

Communications à l'AEI 2010.

La Bouée Océanographique Automatisée de Banyuls sur Mer

Auteurs : Laurent Zudaire, Renaud Vuillemin, Arnaud Catania, Eric Carbones, Christophe Mariotti, Cyrielle Tricoire.

Forme choisie : oral

Résumé court :

Autonomous observing system at sea improves temporal coverage of met/ocean parameters. An oceanographic buoy has been developed by the OOB Observation Service and has been deployed in bay of Banyuls sur mer since January 19, 2010 (distance to shore station: 1 km). The system was designed to be easily expandable and to be service and repair with small qualified staff and includes a MOBILIS floater and a tower supporting power, informatics, electronics, telemetry, signalization, sensors. Power system includes solar panels, 400 Ah battery bank and a charge controller. Data system includes PC104 running Linux. Telemetry system includes WIFI (802.11b) and GSM. Sensors includes AIRMAR PB200, Seabird SBE16 CTD with WETLABS ECO-FLNTU and Systea WIZ nutrient analyzer. Data are downloaded every 10min, stored in mysql database and posted to a web page available to the public. Since deployment the system has recorded many events (storms, floods) and future developments includes satellite communication (iridium) and acoustic communication with seabed.

Trophimatique : haute fréquence, Technologie et D.C.E.

Michel Répécaud*, Yves Dégrés**, Nathalie Bernard***, Jean-Pierre Allenou* , Yannick Aoustin*, Stéphane Barbot*, Jean-Pierre Arrondeau***, Jean-François Bouget*, Karen Bucas*, Anne Daniel*, Laurent Gautier*, Jean-François Guillaud*, Michel Hamon*, Paul Jégou*, Agathe Laes*, Virginie Lemoine* Dominique Le Roux*, David Le Piver*, Elodie Loaec*, Loïc Quemener*, Jean-François Rolin*, Renaud Vuillemin#

* Ifremer. Centre de Brest BP 70 29280 Plouzané - France

** nke. rue Gutenberg - Z.I de Kérandré - 56700 Hennebont - France

*** Institution d'Aménagement de la Vilaine. Bd de Bretagne - 56130 La Roche Bernard - France.

Observatoire océanologique de Banyuls/mer. BP 44. 66651 Banyuls sur mer - France

Michel Répécaud

IFREMER, Département Recherche et Développement Technologique, 29280 Plouzané

L'Océanographie Opérationnelle occupe une place croissante notamment dans le domaine côtier où les besoins en instrumentation sont importants. D'autre part, les contrôles imposés par la Directive Cadre sur l'Eau requièrent de nombreuses mesures *IN SITU*.

Or, le département technologique RDT de l'IFREMER, travaille depuis de nombreuses années sur les systèmes de mesure automatisés haute fréquence regroupés sous le terme générique « systèmes MAREL». La technologie peut donc apporter une réponse (partielle) en fournissant de nouveaux instruments assurant le monitoring des eaux côtières.

A cet égard, le projet A.N.R. « Trophimatique » (2007-2009) a permis de finaliser le développements d'une nouvelle gamme d'instrumentation pour le domaine côtier.

L'objectif de ce projet était la mise au point de nouveaux systèmes de mesures *IN SITU* sur le site pilote de la Baie de Vilaine soumis à des épisodes d'hypoxie. Les séries de données haute fréquence acquises devant servir de base de travail afin de valider la pertinence des critères de caractérisation des masses d'eau D.C.E.dans cette zone.

Au final, une nouvelle sonde multi-paramètres a été mise au point ainsi qu'une gamme d'analyseurs chimiques miniaturisés « CHEMINI » pour les sels nutritifs (Nitrates, Silicates, Phosphates et Ammonium). Ces instruments sont complétés par un préleveur autonome MINI PEPITO capable de prélever et stocker des échantillons d'eau de mer.

Le déploiement de ces instruments ont nécessité le développement de différents supports flottants adaptés aux conditions environnementales. Les petites bouées SMATCH ainsi que la bouée MOLIT (à deux niveaux de prélèvements : fond et surface) ont été ainsi déployées en Baie de Vilaine.

Les données acquises lors de ce projet sont aussi utilisées par PREVIMER : un autre projet qui utilise les données *IN SITU* afin d'alimenter ses modèles numériques ; les résultats sont par ailleurs accessibles sur le site : <http://www.previmer.org>.

Le projet TROPHIMATIQUE regroupe trois partenaire que sont l'Institution d'Aménagement de la Vilaine, la Société nke ainsi que l'IFREMER, sur un financement de l'Agence Nationale pour la Recherche et son programme PRECODD.

