans l'eau de mer, il forme un acide qui acidifie les mers et océans et peut perturber la vie aquatique. Quantifier l'incorporation actuelle de CO_2 et étudier l'impact sur les organismes vivant en Méditerranée est un des objectifs du programme SESAME auquel nous participons.

En mars-avril j'avais déjà participé à une campagne italienne dans le cadre de ce programme, un grand bonjour à Chiara et toute l'équipe !

Courrier n° 10 : Le mardi 8 juillet 2008

Agathe Talarmin, Doctorante au LMGEM Marseille

Voilà déjà trois semaines que vous suivez nos aventures trépidantes à bord de l'Atalante, que ça passe vite ! Pour nous situer sur la carte aujourd'hui, nous sommes au début du transect vers la station A.

Durant le transect, nous nous arrêterons toutes les 5 heures pour effectuer une station de « courte durée » avec une mise à l'eau de la **rosette**. Arrivé en station de « longue durée » comme la station A, les mises à l'eau de la rosette s'intensifient à un rythme de 8 par jour.



Mais au fait c'est quoi la **rosette** ?

C'est le nom que l'on donne à un gros appareil qui permet à la fois de mesurer plusieurs caractéristiques de l'eau de mer et de prendre de l'eau aux profondeurs souhaitées par les chercheurs pour faire des analyses. Les capteurs peuvent mesurer la température, la concentration en sel et la quantité d'oxygène contenue dans l'eau jusqu'au fond de l'océan. Les capteurs résistent à la pression jusqu'à une profondeur de 6000m mais pendant la campagne BOUM la profondeur maximale sera de 3000m.

Il y a aussi plusieurs capteurs installés qui émettent des lumières :

- le flash bleu fait réagir le plancton
- la lumière rouge indique si l'eau est trouble
- le capteur « PAR » équipée d'une petite balle blanche mesure jusqu'à quelle profondeur la lumière du soleil pénètre.

Courrier n° 11 : Le mercredi 9 juillet 2008

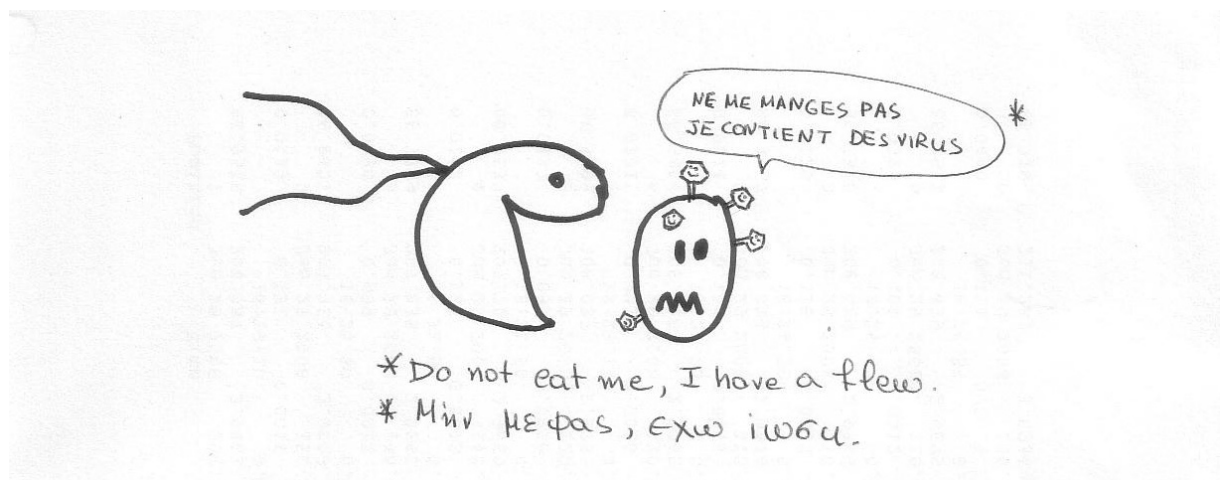
Urania Christaki, Professeur à l'Université du Littoral Côte d'Opale

Pourquoi tellement de monde sur ce bateau travaille autour des bactéries marines ?

Mais, parce qu'elles sont très nombreuses et qu'elles se divisent très vite. Une goutte d'eau de la mer Méditerranée contient plus de 10.000 de ces bactéries !!!

Vous êtes-vous jamais demandés si une bactérie a des « ennemis » ?

La réponse est « oui ». Des organismes à peine plus gros que les bactéries (des petites cellules flagellées) les consomment de telle sorte que leur nombre est relativement constant dans l'eau. Les bactéries peuvent également être attaquées par des virus. Ces virus sont très nombreux dans l'eau de mer. J'étudie justement au cours de cette campagne ces « ennemis » des bactéries, et j'essaie de savoir comment ils interagissent avec elles et comment ils adaptent leurs habitudes en fonction de leur environnement.



You might ask why is it that so many people on this boat are working with marine bacteria. The two main reasons are: because of their abundance and, their ability to divide extremely quickly. In fact, one drop of the Mediterranean sea contains more than 10,000 of these bacteria!!!

Have you ever thought whether or not bacteria have enemies? Well the answer is, of course they do. Many organisms that are hardly bigger than bacteria, (they are small flagellate cells) are constantly feeding on them. It is in this way that bacteria are naturally controlled and their numbers are kept more or less constant in the Mediterranean. As well as larger predators, bacteria can also be attacked by viruses, which are extremely abundant in seawater.

During this study cruise, my colleagues and I will be looking at these bacterial “enemies”, and trying to understand how they interact with each other, and how they adapt to their environment.

Courrier n° 12 : Le mercredi 9 juillet 2008

Claude Courties, ingénieur CNRS au Laboratoire Arago de Banyuls sur mer



Bonjour,

Je m'appelle Claude, je suis ingénieur biologiste au CNRS, je travaille habituellement au Laboratoire Arago de Banyuls sur mer (France). Je suis ici photographié devant un cytomètre en flux que nous avons embarqué à bord de l'Atalante.

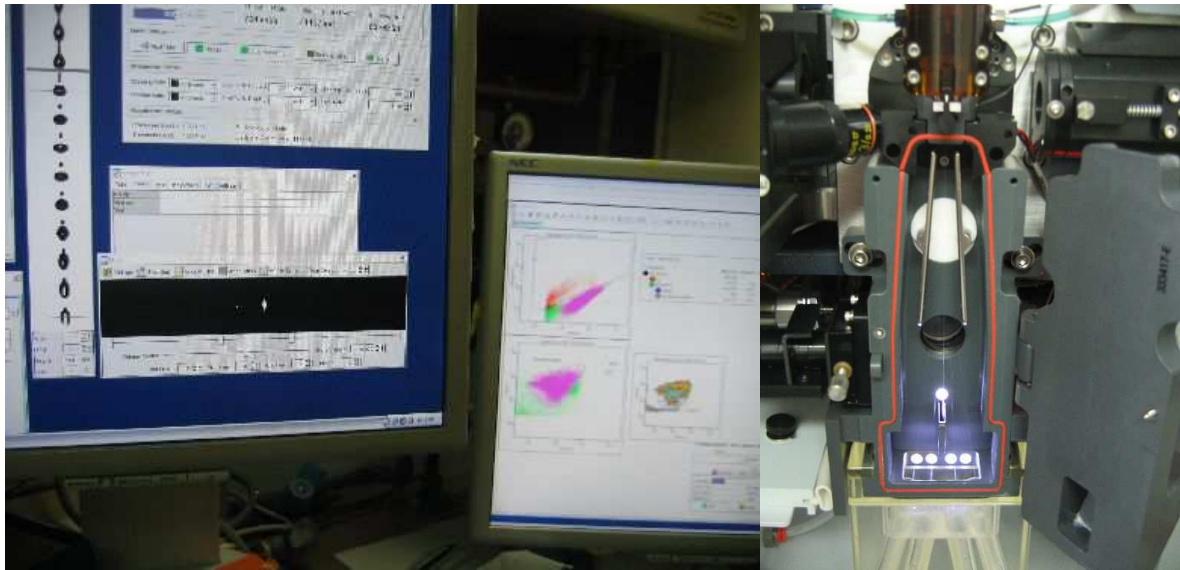
Un cytomètre en flux est une machine qui permet d'analyser et de compter des cellules dans un milieu liquide. Pour cela, les cellules de l'échantillon d'eau de mer que l'on veut analyser sont conduites une à une dans une chambre translucide où elles passent devant un rayonnement laser qui va les exciter. La réponse de chaque cellule à cette excitation lumineuse nous renseigne sur leurs propriétés de taille, leur contenu en chlorophylle pour les micro-algues, ou encore, après une préparation de l'échantillon, leur contenu en ADN.

