



## ■ Sites naturels d'Observation et d'Expérimentation

La connaissance et le monitoring géophysique et géochimique des processus de fuite du CO<sub>2</sub> lors d'un stockage géologique de CO<sub>2</sub> dans un réservoir profond et la compréhension du pouvoir de rétention du CO<sub>2</sub> dans la zone vadose (non saturée) passent par la mise en place d'un suivi sur le long terme d'un site naturel d'observation et d'expérimentation. A cet effet, l'équipe « Géoressources et Environnement » suit depuis 5 ans le site souterrain de Saint-Emilion équipé de nombreux capteurs (TDR, PS, détecteurs de CO<sub>2</sub>, de radon et d'autres gaz rares, bougie poreuse, station météo, pression, température, etc...) qui permettent d'analyser les processus de transferts et de migration naturelle et en condition de fuite provoquée du CO<sub>2</sub> dans la zone vadose.

D'autre part, l'équipe G&R développe des recherches dans le domaine des contaminations dans les sols. Elles sont suivies à deux échelles. Pour les pollutions diffuses (pesticides, métaux) l'équipe G&R anime le réseau régional Rapsodi (rassemblant tous les laboratoires aquitains et des entreprises) qui est en train de mettre en place un site Atelier sur des domaines viti-



Observation et suivi du débit d'eau, du CO<sub>2</sub> et de la géochimie de l'eau d'un karst actif dans une cavité souterraine à Saint-Emilion

coles. Pour les pollutions d'origine industrielle, nous menons aussi de nombreuses expérimentations sur site dans le cadre de la fondation Innovasol (soutenue par 4 industriels et le Conseil Régional).

**Adrian Cérépi**  
PR UB3, Equipe G&R

### G&R : EA Géoressources & Environnement (EGID - UB3)

Systèmes sédimentaires réservoirs : dynamique, transferts et interactions; transfert et interaction dans les systèmes superficiels, réservoirs, diagenèse, stockage géologique du CO<sub>2</sub>, hydrogéologie, mécanismes de transferts, imagerie, télédétection, sites et sols pollués. Effectifs : 28 (dont 22 permanents)

Décembre 2010 - N°8

## ■ Editorial : L'OASU double sa voile !

Au 1er janvier 2011, le périmètre de l'OASU s'agrandira significativement : dans le cadre du renouvellement du contrat quadriennal qui nous lie à l'INSU (CNRS) et à l'Université Bordeaux 1 (UB1), l'élargissement du périmètre et des activités de l'OASU se traduit par le rattachement de sept nouvelles équipes régionales, qui participent aussi à l'observation de la planète et de l'univers. Quatre de ces équipes relèvent de UB1 : «Physico et Toxicochimie de l'Environnement» (qui fusionne avec EPOC), «Radioactivité & Environnement», «Caractérisation Electromagnétique des Matériaux et Télédétection», «Préhistoire, Paléoenvironnements, Patrimoine»; trois autres relèvent d'autres tutelles : «Ecologie Fonctionnelle et Physique de l'Environnement» (INRA), «Interactions Vagues Structures» (UPPA) et «Géoressources & Environnement» (UB3). Ces six dernières équipes sont rattachées à l'OASU «par convention». L'effectif concerné désormais par l'OASU est de près de 280 agents. Cet élargissement nous permet de renforcer plusieurs thématiques : surfaces continentales, gaz à effet de serre, géochimie isotopique des eaux, contaminants organiques, écotoxicologie, préhistoire, géoressources, télédétection, dynamique littorale.

Dans ce numéro de La Lettre, nous avons donné la parole aux responsables des sept équipes nouvelles, afin qu'ils présentent un aspect de leurs recherches. Nous nous réjouissons de leur arrivée, et nous espérons que cette nouvelle géométrie sera génératrice d'actions scientifiques transverses innovantes, de mutualisations de moyens et d'expertises, de mises en œuvre d'activités d'observation pérennes et de collaborations fructueuses.

**Francis Grousset**  
Directeur de l'OASU

[www.oasu.u-bordeaux1.fr](http://www.oasu.u-bordeaux1.fr)

## ■ Sommaire

- Editorial : L'OASU double sa voile !
- Sites naturels d'Observation et d'Expérimentation
- Climat et innovations culturelles : l'ERC finance une équipe de l'OASU
- Un nouvel appareil pour mesurer l'évolution des fonds sableux pendant les tempêtes
- La datation des eaux souterraines anciennes et des glaces polaires
- Les échantillonneurs passifs : nouvelles sentinelles de la qualité des milieux aquatiques
- La simulation numérique 3D : un outil d'analyse des signaux de télédétection active et passive
- Ça bouge à l'OASU...
- EPHYSE : opérateur du réseau européen d'observation des flux de CO<sub>2</sub> surface-atmosphère