Mesure précise du niveau de la mer par bouée GPS et capteur de pression : intercomparaison

M. Calzas*, C. Drezen*, C. Guillerm*, A. Guillot* et L. Testut**

*INSU/CNRS Bâtiment IPEV BP74 29280 Plouzane

**UMR5566-LEGOS 14 AV. Edouard Belin 31400 Toulouse

Dans le contexte actuel du changement climatique, l'élévation du niveau de la mer est un paramètre fondamental dont il est important de suivre l'évolution. L'utilisation de marégraphes permet d'obtenir des enregistrements in situ continue et précis du niveau de la mer. Mais la recherche de signaux long terme de l'ordre de quelques mm/an nécessite des séries temporelles longues mais aussi un contrôle métrologique extrêmement précis. Dans les environnements océaniques hostiles (présence de glace une partie de l'année, îles désertes, ...) ou les contrôles réguliers de la mesure et des appareils ne peuvent pas être effectués, il est indispensable de pouvoir mettre en oeuvre des nouvelles techniques permettant un contrôle rapide et précis des observations. De plus le rattachement des observations marégraphiques dans des systèmes de référence mondiaux est désormais indispensable (validation des données satellites, ...). C'est pourquoi dans le cadre du réseau ROSAME de suivi du niveau de la mer dans l'océan austral (<http://www.legos.obs-mip.fr/fr/observations/rosame/>) nous avons décidé de développer un capteur de pression et une bouée GPS afin de pallier les déficiences de certains capteurs du commerce, et de profiter des progrès récents dans le traitement des données GPS. Nous présentons ici les principaux développements de ces deux instruments et la comparaison en terme d'exactitude et de précision de ces deux technologies.

LIDAR **pour la mesure du CO₂ atmosphérique et du vent (COWI)**

Fabien GIBERT, Dimitri EDOUART, Florian LE MOUNIER, Jihane SAYADI, Pierre FLAMANT

Le groupe LIDAR de l'équipe ABC(t) (Atmosphère, Biosphère, Climat, télédétection) du LMD (Laboratoire de Météorologie Dynamique) développe depuis 2008 un LIDAR à absorption différentielle (DIAL) et Doppler transportable pour la mesure simultanée du CO₂ atmosphérique et du vent (COWI : « CO₂ and wind LIDAR »). Le LIDAR sera opérationnel en été 2011.

Cet instrument innovant repose sur le développement d'une source laser originale fonctionnant à 2 µm et délivrant des impulsions d'énergie de la dizaine de milijoules à une cadence de quelques kilohertz, optimisée pour une détection hétérodyne.

Les objectifs scientifiques de ce LIDAR sont :

(1) la mesure tridimensionnelle de la concentration du CO₂ atmosphérique et la représentativité spatiale d'une mesure in-situ. Une application importante concerne la surveillance atmosphérique au dessus d'un site de séquestration géologique du CO₂ dans le cadre du projet coopératif recherche-industrie ANR Sentinelle.

(2) la mesure de flux de CO₂ par corrélation turbulente. L'objectif est l'étude des échanges d'un scalaire tel que le CO₂ aux interfaces intra-atmosphériques, couche limite – troposphère libre, et surface – atmosphère. A terme, c'est l'étude de la diffusivité de scalaires dans l'atmosphère et la recherche de nouvelles paramétrisations dans les modèles de transport qui est visée.

(3) validation de mission spatiale et démonstrateur pour un futur LIDAR aéroporté et spatial. L'instrument COWI a le potentiel de délivrer un profil de concentration de CO₂ dans la couche limite et une mesure intégrée simultanée dans la troposphère libre en utilisant des cibles nuageuses et peut donc être utilisé pour valider des missions spatiales telles que GOSAT. Il permet aussi de tester des sous-ensembles instrumentaux dans le cadre d'une future mission spatiale.

Nous présenterons le projet, le développement instrumental en cours et quelques résultats prometteurs pour les objectifs géophysiques visés. Ce projet est soutenu financièrement par l'INSU, l'ANR et le CNES.

Vers un sondeur de sédiment électromagnétique

J-F D'Eu*, F. Gaspari*, S Hautot**, P. Tarits*.

*Laboratoire Domaines Océaniques, IUEM, Technopôle Brest Iroise, 29280 Plouzané.

**IMAGIR Sarl, IUEM, Technopôle Brest-Iroise, 29280, Plouzané

Nous développons un nouveau type de sondeur de sédiment. Un sondeur de sédiment est classiquement un système acoustique basse fréquence permettant une certaine pénétration dans le sédiment marin (de quelques mètres à plusieurs dizaines de mètres). Les sondeurs de sédiments classiques basés sur les méthodes acoustiques ont des limitations intrinsèques liées à la physique de la mesure et la nature du milieu (largeur de bande disponible, perturbations de sub-surface, faibles contrastes d'impédance acoustique dans les sédiments de surface. Afin de compléter ces outils, nous testons une approche basée sur la mesure de la résistivité électrique du sous-sol par sondage électromagnétique sous-marin. S'appuyant sur de nombreuses années d'expérience dans le développement d'instrumentation marine, et de résultats scientifiques dans l'imagerie électromagnétique du sous-sol aussi bien terrestre que marin, nous avons entrepris l'étude d'un nouvel instrument. Ce système est destiné à imager la résistivité électrique du sous-sol marin sur les premières dizaines de mètres, afin d'en définir la structure et la composition. Par injection d'énergie électrique et mesure des champs induits, l'inversion des données et la modélisation permet de reconstruire une image du sous-sol étudié.

Les applications de ce type de sondeur sont multiples. Il pourra fournir une image de la résistivité électrique améliorant de fait la résolution des images du sous-sol. Ce système sera utilisé dans plusieurs projets scientifiques nécessitant de connaître la structure sédimentaire fine et il fera l'objet d'une valorisation vers l'industrie, demandeuse de méthodes innovantes dans différents domaines de la prospection cotière.