Bien sûr, chaque fois qu'une cellule passe devant le faisceau du laser, elle est comptée. C'est plus rapide qu'un comptage au microscope et plus fiable aussi, car la majorité des microorganismes qui vivent dans l'eau de mer ont une taille inférieure à 1 micromètre ! Ils sont donc presque impossibles à voir avec un microscope photonique classique. De cette façon, avec un cytomètre, nous connaissons rapidement le nombre des cellules vivantes par millilitre d'échantillon. Et, selon leurs propriétés, nous pouvons les identifier, ou du moins les classer selon un gradient de taille et mettre ainsi en évidence la complexité des peuplements d'algues microscopiques ou de bactéries marines. Grâce à ces comptages et aux mesures des propriétés cellulaires on pourra aussi suivre l'évolution de ces peuplements tout au long de la campagne BOUM en Méditerranée.

Mais cette machine a une autre possibilité intéressante : c'est un trieur de cellules. C'est à dire qu'elle est capable d'isoler une, ou plusieurs cellules dont les caractéristiques nous intéressent et de les déposer dans des tubes où l'on pourra les concentrer. Or, ceci est très pratique et très intéressant pour précisément identifier ces cellules que l'on ne connaît pas toujours, ou pour les quelles on aimerait savoir quel rôle elles ont dans l'eau de mer de la Méditerranée.

C'est exactement ce travail particulier de tri de populations d'algues microscopiques ou de bactéries que je pratique à bord de l'Atalante. Tous les jours, j'analyse et je trie des milliers de microorganismes que je donne ensuite à mes collègues biologistes qui, pour certains, vont les identifier avec des méthodes utilisant la biologie moléculaire, et pour d'autres, vont mesurer

leurs activités en quantifiant leur capacité à utiliser la lumière et les sels nutritifs dont elles ont besoin pour grossir et se diviser.



Un ordinateur permet de piloter l'analyse et le tri des cellules. C'est ce que l'on voit sur l'écran de gauche où, dans la partie noire, le petit point brillant à gauche du gros point lumineux central montre qu'une population de cellules assez abondantes (celle qui est colorée en rose sur l'écran de droite) est triée et envoyée dans un tube que l'on devine au bas de la dernière photo.

Sur cette photo, la chambre de mesure des cellules est située en haut, de couleur brune. Au bas de la photo on voit une pièce translucide qui contient 4 tubes placés obliquement. Entre la chambre de mesure et ces tubes il y a 2 plaques métalliques qui permettent de dévier les cellules triées vers les tubes. Enfin, on voit assez bien, dans la partie bleutée de l'image, les jets qui contiennent les cellules déviées et recueillies dans les tubes. Ils sont au nombre de 4, parce que je peux trier simultanément 4 populations de cellules différentes.

Voilà, si vous avez des questions, retrouvez-moi aussi sur le site de la Plateforme Cytométrie-Imagerie du laboratoire de Banyuls sur mer : www.obs-banyuls.fr

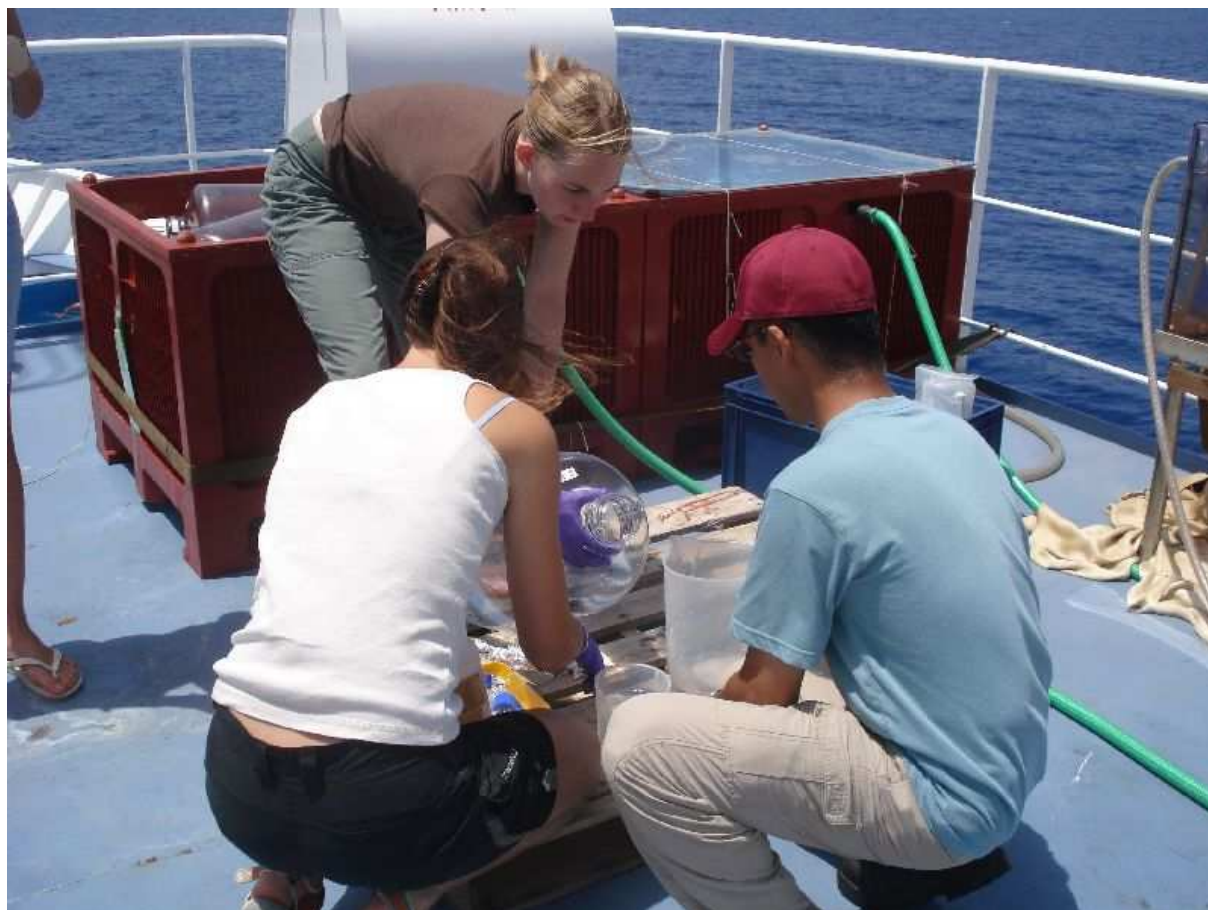
Courrier n° 13 : Le jeudi 10 juillet 2008

Tsuneo Tanaka, chercheur CR CNRS au LOPB Marseille

A draft of the BOUM P microcosm experiment for the SESAME education activity

Microcosm experiments to study the role of small organisms in the ocean – an intermediate approach between field observation and laboratory experiment

We are now between Boreal and south of Sardinia and heading to the long-stay station A. Today we introduce you an experimental approach “microcosm” in oceanographic research.