# La Lettre de l'OASU

## ■ Climat et innovations culturelles : l'ERC finance une équipe de l'OASU

Plusieurs découvertes récentes des membres de l'équipe Préhistoire, Paléoenvironnement et Patrimoine de l'UMR PACEA ont remis en question le modèle longuement accepté d'une révolution culturelle correspondant à l'arrivée des Hommes de Cro-Magnon en Europe, il y a 40 000 ans. Ces recherches ont démontré la présence de comportements modernes en Afrique et au Proche Orient dans des sites jusqu'à 50 000 ans plus vieux. Elles ont également montré que des comportements symboliques existent chez les Néandertaliens en Europe avant 40 000 ans. Certaines innovations culturelles, acquises il y a 90 000 ans en Afrique, semblent disparaître pendant plusieurs milliers d'années pour réapparaître à nouveau sous d'autres formes. Documenter avec plus de précision l'émergence de ces innovations entre 160 000 et 25 000 ans et explorer le possible impact des changements climatiques sur la démographie et les processus d'innovation est l'objectif d'un nouveau



Coquillages marins utilisés comme objets de parure en Afrique du Nord il y a 80 000 ans

projet multidisciplinaire financé par une ERC Advanced Grant. Doté d'un budget de 2,5 M sur 5 ans et mené en collaboration avec des chercheurs de l'université de Bergen, de l'UMR EPOC et du LSCE, ce projet se propose de combiner des nouvelles fouilles archéologiques en Afrique, l'étude de matériel archéologique déjà découvert (pigments, parures, gravures...), l'analyse

multi-paramètres de séquences marines et terrestres, la modélisation à haute résolution du climat et de la végétation et la réponse des populations humaines aux changements environnementaux par l'application d'algorithmes prédictifs permettant d'identifier les niches éco-culturelles des populations du passé.

**Francesco d'Errico**  
DR CNRS, Equipe PPP

**PPP : Equipe Préhistoire, Paléoenvironnements, Patrimoine (UMR PACEA - UB1)**

Préhistoire, géologie du Quaternaire, paléoclimats, paléontologie, modélisation. Activité d'observation: grottes ornées paléolithiques et enregistrements microclimatiques de nombreuses grottes (ex.: Lascaux) Effectifs : 62 (dont 39 permanents)

## ■ Un nouvel appareil pour mesurer l'évolution des fonds sableux pendant les tempêtes

La connaissance de l'évolution des fonds marins sous l'influence des vagues de tempête est un point clé pour mieux comprendre et prédire la dynamique du trait de côte. Malheureusement, sa mesure est complexe et délicate compte tenu de l'extrême agitation qui règne dans le milieu lors de ces événements fortement énergétiques. Jusqu'à présent, on accédait aux variations entre tempêtes par mesures bathymétrique ou topographique par temps calme. L'équipe IVS de l'UPPA et la société IMARTEC de Biscarosse ont récemment développé un appareil

qui permet de mesurer localement les variations bathymétriques pendant les événements de tempête. Ce travail, en partie réalisé durant la thèse de Gaël Arnaud, a fait l'objet d'un dépôt de brevet. L'appareil utilise la mesure locale de la résistivité électrique du milieu suivant la verticale pour différencier les interfaces (eau/air et eau/sédiment). Les mesures réalisées en zone de surf durant le programme de recherche ECORS ont permis de montrer des résultats originaux comme l'apparition récurrente d'un cycle érosion/dépôt à chaque marée dans une certaine partie de la zone de surf. L'appareil présente également d'autres applications potentielles telles que la mesure des surcôtes, de l'envasement des ports ou de l'affouillement au pied des ouvrages maritimes ou encore les mouvements de l'interface eau douce/eau salée en zone côtière.

**Stéphane Abadie**  
PR UPPA, Equipe IVS

**IVS : Equipe Interactions Vagues Structures (EA SIAME - UPPA)**

Modélisation numérique et mesures de l'interaction des vagues avec le sol et les structures en zone littorale, thématiques communes avec l'équipe METHYS de l'UMR EPOC Effectifs : 8 (dont 4 permanents)



Photo de l'appareil de mesure en fonctionnement durant la campagne ECORS d'avril 2008

