



## Quand océanologie et réinsertion sociale se concertent

[19-06-2007]

Grâce à l'initiative de l'association Déferlante et de deux chercheurs du Laboratoire de microbiologie, géochimie et écologie marines du Centre d'océanologie de Marseille (LMGEM/COM), des jeunes en réinsertion sociale ont pu suivre et participer au projet scientifique Acyphar (Atlantic flow cytometry spatial study of phytoplankton through automated recording) qui a permis de démontrer la faisabilité d'une acquisition automatisée de la distribution du phytoplancton dans le milieu marin.



Vue du Fétia Ura avant son entrée dans le golfe de Gascogne.  
© LMGEM/COM.

Cette opération originale est l'œuvre conjointe de l'association Déferlante<sup>(1)</sup> et de Melilotus Thyssen et Michel Denis. Elle s'est déroulée sur le Fétia Ura, une goélette de 33 m prêtée à Déferlante par la SARL Seanergies Océanes et qui a navigué d'Horta (14 avril), sur l'île de Faial aux Açores, à Lorient (23 avril) avec à son bord les deux scientifiques, un groupe de six jeunes encadrés par deux éducateurs et un équipage de cinq personnes.

### Le projet scientifique

Le phytoplancton<sup>(2)</sup> représente environ 2% de la biomasse photosynthétique terrestre, mais contribue pour moitié à la photosynthèse annuelle du globe. C'est donc un acteur important de la séquestration du CO<sub>2</sub> atmosphérique par l'océan. Toutefois, cet effet bénéfique est difficile à quantifier avec précision car la distribution du phytoplancton n'est ni constante dans le temps, avec une forte variabilité à court terme qui se superpose à des cycles saisonniers et à des variations pluriannuelles, ni uniforme dans l'espace, car

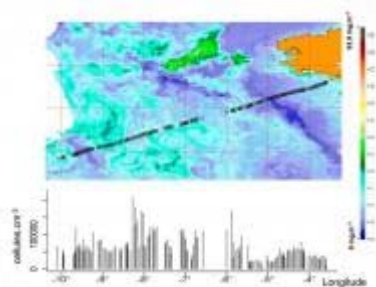
formant des îlots de forte concentration à l'échelle du centimètre et du kilomètre.

Les scientifiques ont donc décidé de tester la mise en œuvre d'une nouvelle approche entièrement automatisée et permettant des mesures à grande fréquence, aussi bien dans le temps que dans l'espace, et dans une large gamme de taille du phytoplancton. L'objectif de la campagne était de déterminer par cytométrie en flux (voir encadré) la distribution du phytoplancton, dans la classe de taille 1-50 µm, en surface le long du trajet du navire, avec une résolution spatiale de l'ordre de 2,8 km. À titre de comparaison, la distance minimale entre les stations de la grille d'étude de la zone POMME en 2001 était de 50 km environ.

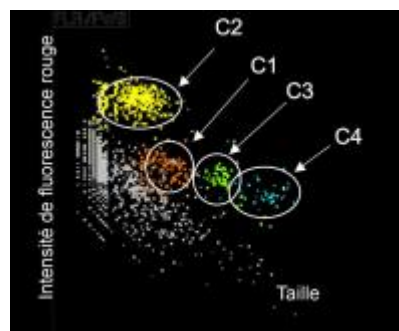
Durant cette campagne Acyphar, des analyses biologiques de l'eau contenue dans un réservoir intermédiaire, alimenté par une pompe la puisant sous le bateau, ont été réalisées toutes les 15 minutes par le cytomètre. Les eaux traversées ont également été caractérisées en température et salinité à l'aide d'une CTD<sup>(3)</sup> autonome, la position des points de mesure étant définie à l'aide d'un GPS couplé à l'ordinateur du cytomètre.

Six groupes phytoplanctoniques ont pu être distingués sur la base de leurs propriétés de diffusion et de fluorescence. L'examen préliminaire des données montre déjà des corrélations entre l'abondance relative de ces groupes et les propriétés de température et de salinité des masses d'eau superficielles concernées.





Distribution de l'ensemble des cellules analysées par le CytoSub le long du trajet du Fetia Ura dans le Golfe de Gascogne mise en regard des points de prélèvement (cercles) superposés à une image de couleur de l'océan (image satellite MODIS OC5 IFR Chloro, serveur Nausicaa du Centre ERS d'archivage et de traitement (Cersat) d'Ifremer, © Nasa, Ifremer).  
© LMGEM/COM.



Exemple de résolution des groupes C1, C2, C3 et C4 dans une représentation donnant leur émission en fluorescence rouge après excitation par le faisceau laser en fonction de leur taille (unité arbitraire).  
© LMGEM/COM.