Small life is big in the ocean: Why do we look at microscopically small organisms in the ocean?

Water movements or currents exist everywhere from surface to bottom in the oceans such as the Atlantic, the Pacific, the Arctic, the Antarctic, and the Mediterranean. Some marine organisms do not have enough swimming capacity to keep their position against water movements. This is often the case for small organisms, and we use the term “plankton” to call such organisms. They include viruses, bacteria, phytoplankton, protozoa, zooplankton, larvae, and young fish. The size ranges from μm (10^{-6} m) to cm (10^{-2} m). The organisms having enough swimming capacity are called “nekton”. Most of plankton are too small for us to recognize. So, we usually have to use microscope to visualize them. Also for fish plankton are too small to eat directly. But different plankton groups are connected by “trophic interactions”, such as predator-prey and host-virus relationships (i.e. food chain or food web). In general, smaller plankton are eaten by larger plankton. This means that stepping up trophic level leads increase of organism size in marine ecosystem. This is very different from the land

ecosystem, in which a smaller predator (e.g. tiger) can eat a larger prey (e.g. zebra). Plankton are dominant in biomass and activity in the oceans. High activity means that a lot of energy and materials go through plankton. That is, plankton play an important role to determine the ocean productivity such as fish-rich or poor areas, and CO₂ sink from the atmosphere into the oceans. Food crisis has been a serious problem in certain countries especially in Africa, Asia, and South America. Predicting atmospheric CO₂ concentration in future receives an increasing attention. This is why we are studying the structure and function of plankton food web together with physical and chemical parameters in the Mediterranean using the French research vessel L'Atalante.

Swimming pool in the ocean: Why do we put seawaters in bottles and incubate them on the ship?

As we mentioned above, there are always water movements or currents in the ocean. Distribution of plankton is greatly influenced by water movements. This means that, when we fix position of a ship to take samples from the sea for example for one week, we are not sure if we always take the samples from the same water mass or from the same plankton community because of water movement. Field observation such as plankton sampling is definitively essential for oceanographic study. But it is not necessarily easy to understand field observation: Why a phytoplankton group was abundant one day but disappeared other day? Although biomass of a zooplankton group was similar for 3 days, was it because they did not grow or because they grew but also were eaten? To answer such questions you may think to do artificial experiments in your large and clean laboratory. We agree that laboratory experiments are well-controlled (easy to understand the results), but results are often difficult to extrapolate to natural ecosystems. This is because laboratory condition is often very far from the natural condition. To better study processes of plankton in the ocean, an intermediate approach is to collect seawaters into bottles and incubate them in incubator on the ship. Incubator is to mimic the field condition, such as temperature and light conditions. Which size should you choose for incubation bottles? It depends on what kind of organisms you study (bacteria or large zooplankton?). Bottle size should be enough large to keep a similar field condition for the plankton groups you study. It also depends on how much water you need for analysis. L'Atalante is taking a longitudinal transect between near Toulon, France (5°E) and south of Cyprus (30°E). There are two important oceanographic characters in the Mediterranean: (i) there is a well-known longitudinal trophic gradient: less nutrient and plankton in the east and more nutrient and plankton in the west, (ii) organic matter production in pelagic ecosystem is generally limited by availability of phosphorus during summer (Phosphorus is one of the essential elements for all living organisms). By using microcosm experimental approach, we are studying how availability of phosphorus influences other inorganic nutrients, organic matter production, plankton biomass and diversity, and trophic interactions.

By the BOUM microcosm experiment participants (T. Tanaka, U. Christaki, V. Cornet-Barthaux, C. Courties, A. Lagaria, D. Lefèvre, M. Le Moal, T. Moutin, J. Nedoma, A. Nowaczyk, L. Oriol, K. Popendorf, M. Pujo-Pay, F. Van Wambeke)

Courrier n° 14 : Le vendredi 11 juillet 2008

Giorgio Dall'Olmo, chercheur post-doctorant à l'Oregon State University (USA)

Hi there,

My name is Giorgio Dall'Olmo and I am a post-doctoral researcher from Oregon State University, USA. Here on L'Atalante I am responsible for measuring the optical properties of the surface sea water that is continuously pumped into the lab where it runs through different optical instruments.



The optical properties are an extremely interesting (at least for me!) source of information about the ocean. For example, they determine the color of the ocean which is one of the few properties that is measured from space every day on a global scale. As you might already know, the ocean water turns green when lots of microscopic algae are present in it, while it is blue when these organisms are scarce. Thus, we can distinguish eutrophic (green) and oligotrophic (blue) waters by simply measuring the color of the ocean from space. This is important because phytoplankton sustain the whole marine ecosystem by transforming the solar energy into chemical energy that can be used by other organisms such as zooplankton and fish. The ability to monitor phytoplankton stocks is therefore fundamental to understand the changes that the ocean is undergoing.



However, in this report, I would like to also tell you about something different than phytoplankton and their colors. I would like to describe for you a essential component of a research cruise that is probably not well appreciated from those who have not had the luck of

being on one these vessels. I am talking about all the members of the crew who work hard so that the scientists can complete their work successfully. All of them: from the captain to the crew members who clean the deck every day.



These men are taking care of us in every aspect of our daily life. The cook and his team prepare delicious meals three times a day. There even are waiters serving us lunch and dinner like in a restaurant! The mechanical engineers and their team, who come out from the belly of the ship only during their breaks, make sure that the ship's engines run smoothly day and night. The

electrical engineers (in a happy mood in the photo) work with the radio and satellite communication systems that allow us to call our families at home and use the internet from the middle of the ocean. The experienced bosun (Le Bosco in french) and his team help us deploying our instruments and the rosette. The captain and the three mates take 4-hour watches to drive the ship twenty-four hours a day. Finally, when at the end of the day we go to our cabins, we find our beds nice and tidy thanks again to other crew members who clean our rooms every day.



So, crew members, thanks a lot for all your precious help!

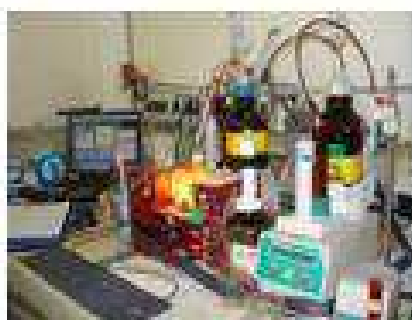
Giorgio

Courrier n° 15 : Le samedi 12 juillet 2008

Dominique Lefevre, chercheur CR CNRS au LMGM Marseille

De tradition, lors de transit les marins mettent à l'eau des lignes de traîne pour la pêche au gros (thon, espadon essentiellement). Nous avons eu beaucoup de chance car lors de transits précédents, il a été pêché un thon et un espadon. Le chef cuisinier, avec grand art, nous a préparé une salade tahitienne, et nous nous sommes régalés avec du steak d'espadon cuit au barbecue sur le pont arrière de l'Atalante. Pour finir un petit far breton bien traditionnel, succulent !

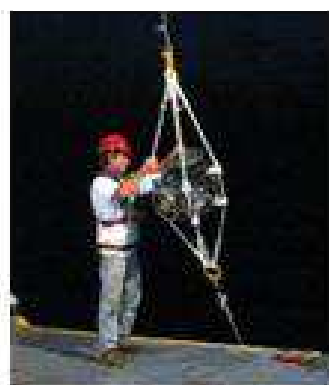
A bord, j'étudie les flux biologiques d'oxygène liés aux activités des micro-organismes marins. Pour cela je prélève à la rosette des échantillons pour mesurer les concentrations en oxygène dissous sur la colonne d'eau. Je prélève aussi de l'eau de mer pour



la conditionner dans des petits flacons en verre que je mets à incuber sur une ligne de production in situ (mouillage dérivant équipé d'une balise Argos® et d'un flash pour le repérage jour et nuit), et cela pendant

24 heures. Cela me permet de respecter les conditions de température et de lumière du milieu. Après cela, je mesure les variations de concentration en oxygène entre les témoins (concentration initiale) et les flacons incubés à la lumière naturelle et à l'obscurité pour estimer les taux de production d'O₂ par la photosynthèse et de consommation par la respiration des micro-organismes. Cette approche, bien que précise, est longue et fastidieuse, ce qui ne permet qu'un nombre restreint d'échantillon.