Mesures de flux de chaleur sensible par scintillométrie en milieu aquatique : premiers résultats

M.N. Bouin(1), D. Legain(2), O. Traullé(2), S. Belamari(2), J. Barrié(2), A. Fiandrino(3), F. Lagarde(3), G. Pellecuer(2), F. Le Moigne(2), E. Moulin(2), G. Pigeon(2), G. Le Goff(1), R. Ferezou(1).

(1) CNRM/CMM, Météo France

(2) CNRM-GAME, Météo France

(3) Ifremer LER/LR Sète

La scintillométrie est une technique de mesure de flux turbulents le long de profils allant de quelques centaines de mètres à plusieurs km. Elle connaît un succès croissant, depuis quelques années, car elle permet d'obtenir flux de chaleur sensible et/ou latente sur des surfaces hétérogènes (typiquement patchwork de cultures et terrains de rugosités variables) et est facilement automatisable. Elle n'a pas été, cependant, utilisée pour la mesure de flux turbulents à l'interface air-mer.

Nous rappelons dans un premier temps les principes de la mesure de turbulence par scintillométrie, ainsi que ses limites et les adaptations nécessaires à son utilisation en milieu aquatique. Nous présentons également les premiers résultats de deux campagnes de mesures de flux de chaleur sensible par scintillométrie en milieu aquatique, sur des périodes de plusieurs mois. La première s'est déroulée sur l'étang de Thau d'avril à septembre 2009, le long d'une ligne de base de 4,7 km. Les flux mesurés (chaleur sensible et de flux de quantité de mouvements) sont comparés à des mesures par eddy-corrélation et aux flux calculés selon les formules bulk, ce qui permet de valider la technique de la scintillométrie pour des mesures sur l'eau. La seconde a lieu de manière continue depuis l'automne 2009 à l'ouest de la rade de Brest, et donne également des mesures de grande qualité qui ont été analysées conjointement aux calculs bulk. La durée des périodes de mesure permet dans chaque cas d'échantillonner un grand nombre de situations atmosphériques et des états de mer variés, ce qui permet de démontrer la grande fiabilité des mesures et la robustesse de la technique. L'intérêt de la technique pour la mesure de flux air mer réside dans son caractère facilement automatisable, donc très peu coûteux et permettant des mesures continues. Elle est par contre limitée au milieu côtier.

L'infrastructure de recherche IAGOS sur Airbus

P. Nedelec¹, G. Athier¹, J-M Cousin¹, J-P. Cammas¹, F. Karcher², M. Paulin³,

¹ : Laboratoire d'Aérodynamique (LA) - CNRS UMR5560 – F31400 Toulouse, France

² : CNRM, Météo-France – F31057 Toulouse, France

³ : CNES – F31401 Toulouse, France

MOZAIC (Measurements of ozone, water vapour, carbon monoxide and nitrogen oxides by Airbus in-service aircraft, Marengo et al., 1998) est un programme européen qui a débuté en 1994 avec l'équipement de 5 Airbus A340 commerciaux pour des mesures atmosphériques, 3 avions étant toujours opérationnels en 2009. MOZAIC est un Service d'Observation soutenu par l'INSU-CNRS et par l'Observatoire Midi-Pyrénées. Le succès scientifique de MOZAIC se mesure à l'énorme quantité d'observations de très haute qualité faites depuis la couche limite planétaire jusque dans la basse stratosphère (>31.000 vols internationaux), au nombre de scientifiques internationaux qui utilisent les données (>150) et au nombre de publications de rang A qui ont utilisé les données MOZAIC (>150). Le succès technique de MOZAIC a été de démontrer la faisabilité des mesures de routine de gaz trace de haute qualité collectées à bord d'avions commerciaux et repose sur un prix de revient moyen des données pour un vol très compétitif par rapport à un réseau d'observation par ballon (environ 500 €/vol). Il n'existe aucune autre infrastructure dans le monde pour la mesure en routine et sur des profils verticaux d'espèces comme le monoxyde de carbone ou les oxydes d'azote.

En capitalisant l'expérience acquise sur MOZAIC, les partenaires du programme ont proposé et construisent depuis 2001 une nouvelle infrastructure de recherche européenne utilisant des avions de ligne pour surveiller le climat et la pollution à l'échelle globale : IAGOS (In-Service Aircraft for a Global Observing System, www.iagos.org). IAGOS est un projet sélectionné par le forum européen sur les infrastructures de recherches (ESFRI), et il est en phase de préparation au 7^{ème} PCRD (2008-2012). Au plan national, IAGOS et ICOS (www.icos-infrastructure.eu) sont classés sur la feuille de route françaises des TGIRs et ont un comité de pilotage commun (INSU-CNRS, CEA, CNES, INRA, Météo-France, ADEME). Pour être conforme au plan stratégique européen de développement de la chimie atmosphérique (Barrie et al., 2004, IGACO theme report), l'objectif de IAGOS est très ambitieux. Il s'agit d'instrumenter une flotte plus importante de 10 à 20 avions, des Airbus A340 pour les vols intercontinentaux et des Airbus A330 pour les vols moyens et long-courriers. IAGOS mesurera de plus nombreuses espèces que MOZAIC, des gaz réactifs (ozone, monoxyde de carbone, et oxydes d'azote), des gaz à effet de serre (vapeur d'eau, dioxyde de carbone, et méthane), les aérosols et les hydrométéores nuageux. Ces instruments sont regroupés en 2 Packages. Le Package 1 (responsabilité CNRS, France) regroupe la mesure de l'ozone, du monoxyde de carbone, de la vapeur d'eau et des hydrométéores nuageux. C'est aussi le système d'acquisition et de transmission des données brutes. Il est proposé comme l'instrument standard IAGOS aux compagnies aériennes. Le Package 2 est une option supplémentaire qui permet la mesure au choix, des oxydes d'azote (responsabilité FZJ, Allemagne), ou du dioxyde de carbone et du méthane (responsabilité MPG, Allemagne), ou des aérosols (responsabilité DLR, Allemagne). Les observations IAGOS seront transmises en temps réel sur le réseau WIS (World Meteorological Organisation, Information System) pour leur utilisation par les centres internationaux de prévision météorologique, et par le Service Atmosphérique européen de GMES (GAS) et ses services aval. Avec le soutien de ETHER (CNES et INSU-CNRS), la base de données MOZAIC a été entièrement re-construite pour offrir aux scientifiques les capacités actuelles d'accès et de sélection des données.