L'exploitation de la masse des données ainsi acquises, et porteuses d'informations nouvelles, apportera sans nul doute un nouvel éclairage sur la variabilité spatiale et temporelle de la distribution du phytoplancton en Atlantique nord-est. L'étude comparée de la distribution des groupes phytoplanctoniques sur le parcours Acores-Lorient et des informations obtenues avec les données satellitaires devrait quant à elle contribuer à améliorer l'interprétation des données de télédétection.

**Le projet pédagogique**

La contribution attendue des scientifiques au projet pédagogique de Déferlante était la diffusion de connaissances générales sur le milieu marin auprès des jeunes et de leurs éducateurs. Elle s'est concrétisée notamment sous forme de discussions, le plus souvent spontanées et passionnées, et de présentations interactives. Outre les responsabilités qui leur incombaient vis-à-vis de la vie à bord, les adolescents se sont vus confier des responsabilités scientifiques : ils devaient réaliser manuellement, toutes les 4 heures dans le réservoir intermédiaire, un prélèvement d'eau destiné à des analyses chimiques ultérieures et contrôler l'état du matériel (ordinateurs, pompe, GPS).

La présence des deux chercheurs a permis de sensibiliser les adolescents aux problèmes de l'environnement marin et des changements globaux ainsi qu'à la rigueur scientifique. Les notions de microorganisme et de diversité des ensembles vivants et invisibles ont été abordées à l'aide de l'observation réelle (prélèvement par filet et observation avec un microscope à épifluorescence couplé à une caméra CCD (Cyscope, Partec)) et indirecte (analyse par cytométrie en flux et fluorimétrie). Les jeunes ont ainsi été amenés à percevoir l'importance des microorganismes marins, dans leur rôle de régulateurs des gaz à effet de serre et de premier échelon de la chaîne alimentaire, et en conséquence le nécessaire respect dû au milieu marin et à sa diversité. Les chercheurs ont en retour été conduits à porter un autre regard sur ces adolescents ayant abandonné le milieu scolaire.



Melilotus Thyssen expliquant à un jeune, en présence d'un marin, comment effectuer un prélèvement dans le réservoir intermédiaire d'un échantillon de l'eau de mer qui vient d'être analysée par le CytoSub (dans son cylindre de protection).  
© LMGEM/COM.

Cette campagne a permis de démontrer la faisabilité de l'automatisation de l'analyse cytométrique du phytoplancton à bord de navires réguliers, tels que des ferries, et de la collecte à moindre frais de précieuses séries temporelles jusque-là inaccessibles. Elle a été aussi une véritable réussite pédagogique et humaine qui permet d'envisager son

renouvellement, avec un programme scientifique analogue ou complètement différent.

#### **La cytométrie en flux**

La cytométrie en flux est une technique d'analyse individuelle de particules ou de cellules utilisant leurs propriétés optiques de diffusion et de fluorescence après interception par un faisceau laser. Elle a été développée initialement pour les besoins du milieu biomédical puis a été appliquée, il y a une vingtaine d'années, à la microbiologie en milieu marin. C'est une technique d'analyse très rapide (plusieurs milliers de cellules analysées par seconde) et pouvant être automatisée. Le cytomètre en flux embarqué à bord du Fetia Ura est un CytoSub, le seul exemplaire actuellement disponible en France, développé et construit aux Pays Bas ([www.cytobuoy.com](http://www.cytobuoy.com)). Le CytoSub est un instrument submersible et automatisé, acquis dans le cadre d'un contrat entre le CNRS et la Ville de Marseille et avec le soutien de l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse. Bien que l'instrument utilisé soit capable d'analyser des cellules de grande taille (jusqu'à 1 mm) ainsi que des chaînes cellulaires, il est limité dans le milieu naturel à la classe de taille 1-50  $\mu\text{m}$  du fait du relativement faible volume analysé et de la forte diminution des concentrations cellulaires lorsque la taille augmente, ce qui reste néanmoins une performance par rapport aux cytomètres utilisés jusqu'à présent pour l'analyse du phytoplancton lors des campagnes océanographiques et qui ne peuvent aller au-delà de 20  $\mu\text{m}$ .

#### **Note(s)**

1. Déferlante : institution varoise sous contrat des services sociaux et judiciaires de l'État qui lui adressent des adolescents en rupture familiale et scolaire
2. Le phytoplancton est l'ensemble des microorganismes autotrophes en suspension dans l'eau sous forme de cellules individuelles, chaînes ou colonies, les organismes autotrophes étant des organismes vivants capables de produire de la matière organique à partir de carbone inorganique (le dioxyde de carbone) et donc de se développer en milieu strictement minéral en utilisant le rayonnement solaire comme source d'énergie
3. Sonde de mesure automatique de la salinité, de la température et de la profondeur des eaux dans lesquelles elle est plongée

#### **Contact(s)**

Melilotus Thyssen, LMGEM/COM.

Michel Denis, LMGEM/COM.