La grande nouveauté pour moi sur cette campagne est de mettre en œuvre un nouvel équipement dénommé IODA (In Situ Oxygène Dynamique Autosampler). Cet équipement, développé en collaboration entre mon laboratoire (LMGM) et le centre de physique des particules de Marseille (CPPM) est une chambre d'incubation de 5 litres, qui auto-échantillonne à la profondeur d'immersion un volume d'eau, et pendant 23



heures il mesure toutes les 3 minutes la concentration en oxygène dissous à l'intérieur de la chambre d'incubation ainsi qu'à l'extérieur, mais aussi la température et la lumière (PAR) de cette même profondeur. Après 23 heures, la chambre s'ouvre pendant une heure afin de rincer abondamment la chambre et capture un nouveau volume d'eau et ainsi de suite jusqu'à ce que la ligne de mouillage soit relevée (après 72 heures). Les heures d'échantillonnage coïncident avec le lever du jour, afin de pouvoir estimer les taux de respiration pendant la nuit et les taux de production pendant la journée. Cet équipement nous permet d'effectuer un échantillonnage plus important, avec une résolution

haute fréquence, des processus physiologiques influents sur la concentration de l'oxygène dissous en milieu océanique. Cet équipement est capable de fonctionner jusqu'à 6000 m de profondeur, mais lors de la campagne 3 IODAs ont été déployés entre la surface et 100m de profondeur pour servir les objectifs de la campagne BOUM.

L'oxygène est le vecteur d'énergie dans les réseaux trophiques microbiens, alors que le carbone représente le côté obscur !

Maître IODA, surnom que l'on m'a donné à bord. Que la force soit avec vous !

Courrier n° 16 : Le dimanche 13 juillet 2008

Ana Fernandez & Anna Lagaria, doctorantes de l'Université de Vigo (Espagne) & du HCMR (Grèce)

From ^{14}C group of Atalante hi to everybody!



Our names are Ana and Anna. The first Ana comes from Spain, she is a Ph.D student from the University of Vigo (Spain). The second Anna comes from Greece, she is a Ph.D student in the Hellenic Center for Marine Research (Greece) and the University Cote Littoral (France). We both work on similar subjects, completing one each other. Basically we work on what is called primary production, which is the conversion of inorganic compounds into organic matter through photosynthesis by light.

Traditionally, we measured the primary production considering only what was inside the tiny phytoplankton cells, the so called particulate organic carbon. And that is exactly what Anna the Greek is measuring on ship, covering the whole profile of the euphotic zone. However it seems that part of the newly organic matter fixed could be exuded quickly to the surrounding waters (recent studies on other seas of the world talk about 20% in average). So if we want to have a whole picture of photosynthesis in seawater we may also need the dissolved organic carbon production (DOCp). And here is where Ana the Spanish enters the scene, measuring this DOCp. The two measurements, the particulate and the dissolved organic carbon production complete each other and should give a nice image of the organic matter produced in the oligotrophic waters of the Mediterranean Sea.

So here we are both, participating as the ^{14}C group in this cruise which involves so many people. Days come and go, we work, we eat, we sleep (when we find some time) and all over again. We share all these daily-and- nightly activities with the other people and we're always gladly surprised to see that how after working many hours a day (being close to exhaustion!) everybody keeps a smile on the face and still laughs and jokes. That is one of the best things on cruises!

Courrier n° 17 : Le lundi 14 juillet 2008

Louise Oriol & Mireille Pujo-Pay, Ingénieur & chercheur CR CNRS au LOBB Banuyls

Le Lundi 14 juillet n'est pas un jour férié à bord ! C'est un jour comme les autres sauf qu'on a eu à nouveau des croissants, pains au chocolat et pains aux raisins pour le petit déjeuner !

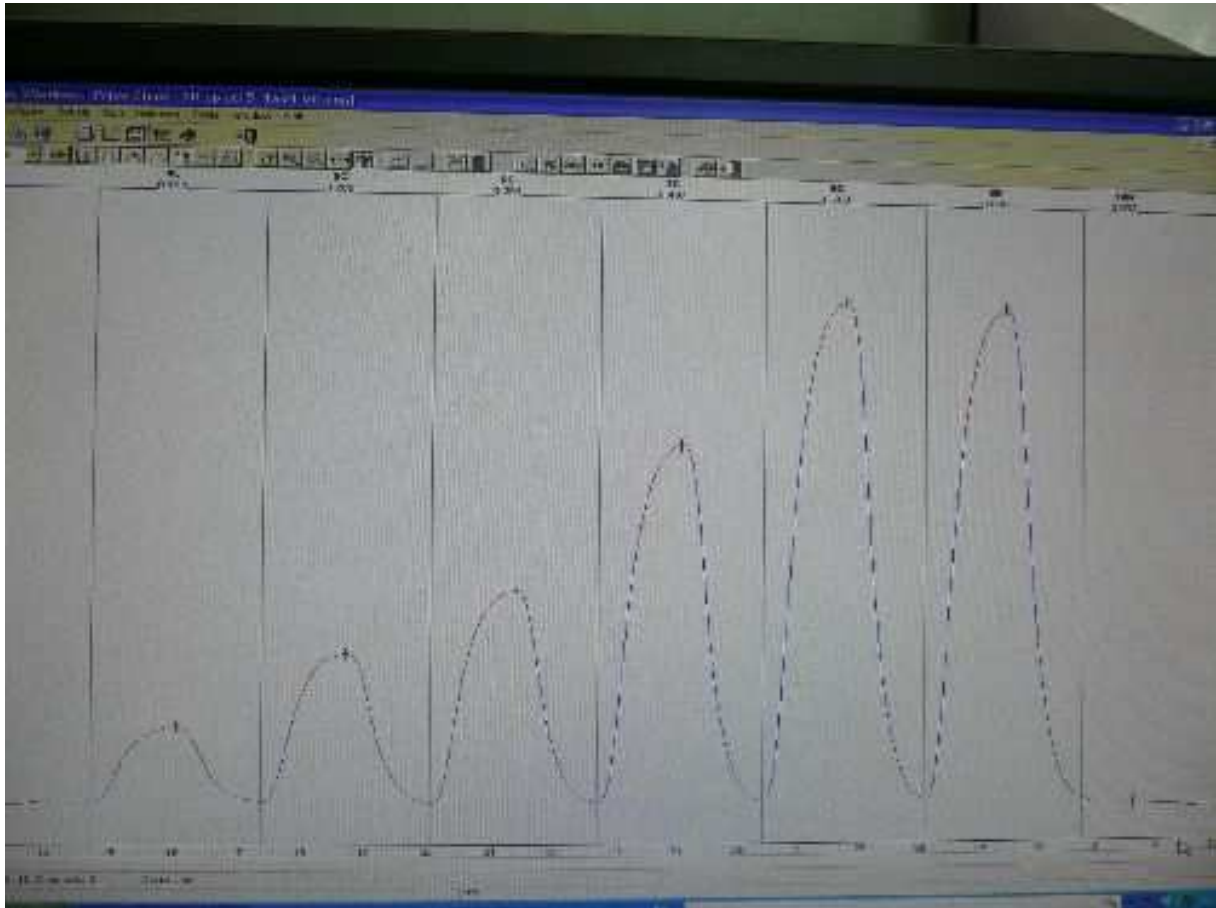
Notre spécialité à bord concerne l'étude et l'analyse des sels nutritifs (nitrate, nitrite, phosphate, ammonium) et du carbone organique dissous (COD). Ils font partie de ce que l'on appelle les « Core Parameters », ce qui veut dire que leur détermination est indispensable à l'ensemble des recherches effectuées au cours de cette mission car ils vont permettre de décrire les masses d'eau rencontrées.