Nous présenterons au cours des Ateliers Expérimentation et Instrumentation 2010 l'état d'avancement de l'infrastructure IAGOS avec l'équipement du premier avion Lufthansa. Nous présenterons aussi les développements instrumentaux en cours et futurs, en collaboration avec ICOS et un PEPS-Métrologie.

Mesures aéroportées des espèces azotées (NO, NO₂, NO_y) dans le panache parisien par l'instrument national MONA : présentation des résultats de la campagne MEGAPOLI 2009.

Aurélie COLOMB (1), Vincent MICHOU (2), Agnès BORBON (2), Nadir AMAROUCHE (3) et MEGAPOLI-TEAM

(1)LaMP/OPGC, (2) LISA, (3) DT-INSU

Résumé :

La mesure aéroportée des composés gazeux et particulaires est essentielle pour la compréhension des mécanismes contrôlant la composition chimique de l'atmosphère et son évolution.

Parmi tous les composés présents dans l'atmosphère, les oxydes d'azote tiennent un rôle déterminant dans la chaîne des réactions catalytiques productrices d'ozone. Leur mesure dans la troposphère présente un intérêt primordial pour l'étude de la chimie troposphérique et la validation de modèle. Les mesures des NO_y, et leur spéciation (NO, NO₂) sont indispensables en tant que traceurs de la pollution anthropique. Elles permettent de situer la position du panache de pollution, de déterminer l'âge photochimique de la masse d'air et de valider la partie transport des simulations des modèles de chimie-transport.

L'instrument national MONA constitue pour la communauté un outil unique permettant la mesure aéroportée des oxydes d'azote. MONA est axé autour de 3 analyseurs commerciaux (ECO-PHYSICS CLD780TR) permettant la mesure de NO, NO₂ et NO_y (= NO + NO₂ + HNO₃ + PAN + 2 N₂O₅ + HONO + HO₂NO₂ + NO₃ + nitrates particulaires + nitrates organiques + composés azotés halogénés (ClONO₂, BrONO₂, NOCl, ..)) et a été adapté pour les campagnes aéroportées.

Les améliorations techniques apportées à l'instrument MONA (poids, efficacité de conversion,..) ainsi que les mesures réalisées dans le panache parisien à bord de l'ATR-42 de SAFIRE en juillet 2009 seront présentées.

Spectrométrie de masse Aérosols

Antoinette Boréave¹, Christian George¹, Karine Sellegr², Barbara D'Anna¹

¹IRCELYON, Institut de Recherches sur la Catalyse et l'Environnement de Lyon
UMR 5256 CNRS/Université Lyon1

²Laboratoire de Météorologie Physique
UBP/CNRS/OPGC

Un aérosol est une suspension de particules (liquides ou solides) dans un gaz, qui dans notre cas est l'atmosphère. Or ces fines particules représentent un élément important de l'atmosphère car elles vont significativement modifier le climat global et surtout régional et ce en absorbant et/ou en diffusant le rayonnement solaire mais aussi en modifiant le cycle hydrologique en affectant la formation des nuages. Bien entendu, les aérosols peuvent également modifier la composition chimique de l'atmosphère (du fait de réactions hétérogènes et/ou multiphasiques modifiant la capacité oxydante de l'atmosphère), réduire la visibilité et avoir un impact considérable sur la santé humaine.

Ainsi, saisir et comprendre à la fois la complexité chimique (comme la composition) et physique (comme la distribution en taille) et ce de manière couplée avec les changements physico-chimiques induits par le caractère oxydant de l'atmosphère (qui ont lieu sur des échelles de temps très courtes) est un véritable challenge qu'il convient de relever afin de pouvoir prédire l'évolution climatique et chimique de notre planète. Il va de soi que ce challenge n'est pas nouveau, cependant de récents progrès ont permis le développement de nouveaux instruments permettant une analyse en temps réel des particules et ce avec un minimum de préconditionnement et donc en limitant certains artefacts liés au prélèvement (comme la perte et/ou l'ajout de composés chimiques).

Ces nouveaux instruments peuvent être de natures très différentes, mais actuellement l'analyse par spectrométrie de masse des aérosols (AMS de l'anglais « Aerosol Mass Spectrometer », à noter que AMS se confond également avec « Aerodyne Aerosol Mass Spectrometer ») est en plein essor au niveau international.