Les sels nutritifs sont en quelque sorte l'engrais de la mer... Ils sont les aliments préférés du phytoplancton (les végétaux marins invisibles à l'œil nu) et sont indispensables à leur croissance. Le COD quant à lui est l'aliment préféré des bactéries marines (minéralisation de la matière organique). Ces petits organismes forment ce que l'on appelle la boucle microbienne, sorte de moteur initial au fonctionnement de la chaîne alimentaire...

Il y a d'autres « Core Parameters » analysés sur le bateau : la salinité (quantité de sel dans l'eau), la température, la chlorophylle a (indicateur de la quantité de phytoplancton), l'oxygène dissous ...



Auto-analyseurs de sels nutritifs : entre les pompes et les colorimètres, le mélange des échantillons et des réactifs.



Enregistrement : la hauteur des pics est proportionnelle à la concentration des sels nutritifs analysés.

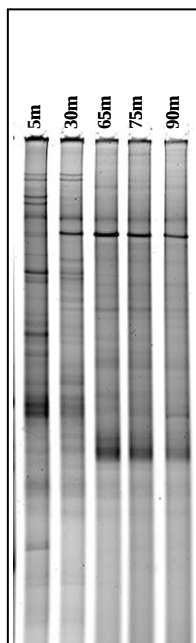
Aussi, à chaque fois que le bateau s'arrête pour se mettre en station, nous sommes là, à toute heure du jour et de la nuit, prêtes à prélever les échantillons collectés par une rosette de bouteilles (Niskin) depuis le fond de la mer jusqu'à la surface. Nous prélevons ainsi l'eau provenant de différentes profondeurs et nous l'analysons immédiatement sur les appareils que nous avons embarqués. Si nous faisons le compte, depuis notre départ de France, nous avons déjà analysé pas loin de 3000 échantillons ! Pour analyser le COD, il faut retirer de l'eau tous les petits organismes et les particules en filtrant au préalable les échantillons. Un grand merci aux élèves (Briac, Lacas, Miguel, Jason, Kevin, Xavier) du lycée Joliot de la Morandière de Granville qui nous ont fabriqués, pour cette occasion, un pousse seringue nous permettant de filtrer facilement ces milliers d'échantillons...

Une des particularités de la Méditerranée est que ces sels nutritifs (en particulier le phosphate) sont présents en très faible quantité (on parle de milieu oligotrophe). C'est pourquoi nous sommes partis de Toulon pour arriver en mer Levantine (tout au bout, à l'est), où le milieu est ultra oligotrophe. Notre objectif est d'étudier ce gradient trophique décroissant et de comprendre comment les organismes s'adaptent et transforment les sels nutritifs et la matière organique, et contribuent ainsi au « piégeage » du CO_2 atmosphérique, si important aujourd'hui dans la régulation de nos climats.

Courrier n° 18 : Le mardi 15 juillet 2008

Christian Jeanthon & Laurence Garczarek, chercheurs CR et DR CNRS à la station biologique de Roscoff

Je m'appelle Christian Jeanthon et avec ma collègue Laurence Garczarek, nous travaillons à la Station Biologique de Roscoff en Bretagne. Nous étudions deux groupes importants de bactéries marines. Les bactéries sont des cellules sans noyau qui mesurent environ un millième de mm. Dans les régions superficielles de l'océan (jusqu'à 150 m de profondeur) et centrales de Méditerranée, elles en comptent environ 100000 à 500000 cellules par ml. Celles que nous étudions vivent dans la couche éclairée des océans et leur mode de vie est



Gel illustrant la variabilité verticale à une même station de la diversité des gènes *pufM* spécifiques de bactéries phototrophes.

directement influencé par la lumière. Laurence s'intéresse aux cyanobactéries qui réalisent la photosynthèse (qui utilisent la lumière comme source d'énergie) et moi à des bactéries dites phototrophes parce qu'elles transforment la lumière en source additionnelle d'énergie mais utilisent également d'autres sources d'énergie. Certains groupes préfèrent la surface des océans où le rayonnement lumineux est important, d'autres privilégient les zones de faibles luminosités mais où les nutriments sont plus abondants. Pour étudier ces micro-organismes très abondants dans pratiquement toutes les zones éclairées des mers du globe, nous utilisons des approches très diverses. Nous les cultivons mais la plupart d'entre eux résiste encore aux milieux de culture que nous leur proposons. Pour pallier à ces limitations, l'utilisation de méthodes de biologie moléculaire nous permet d'étudier la diversité et l'écologie de ces organismes sans mise en culture préalable. Ces méthodes utilisées depuis seulement une vingtaine d'années s'apparentent à celles utilisées par la police scientifique. Elles sont basées sur l'isolement de l'ADN et l'étude des gènes qu'il contient. Pour isoler les quelques microgrammes d'ADN nécessaires à nos expériences, nous devons, selon les objectifs, concentrer sur des filtres les bactéries contenues dans 5 à 50 litres d'eau de mer. La filtration d'eau constitue l'essentiel de notre travail à bord de l'Atalante. Sur les stations longues, nous filtrons toutes les 3 heures pendant 3 jours. En fin de mission, nous aurons accumulé plusieurs centaines de filtres. Ce n'est qu'au retour au laboratoire que nous isolerons l'ADN des bactéries qu'ils contiennent. A partir de cet ADN, nous pourrions isoler des gènes présents chez toutes les bactéries puis comparer leurs séquences afin de connaître leurs liens de parenté. Mais nous ciblerons également les gènes spécifiques aux groupes que nous étudions afin, par exemple, d'identifier les séquences de gènes propres à des espèces encore non cultivées. Enfin, ces échantillons nous permettront également de déterminer l'effet de la

modification des variables environnementales (lumière, température, nutriments, etc) sur la diversité de ces organismes et ainsi de prédire à plus long terme l'effet des changements climatiques globaux. Une campagne comme BOUM représente pour nous un mois en mer mais des années de travail au laboratoire.

Courrier n° 19 : Le mercredi 16 juillet 2008
Morgane Le-Moal doctorante au LOPB Marseille

Bonjour la terre !

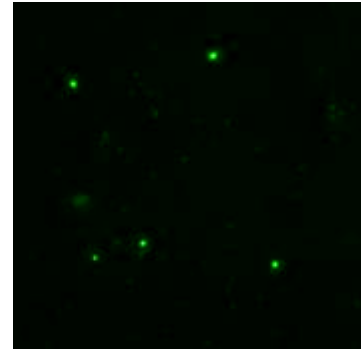
Nous voici donc à J moins 3 avant de la retrouver !!

Je m'appelle Morgane, et je fais une thèse sur des petites algues qu'on appelle diazotrophes. Elles sont 100 fois plus petites que la pointe d'une aiguille, et elles ont la particularité de pouvoir se développer dans les mers où il y a très très peu de sels nutritifs, en particulier d'azote, car elles peuvent fixer l'azote de l'air dissous dans l'eau!

Pour pouvoir les reconnaître parmi les autres toutes petites algues, je devrai les rendre fluorescente (couleur verte), grâce à une manipulation qui durera toute la journée au laboratoire. Ensuite je les observerai au microscope.

Donc pour le moment je récolte toutes les petites algues sur un filtre, mais je ne sais toujours pas si les diazotrophes sont là... Autant vous dire que je suis très pressée de rentrer dans mon laboratoire à Marseille pour le savoir !!!!

Je vous envoie une photo de petites diazotrophes observées au large de Marseille juste avant mon départ pour la mission BOUM.



Je voulais aussi vous raconter qu'on ne fait pas que travailler à bord, on peut également se détendre sur le bateau ! Par exemple il y a une salle de sport, avec une table de ping pong. C'est très rigolo d'y jouer sur un bateau car quand on rate la balle, on peut mettre ça sur le compte de la houle ! Tsunéo a organisé un tournoi et le voila en finale contre Thierry.



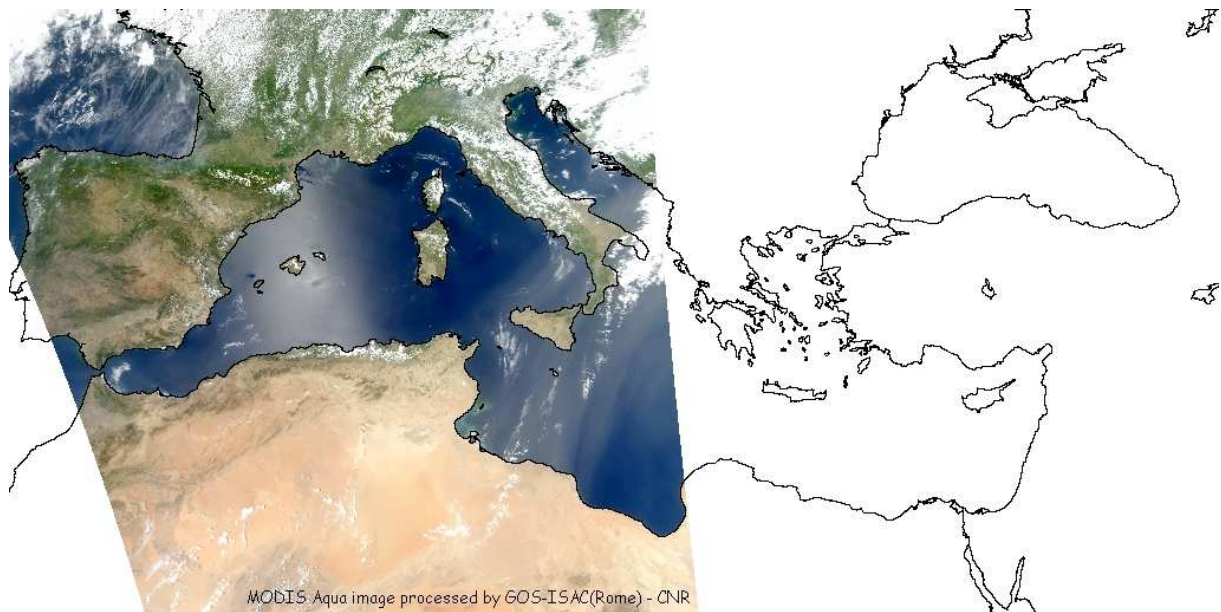
Et quand il fait trop chaud, on peut aussi aller piquer une petite tête dans la piscine. Elle a été construite par les marins, avec des planches de bois et une bâche pour retenir l'eau. C'est pas commun ça une piscine d'eau salée en plein milieu de la Méditerranée !!!

Courrier n° 20 : Le jeudi 17 juillet 2008

Nathalie Leblond & Eva Ternon, AI & doctorante au LOV Villefranche/mer

D'où viennent les pluies de sable que l'on peut parfois observer en Europe ? Du Sahara bien sûr ! D'où leur nom, poussières sahariennes. Transportées par le vent, elles franchissent la Méditerranée et peuvent parcourir des milliers de kilomètres.

A bord, Nathalie (assistante ingénieur) et moi-même (étudiante en thèse) étudions l'impact des poussières sahariennes sur le milieu marin.

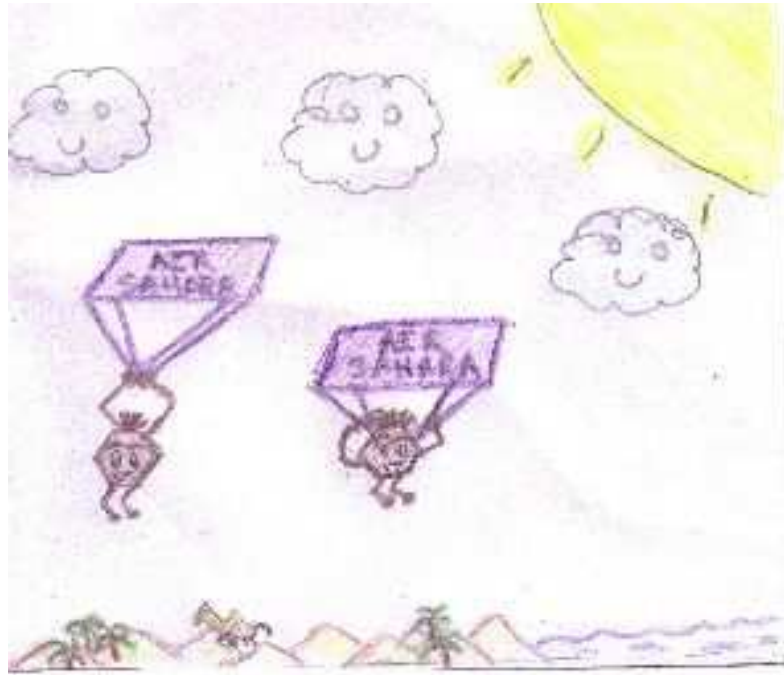


Nuage de poussière saharienne au-dessus de la Méditerranée, le 08/07/2008, en pleine mission BOUM

Une petite histoire illustrée



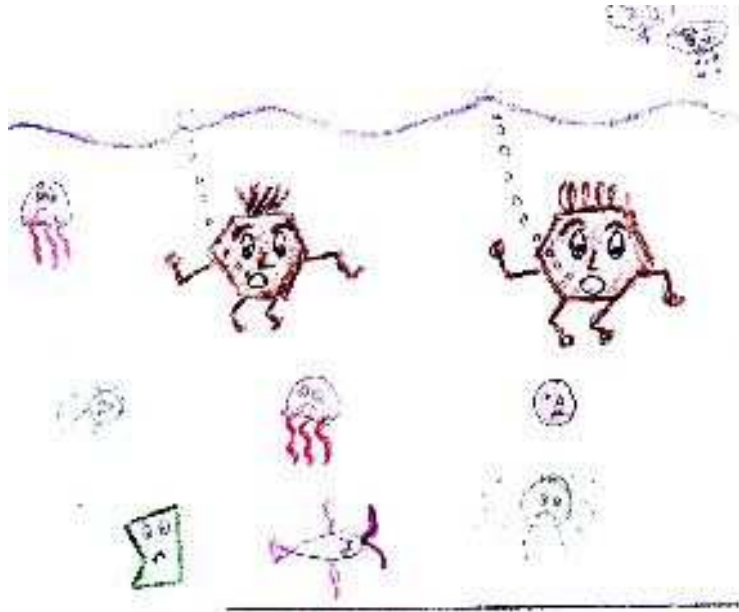
Imaginez deux poussières du Sahara parmi des milliers d'autres, se prénommant Phofer et Ferpho, qui rêvaient par-dessus tout de découvrir le monde. L'une d'entre elles eut l'idée de partir vers le Nord et de traverser la Méditerranée.



Elles prirent un vol direct vers le Nord sur Air Sahara et quittèrent le désert destination l'Europe.