En 2007, le premier instrument de ce type a été acquis par la communauté française, ainsi cette présentation fera un point sur cette expérience, que ce soit en termes techniques, scientifiques et finalement l'implication dans les différents projets nationaux et internationaux.

La station atmosphérique ICOS

M. Ramonet¹, L. Rivier¹, O. Corpace², M. Schmidt¹, M. Delmotte¹, B. Wastine¹, L. Hazan¹, C. Kaiser¹,
C. Vuillemin¹, O. Laurent¹, F. Truong¹, V. Kazan¹, J-D. Paris¹, D. Eppele², and P. Ciais¹

¹ : *Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (LSCE) - CEA/CNRS/UVSQ - F91191 Gif sur Yvette, France*

²: *SIS-IRFU – DSM/CEA - F91191 Gif sur Yvette, France*

ICOS est un projet d'infrastructure de recherche pour l'observation des flux de gaz à effet de serre (www.icos-infrastructure.eu). Il fait partie des projets sélectionnés par le forum européen sur les infrastructures de recherches (ESFRI), et il a été classé hautement prioritaire sur la feuille de route françaises des TGIRs en décembre 2008. L'enjeu d'ICOS est de mesurer les tendances et la variabilité des émissions de gaz à effet de serre pour le continent Européen et les régions adjacentes, en particulier la Sibérie et l'Afrique. L'infrastructure est un ensemble de réseau de stations de mesure des concentrations atmosphériques, des flux échangés par les écosystèmes, et de flux au niveau des océans, coordonnés par des installations centrales. Grâce à un réseau de stations dense et optimisé, couplé avec un puissant système d'assimilation de données, on pourra connaître les bilans de gaz à effet de serre à une échelle de la dizaine de kilomètres en Europe. Ces informations permettront 1) de comprendre les processus biogéochimiques fondamentaux du cycle des gaz à effet de serre, 2) de détecter un affaiblissement des puits de carbone face aux accidents climatiques comme les sécheresses, 3) de suivre la tendance à long terme des rejets anthropiques.

Le réseau de mesure des concentrations atmosphériques de gaz à effet de serre en Europe s'est construit depuis plusieurs années dans le cadre de projets européens (AEROCARB, CARBOEUROPE, ...), et nationaux tels que le service d'observation RAMCES en France. Le projet ICOS permettra de densifier le réseau existant, et de standardiser les instruments de mesure, ainsi que les protocoles de calibration et de traitement des données. Un centre thématique atmosphérique sera chargé de collecter en temps quasi-réel l'ensemble des mesures des stations atmosphériques et de les analyser suivant un protocole commun. Ce centre thématique sera également en charge d'assurer une veille technologique sur la métrologie des GES afin de faire évoluer les capteurs du réseau ICOS. Le projet sur les capteurs lasers de nouvelle génération pour le suivi des gaz traces dans l'atmosphère (*PEPS Métrologie du Futur*), coordonné par le GSMA et qui fait dialoguer les infrastructures ICOS et IAGOS utilisateurs de capteurs, avec les laboratoires qui développent des capteurs innovants, est l'exemple de ce qui devra être poursuivi sur le long terme.

Les analyseurs déployés dans les stations ICOS permettront la mesure en continu des gaz traces CO₂, CH₄, CO, des paramètres météorologiques (pression, température, humidité, vents), et de la hauteur de la couche limite atmosphérique par des Lidars. En plus des échantillons d'air seront prélevés à une fréquence hebdomadaire et expédiés vers un centre d'analyse ICOS pour la mesure de CO₂, CH₄, N₂O, SF₆, CO, H₂, ¹⁴CO₂, ¹³CO₂, etc... L'un des objectifs de la phase préparatoire du projet ICOS, coordonnée par le LSCE, est de sélectionner les sites et les capteurs de mesure qui seront intégrés dans les stations atmosphériques ICOS. Les capteurs retenus devront combiner mesures de haute précision, et faible maintenance sur le terrain afin de permettre un fonctionnement pré-opérationnel. Plusieurs instruments de nouvelle génération ont donc été évalués au LSCE, et comparés aux instruments qui sont actuellement en place dans les observatoires. Nous présenterons au cours des Ateliers Expérimentation et Instrumentation 2010 les résultats de cette phase d'évaluation, ainsi que le concept de la station atmosphérique ICOS intégrée qui sera installée dans un observatoire en 2011 pour une phase de démonstration.

Développement d'un système d'échantillonnage pour la mesure de flux d'espèces en traces (MEDEE)

Romain Baghi (1), Pierre Durand (1), Corinne Jambert (1), Christian Jarnot (1), Driss Kouach (2), Lei Liu (1), Jean Michel Martin (1), Romain Mathon (1, 2), Dominique Serça (1), Guillaume Sokoloff(1), Nicolas Striebig (2).