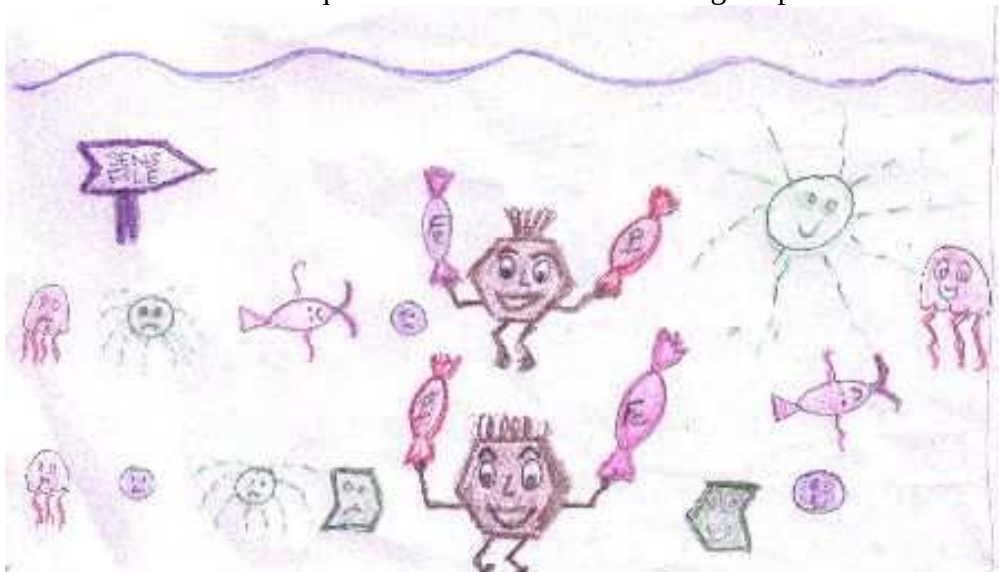


En chemin, elles rencontrent une mauvaise tempête, Ferpho est prise dans une masse d'air, quant à Phofer, elle se retrouve piégée dans une goutte de pluie. Elles sont toutes deux projetées dans la mer.



Elles y découvrent un monde inconnu peuplé d'étranges organismes flottant appelé plancton. On distingue plusieurs types de plancton : le phytoplancton (la flore) et le zooplancton (la faune).

Le milieu de surface étant très pauvre en élément nutritif, le plancton y est frêle et peu abondant. Ce site est caractéristique d'un environnement dit oligotrophe.



Ferpho et Phofer possédaient de nombreuses ressources nutritives comme le Fer et le Phosphore. Du fait d'une réaction chimique avec l'eau, une partie de ce fer et de ce phosphore se dissout et devient disponible pour les organismes planctoniques dans l'eau de surface. Une fois assimilée, ce fer et ce phosphore permettront au plancton de grossir et de mieux de se développer.

Nous laissons là nos deux amis en attendant la suite de leur aventure un de ces prochains jours...

Courrier n° 22 : Le vendredi 18 juillet 2008

Pascale Bouruet-Aubertot & Claudie Marec ; MCF Université Paris VI & Ingénieur INSU

Notre mission touche à sa fin et nous ne vous avons pas encore présenté le « mouillage dérivant » que nous avons mis à l'eau pour étudier les 3 tourbillons aux stations A, B et C.

Qu'est-ce qu'un mouillage dérivant ?

C'est un ensemble d'instruments de mesure accrochés sur un câble à différentes profondeurs, avec des flotteurs qui restent à la surface de la mer.

Durant BOUM, les instruments installés ont mesuré la température de l'eau, sa salinité, la force et la direction du courant. Pour compléter cette étude de gros entonnoirs blancs (figure) ont été accrochés, il s'agit de pièges à particules, qui comme leur nom l'indique, recueillent tout ce qui tombe depuis la surface de la mer. Les petites particules tombent au fond de l'entonnoir dans des petits godets de plastique, elles seront analysées par les chercheurs quand ils rentreront dans leur laboratoire à terre. Il y aussi de drôles de boîtes accrochées sur le câble, ce sont des analyseurs d'oxygène.

Sur la photo ci-contre, on voit un des pièges à particules que l'équipage et les scientifiques mettent à l'eau à l'arrière de l'Atalante.



Le mouillage dérivant est équipé d'un flash qui clignote pour être repéré la nuit, mais aussi d'une balise **ARGOS/GPS** qui est suivie en permanence par satellite pour connaître précisément la position du mouillage à la surface de l'océan.

Ce repérage est essentiel pour ne pas perdre les précieux instruments si par exemple la brume ne permet plus de suivre le mouillage aux jumelles depuis la passerelle du navire, mais il sert également à reconstituer le chemin que suit le mouillage qui est emporté par le courant du tourbillon.

Ce chemin est représenté ci-dessous pour les différentes positions au cours des 3 jours de déploiement. Chaque position est déterminée par sa latitude et sa longitude, elles sont représentées sur la carte où la couleur indique le temps : les positions durant la **1^{ère} journée** sont représentées **en bleu foncé**, durant la **2^{ème} journée** en **bleu turquoise, vert et jaune** et durant la **3^{ème} journée** en **rouge**.

Vous serez peut-être étonnés de constater que la trajectoire de notre mouillage n'est pas parfaitement circulaire comme ce à quoi l'on pourrait s'attendre mais a une forme plus complexe : on observe un mouvement global de rotation associé au tourbillon mais aussi de petites « boucles » qui sont caractéristiques d'oscillations provoquées par le vent.