(1) Laboratoire d'Aérodynamique, UMR CNRS 5560, Université de Toulouse, 14 av. E. Belin, 31400 Toulouse

(2) Groupe d'Instrumentation Scientifique, Observatoire Midi Pyrénées, 14 av. E. Belin 31400 Toulouse

Résumé :

Parmi les préoccupations actuellement les plus importantes figure l'amélioration de la connaissance des échanges de gaz à effet de serre et de polluants (ou de leurs précurseurs) entre la surface et l'atmosphère. La qualité de leur représentation conditionne en bonne part la fiabilité des simulations, que ce soit par le biais de modèles de chimie-transport (MCT) ou même de climat. Les cadastres d'émission sont généralement bâtis à partir d'un inventaire des sources d'émission, naturelles et anthropiques, mais il n'existe en fait que très peu de moyens d'évaluer la qualité du produit. La validation d'émission ou de dépôt passe par une estimation du flux correspondant, soit par mesure directe soit par une méthode paramétrique de celui-ci.

La méthode des corrélations turbulentes (Eddy Covariance, EC) permet de quantifier directement les échanges entre la surface et l'atmosphère. Mais, à ce jour, cette méthode de mesure de flux n'est applicable qu'à un nombre limité d'espèces car elle requiert la mesure rapide (10Hz) et simultanée de la concentration du composé étudié ainsi que de la vitesse du vent vertical. Afin d'élargir le champ de mise en oeuvre de cette technique d'autres solutions dérivées de l'EC ont été proposées, dont la méthode "Disjunct Eddy Covariance" (DEC) qui a pour particularité de réduire la contrainte sur la mesure rapide de l'espèce chimique en gardant une précision acceptable sur le calcul du flux.

L'instrument MEDEE (Mesure par Echantillonnage Disjoint des Echanges d'Espèces en traces), développé au Laboratoire d'Aérodynamique, reprend ce principe qui repose sur une capture rapide de l'échantillon (< 0,2 s) mais à une cadence 100 fois moins rapide que pour l'EC. Cette cadence autorise l'utilisation d'une gamme plus large d'analyseurs avec des temps de réponse de l'ordre de quelques secondes.

Ce prototype est composé d'un système symétrique de deux "seringues" actionnées par des vérins électriques dans lesquelles sont prélevés les échantillons. Un asservissement en pression garantit le transfert des échantillons vers l'analyseur avec une pression constante. Un pilotage centralisé permet le fonctionnement en alternance des pistons des deux chambres de prélèvement de manière à alimenter en permanence l'analyseur. Le cycle de fonctionnement de chaque "seringue" comprend 4 phases : vidange, mise sous vide, prélèvement et régulation en pression (analyse) ; le timing des phases est assuré par le déclenchement d'électrovannes rapides.

Ce dispositif d'échantillonnage couplé à une mesure rapide du vent est conçu pour fonctionner au sol et pour des mesures aéroportées, dans l'ATR 42 opéré par l'unité SAFIRE. Il sera utilisé dans un premier temps pour la mesure des émissions de composés organiques volatils par la végétation méditerranéenne dans le cadre du programme CHARMEX (Premiers tests au sol durant l'été 2010).

STATION BENTHIQUE D'OBSERVATION DU MILIEU COTIER - PROJET RIOMAR.FR et CHACCRA

C. Rabouille¹, C. Cathalot¹, B. Bombled¹, F. Toussaint¹, A. Abchiche², O. Aouji², G. Buchholtz²

¹Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (LSCE), CEA-CNRS-UVSQ, IPSL, Gif-sur-Yvette

² Division Technique, Institut National des Sciences de l'Univers, Place A. Briand, Meudon-Bellevue

La minéralisation benthique de la matière organique (MO) dans les milieux côtiers est un processus important pour l'établissement des bilans globaux en carbone, le recyclage des nutriments et leur biodisponibilité plus spécialement à l'embouchure des fleuves dans les mers côtières. L'objectif du LSCE était de développer une station benthique autonome réalisant des séries spatio-temporelles de mesures *in situ* à l'interface eau-sédiment (IES) capable de suivre l'évolution spatiale et temporelle de la dégradation de la matière organique dans ces environnements.

Nous avons développé un système autonome de profileur *in situ* équipé de microélectrodes se déplaçant en coordonnées horizontales sur une distance d'environ 1 m. Ces microélectrodes à oxygène ont des diamètres de l'ordre de 100 µm et leur déplacement vertical micrométrique permet l'étude très fine des réactions chimiques et biologiques près de l'IES. Elles rendent notamment compte des conditions d'oxydoréduction du milieu qui déterminent le mode de dégradation de la MO.

Cependant, les écosystèmes côtiers sont soumis à de fortes et rapides variations environnementales, spécialement à l'embouchure des fleuves. Il est donc nécessaire de quantifier et de qualifier l'impact de ces changements sur la minéralisation de la matière organique et la station benthique LSCE apporte une réponse technique à cette problématique.

D'une part, le déplacement horizontal unidirectionnel des microélectrodes permettra d'évaluer les variations spatiales du milieu sur des distances métriques. D'autre part, deux fréquences de profilage permettront l'étude des variations temporelles :

1. Un profilage basse fréquence (quotidien ou bi-quotidien)
2. Un profilage haute fréquence déclenché par des capteurs d'oxygène, de température, salinité et de turbidité, suite aux modifications d'un ou plusieurs paramètres environnementaux (fréquence 3-4 profils par jour).

La station est actuellement en fin de développement. Des tests *in situ* ont déjà été effectués et ont fourni des résultats satisfaisants. Lors de son déploiement en durée réelle (2011), cette station fournira des données d'entrée permettant de déterminer l'impact d'événements tels que : crue, resuspension liée aux tempêtes, hypoxie, bloom phytoplanctonique. Ces besoins s'inscrivent dans les actions prioritaires dans le côtier pour l'opération MERMEX de MISTRALS.

POSTERS

PROLIPHYC

(Système opérationnel pour la surveillance et l'alerte
des PROLiférations PHYtoplanctoniques - application aux Cyanobactéries)

Développements Technologiques:

Michel Calzas, Christine Drezen, Christophe Guillerm
CNRS – INSU -DT, Bâtiment IPEV, BP 74, 29280 Plouzané

Le projet PROLIPHYC vise au développement, à la validation et à la pré-industrialisation d'un système de surveillance du compartiment phytoplanctonique et notamment des cyanobactéries toxiques dans les écosystèmes aquatiques continentaux. L'application de la Directive Cadre sur l'Eau et l'obligation de surveillance des proliférations de cyanobactéries dans les plans d'eau utilisés pour les activités récréatives ou la production d'eau potable entraînent une forte demande pour des systèmes d'évaluation et de suivi de la qualité de l'eau.

Ce projet innovant comprend la mise au point opérationnelle des éléments du système: conception et fabrication d'une bouée de mesure adaptée aux eaux continentales avec télétransmission des données, automatisation de l'intégration des données dans la modélisation prédictive, développement de procédures d'alerte (GPRS, email ...), validation du système sur 3 sites représentatifs de la diversité de nombreux plans d'eau européens. Ainsi, au terme du développement de PROLIPHYC, l'étape de pré-industrialisation du système de surveillance complet a été réalisée.

La DT INSU a mis au point un prototype monoprototypeur (mécanique, électronique, interfaces, programmation embarquée) opérationnel pendant toute la durée du projet: le choix des capteurs immergés et météorologiques, leur intégration, leur pilotage ont permis la validation du principe de mesure et la production de 27 mois de données toutes les 15 minutes sur le site du lac du Bourget. La DT a également réalisé un logiciel de retraitement des données brutes de fluorescence (fluorimètre BBE fluoroprobe 100 mesurant la chlorophylle-a et sa répartition pour différentes classes phytoplanctoniques).

En collaboration étroite avec un partenaire industriel (NKE Instrumentation), la DT INSU a été experte pour la mise au point des bouées industrielles ainsi que pour leurs implantations. NKE a fabriqué et fourni 2 bouées à treuil avec panier instrumenté, système de chloration anti fouling et panneaux solaires (bouée de type PL: flotteur de 200L installée sur un petit plan d'eau à Enghien Les Bains; bouée de type GL: Grand Lac pour conditions de houle et de vent plus sévères, flotteur de 1000L, installée sur la retenue EDF de Grangent sur Loire).

Ce projet a été financé à hauteur de 850 K€ par l'ANR et l'ADEME.

Partenaires industriels: SOGREAH et nke.

Laboratoires ou unités de recherche publique : ENPC-CEREVE (Centre d'Enseignement et de Recherche sur l'Eau, la Ville et l'Environnement), IPGP-LGE (Laboratoire de Géochimie des Eaux) Université Paris 7, INRA de Thonon les Bains, Muséum National d'Histoire Naturelle équipe "Ecosystèmes et Interactions Toxiques", Division Technique de l'Institut National des Sciences de l'Univers, CISALB (Comité Intersyndical pour l'Assainissement du Lac du Bourget).

Comité de suivi: Agences de l'Eau Loire Bretagne, Rhône Méditerranée & Corse, Seine Normandie, l'ONEMA, EDF et VEOLIA.

Poster 1

Real-time ocean observing system on a cardinal buoy. Coastal observations of the Western English channel.

Auteurs : T. Cariou¹, C. Guillerm², E. Macé¹ and P. Morin¹.

¹ Station Biologique de Roscoff, ² DT INSU Plouzané.

Résumé 1:

Since 2008, we have equipped the Astan cardinal buoy with several biogeochemical and meteorological sensors. This observation system provides in real-time data for a coastal area of the western English channel.

Poster 2

**Oceanographic measurements from ferry-box systems.
Monitoring surface waters of the Western English Channel, Celtic Sea and Bay of Biscay.**

Auteurs : E.Macé¹, P. Jégou², T. Cariou¹, Y. Aoustin², P. Morin¹ and S. Raimund¹.

¹ Station Biologique de Roscoff, ² Ifremer.

Résumé 2:

For the last decade, many ferrybox systems have been deployed in the EU Ferrybox Project. Most of them are located in the Northern Europe. Since June 2010, new ferries routes are used to provide, at both spatial and temporal scales, chemical and biological parameters from the Western English Channel, Celtic Sea and Bay of Biscay waters. These instrumentation projects are the outcome of collaborations between the Station Biologique de Roscoff (Marinexus Interreg Program) and Ifremer (NavOp project).

Un nouvel analyseur en flux compact pour applications marine

Auteurs : Tricoire Cyrielle, Vuillemin Renaud, Zudaire Laurent, Oriol Louise, Maria Eric, Moscetta Pompeo, Sanfilippo Luca.