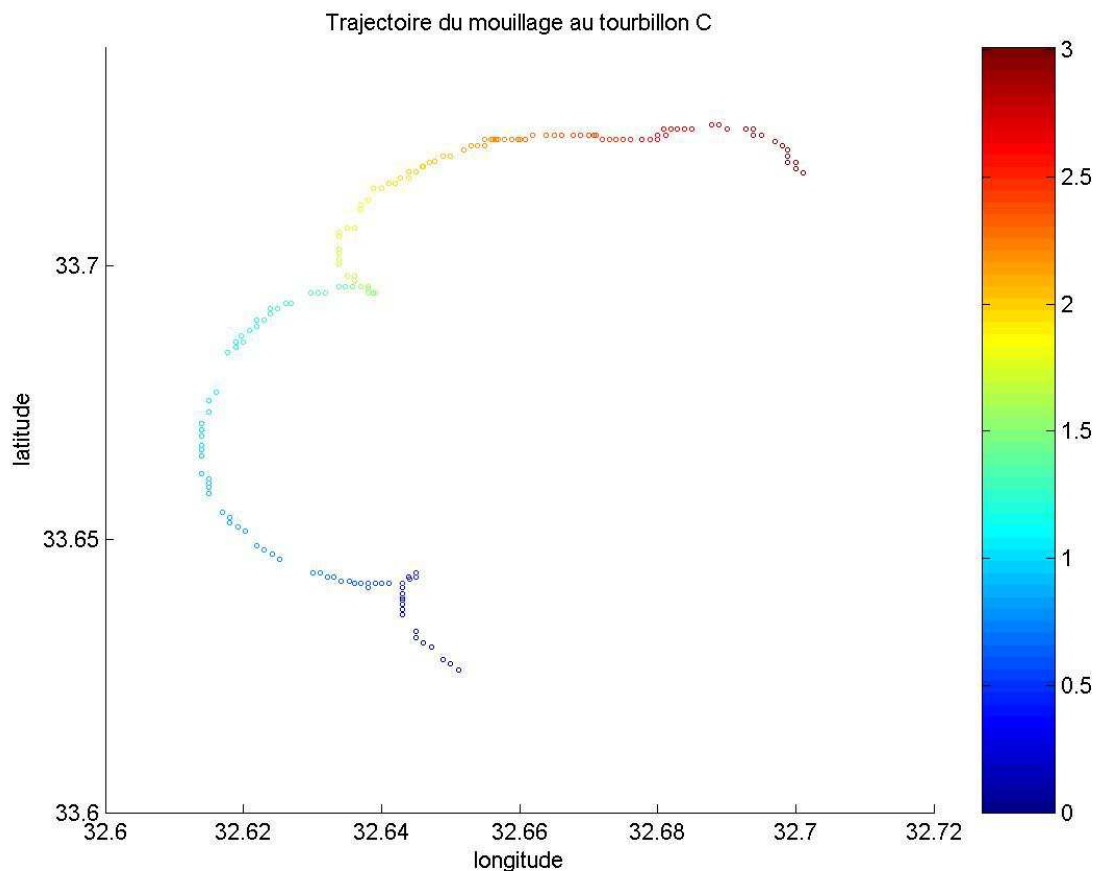
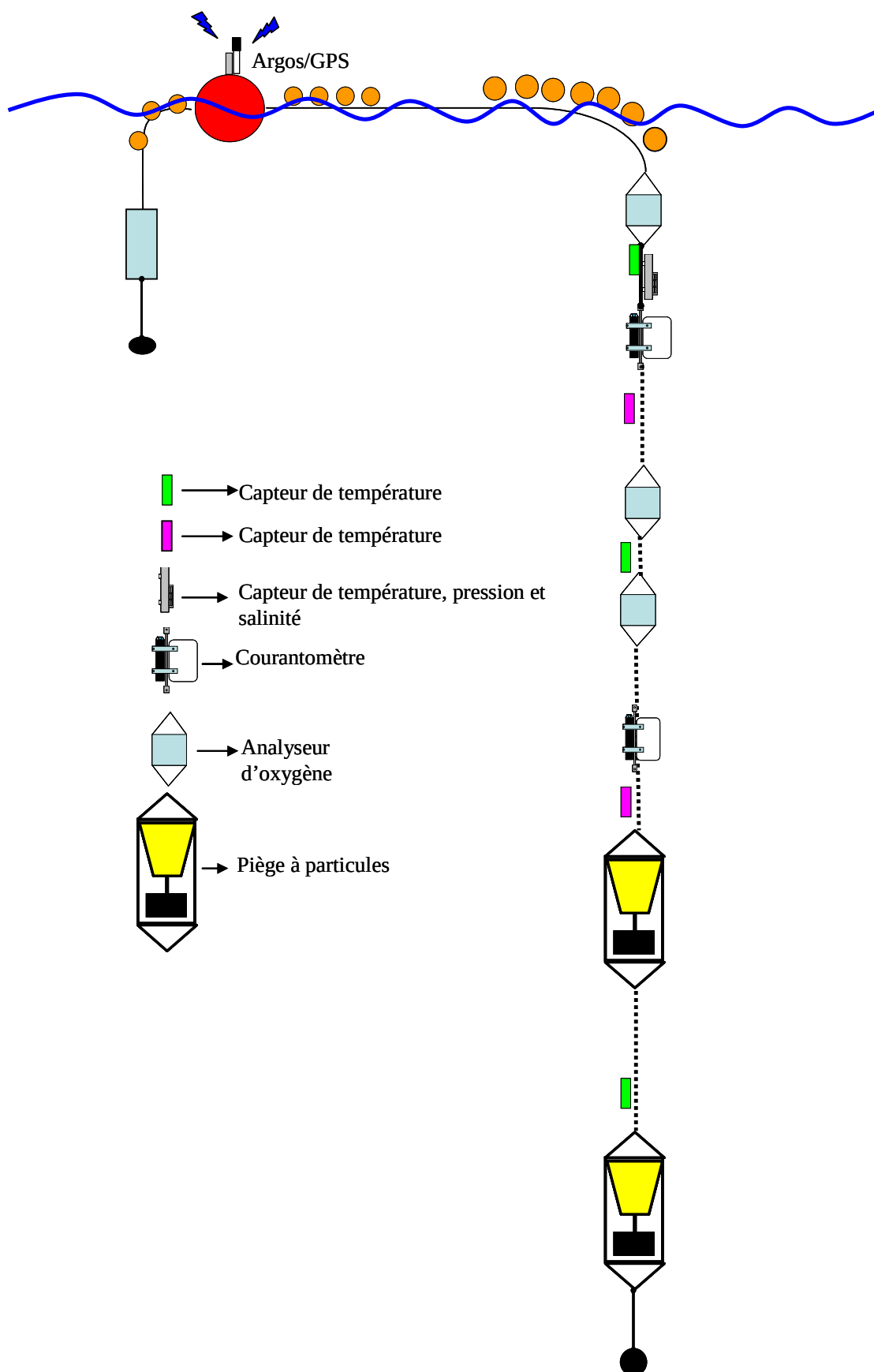


Schéma d'un mouillage dérivant



Courrier n° 23 : Le dimanche 20 juillet 2008
Thierry Moutin, chef de projet et chef de mission

La mission BOUM se termine aujourd'hui. Les quatre vingt mètres cube de matériel ont été débarqué ce matin dans 3 camions qui prendront la route lundi. Les 33 scientifiques embarqués vont rejoindre leurs laboratoires où leur matériel sera livré dans quelques jours. Les destinations en France correspondent aux principaux laboratoires d'Océanographie, Marseille, Villefranche-sur-mer, Paris, Brest, Wimereux, Banyuls et Perpignan. Du matériel sera aussi acheminé vers l'Europe (Grèce, Espagne et Tchéquie) et vers le Canada et les Etats-Unis. Est-ce une fin pour nous ? Non, bien entendu. Il s'agit du début de l'exploitation des nombreuses données que nous avons recueillies avec un objectif principal : améliorer la connaissance des interactions entre les cycles des éléments biogènes (en particulier le carbone) et les organismes vivants dans la couche éclairée des milieux marins oligotrophes.

Photo : G. Bourret



L'équipe BOUM !

Les deux principales étapes à partir d'aujourd'hui sont :

1-la mise à disposition des données : nous allons alimenter les bases de données LEFE action CYBER et SESAME qui sont les programmes qui ont co-financé notre mission.
2-la valorisation des données : nous allons participer à des congrès pour présenter les principaux résultats auxquels nous aboutirons, et les publier dans des revues scientifiques. Une comparaison un peu simpliste mais qui permet de bien comprendre notre métier de chercheur en océanographie. Comme un maçon fabrique des maisons, un chercheur « fabrique » des articles qu'il publie dans des revues scientifiques. Plus la maison sera belle, plus le maçon sera content et reconnu. Plus l'article présentera des résultats originaux et intéressants, plus le chercheur pourra les publier dans une revue scientifique de haut rang. Notre objectif est donc, maintenant et pour les deux ou trois années qui viennent, de publier un grand nombre de nouveaux résultats dans les meilleures revues scientifiques d'océanographie. Notre rôle étant aussi de transmettre notre « savoir », nous participons à des congrès et dispensons des cours à l'Université.

Je voudrais terminer ce « carnet de bord » en remerciant les scientifiques embarquants pour le travail énorme qu'ils ont fourni durant toute la campagne dans une ambiance toujours détendue et agréable malgré les courtes nuits, ainsi que nos collaborateurs à terre en France et à l'étranger qui n'ont pas eu la chance d'embarquer. Merci bien entendu à l'équipage de

L'Atalante pour sa grande compétence et son efficacité pour répondre dans l'instant à chaque nouvelle demande des scientifiques. Je voudrais terminer en remerciant tout le personnel du Laboratoire d'Océanographie Physique et Biogéochimique du Centre d'Océanologie de Marseille qui s'est énormément investi dans la gestion de cette campagne océanographique. Si vous avez apprécié notre « carnet de bord » et que vous souhaitez continuer à suivre notre travail, vous pouvez vous rendre à l'adresse web suivante : <http://www.obs-vlfr.fr/proof/boum/?lang=fr>

Amicalement

Thierry Moutin

LEFE : Les Enveloppes Fluides et l'Environnement

CYBER : Cycles Biogéochimiques Environnement et Ressources

SESAME : Southern European Seas: Assessing and Modelling Ecosystem changes