Forme choisie : poster

Résumé court :

L'observation à long terme et haute fréquence des paramètres physiques et chimiques de l'environnement marin est actuellement en plein essor. Le Service d'Observation de l'Observatoire Océanologique de Banyuls participe à cet effort en Méditerranée Occidentale avec le développement et l'implantation d'un ensemble instrumenté (bouée + ligne de mouillage) permettant la mesure de paramètres physico chimiques à la sortie ouest du Golfe du Lion (site SOLA point de surveillance du SOMLIT, 42°29'300 N – 03°08'700 E, profondeur 27m) avec communication temps réel grâce à une liaison Wifi avec la terre. Outre une CTD Seabird SBE16 et un ensemble de capteurs physiques et météo, la bouée B.O.B. (Bouée de l'Observatoire de Banyuls) a été équipée avec un nouvel analyseur de sels nutritifs, le WIZ, développé par l'industriel Italien SYSTEA avec qui le Service d'Observation collabore. Un premier essai d'intégration de l'analyseur couronné de succès a eu lieu en août 2009. Après une série de tests de validation et d'intercomparaison réalisée en laboratoire, l'analyseur a été implanté de façon définitive sur la bouée B.O.B. effectuant tous les jours de façon automatisée quatre mesures pour chacun des sels nutritifs suivants: nitrates, nitrites, phosphates et azote ammoniacal. Le WIZ intègre des innovations notables pour la mesure de ces paramètres avec notamment la technique de photoréduction pour les nitrates et la mesure de l'azote ammoniacal par fluorimétrie. Le poster proposé fera un bilan des résultats des différents tests réalisés en laboratoire et in situ pour la caractérisation des eaux oligotrophes de Méditerranée.

MESURE DU CO₂ EN SURFACE À BORD DE NAVIRES D'OPPORTUNITE

N. Lefèvre(1), D. Diverrès(2), F. Gallois(3), L. Beaumont(4), T. Danguy(4), A. Guillot(4), F. Roubaud(2), S. Jacquin(2)

¹ IRD, LOCEAN, Université Pierre et Marie Curie, UMR7159, Case 100, Tour 45-46, 5^{ème} étage, 4 place Jussieu, 75252 Paris Cedex 05

² US191, IRD Brest, BP 70, 29280 Plouzané

³ US191, IRD Nouméa, BP A5, 98848 Nouméa Cedex, Nouvelle Calédonie

⁴ DT INSU, Bâtiment Institut Polaire, BP 74, 29280 Plouzané

⁵ DT INSU, 1 place Aristide Briand, 92195 Meudon Cedex.

Le développement de systèmes de mesures autonomes de la fugacité de CO₂ (fCO₂) dans l'océan de surface a permis de créer des réseaux d'observations de CO₂ à partir de navires marchands et de bouées instrumentées. Dans le cadre du projet européen CARBOOCEAN, deux navires marchands le *MN Colibri* et le *Monte Olivia*, effectuant des trajets respectivement entre la France et la Guyane et la France et le Brésil, ont été équipés de tels systèmes afin de déterminer la variabilité des flux de CO₂ à l'interface air-mer. De même, deux capteurs CO₂ de type CARIOCA ont été installés sur les bouées instrumentées du réseau PIRATA à 6°S, 10°W et 8°N, 38°W. Des mesures de fCO₂ ont également été effectuées lors d'une campagne en Atlantique Est en juin 2006 (EGEE 3) et lors d'une validation de transit à bord du *N.O. Antea* le long de 7°N en août 2008 de Cayenne à Cotonou, au Bénin. Ces données de fCO₂ ont été complétées par des mesures de carbone inorganique dissous (DIC) et d'alcalinité (TA) en février 2006 à bord du *MN Colibri*, durant la campagne PLUMAND d'Abidjan à Cayenne le long de 7°30'N et lors de la campagne AMANDES 1 sur le plateau continental guyanais en octobre 2007.

De fortes sous saturations en CO₂ sont observées près de la côte américaine et sont associées à de faibles salinités causées par la décharge fluviale de l'Amazonie. Les paramètres DIC, TA et fCO₂ sont très corrélés à la salinité de surface à l'ouest de 30°W et au sud de 12°N. Ces relations sont robustes et valables pour des campagnes antérieures. En août 2008, avec la rétroflexion du courant Nord Brésil, des salinités de 30 sont observées jusqu'à 40°W et sont associées à des sous saturations en CO₂. Le mélange entre les eaux amazoniennes et les eaux océaniques est calculé en faisant des hypothèses sur les caractéristiques de l'eau amazonienne et de l'eau océanique, et permet d'estimer que 10% de l'eau amazonienne est présente à 40°W. Un fort contre courant équatorial nord (NECC) explique la propagation de cette eau amazonienne lors de cette campagne. Plus à l'est, les campagnes du *Monte Olivia* montrent un gradient nord-sud observé tout le long de l'année avec des sous saturations en CO₂ dans la zone du NECC entre 5°N et 8°N. Ces faibles valeurs de fCO₂ sont associées à de faibles salinités et coïncident avec la migration saisonnière de la zone de convergence intertropicale (ITCZ). La poursuite du réseau d'observations de CO₂ permettra de mieux déterminer la variabilité des puits et sources de CO₂ dans cette région et d'évaluer leur impact sur la source de CO₂ de l'Atlantique tropical. La surveillance à long terme permettra d'évaluer l'évolution au cours du temps de cette source de CO₂.