## ■ La datation des eaux souterraines anciennes et des glaces polaires

La détermination de l'âge des eaux souterraines profondes présente aujourd'hui un grand intérêt dans la perspective d'un stockage géologique profond des déchets nucléaires, afin de mieux comprendre le fonctionnement des aquifères environnants. Dans une gamme d'âge allant de 50 000 ans à 1 million d'années, il n'existe pas à l'heure actuelle, de méthode de datation absolue fiable. Pour y remédier, l'équipe « Radioactivité & Environnement » travaille depuis plusieurs années sur le développement d'une méthode innovante basée sur la mesure de l'isotope  $^{81}\text{Kr}$  (période 229 000 ans) dans les eaux souterraines. Comme d'autres chronomètres tels que  $^{14}\text{C}$  ou  $^{36}\text{Cl}$ ,  $^{81}\text{Kr}$  est produit dans l'atmosphère par le rayonnement cosmique et on estime que sa concentration y est stable depuis plusieurs millions d'années. Ne pouvant être produit sous terre par la radioactivité naturelle, la mesure de sa concentration permet une détermination directe de l'âge des eaux. Le même principe peut s'appliquer aux



Analyseur FAKIR (Facility for Analyzing Krypton Isotopic Ratios)

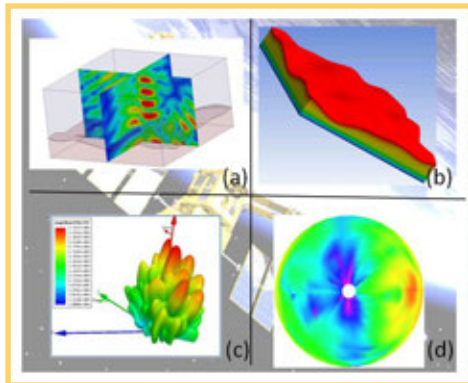
glaces polaires en mesurant le  $^{81}\text{Kr}$  dans les microbulles d'air piégées lors de la formation des glaces, dont l'âge, pour les plus anciennes, est encore mal connu. En raison de la très faible abondance de  $^{81}\text{Kr}$  (environ 1200 atomes par litre d'eau ou kg de glace), la mise en œuvre de cette méthode représente un véritable défi technologique. Un spectromètre de masse a donc été spécialement développé permettant l'analyse de quelques milliers d'atomes de Kr, ce qui en fait aujourd'hui l'instrument le plus sensible au monde. Il utilise une ionisation résonante par laser UV couplé à un concentrateur cryogénique et un analyseur en masse par temps de vol.

**Bernard Lavielle**  
DR CNRS, Equipe R&E

**R&E : Equipe Radioactivité & Environnement (UMR CENBG - UB1)**

Gaz rares dans l'environnement, datation des eaux de surface dans les bassins versants ( $^{85}\text{Kr}$ ), des eaux souterraines anciennes et des glaces polaires ( $^{81}\text{Kr}$ ); isolement bactérien d'environnements pollués; interactions radionucléides-bactéries; radiorésistance. Effectifs : 9 (dont 7 permanents)

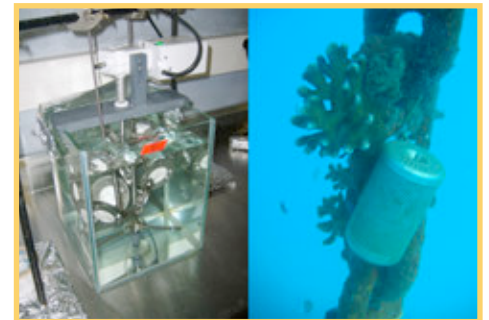
Dans le cadre des applications de télé-détection micro-ondes (SMOS...) sur les surfaces terrestres, les effets de diffusion volumique des ondes électromagnétiques doivent être pris en considération. A cet effet nous avons développé, avec Jean-Pierre Wigner (EPHYSE-INRA), un modèle numérique permettant de calculer l'émissivité et le coefficient bi-statique de structures pédologiques. Ce modèle permettait jusqu'à présent de prendre en compte les propriétés des couches, la rugosité des interfaces, la présence d'hétérogénéités ainsi que les paramètres de configuration de la mesure.



a) Calcul de la propagation des champs électromagnétiques dans des structures pédologiques, (b) Exemple de profil thermique introduit dans le modèle, (c) Calcul du champ émis ou diffracté par une structure pédologique, (d) Projection 2D du coefficient bi-statique  $\sigma(\phi, \theta)$ ,  $\phi \in [0, 180^\circ]$  et  $\theta \in [-90^\circ, 90^\circ]$

## ■ Les échantillonneurs passifs : nouvelles sentinelles de la qualité des milieux aquatiques

La restauration du bon état écologique et chimique des milieux aquatiques d'ici 2015, telle que demandée par la Directive Cadre Eau (DCE), est un énorme enjeu qui impose une surveillance de la contamination chimique des différentes masses d'eau. Dans l'optique d'améliorer cette surveillance nous avons développé l'utilisation de nouveaux outils : les échantillonneurs passifs. Un échantillonneur passif est composé d'un adsorbant (ou d'un absorbant) capable de piéger les contaminants chimiques du milieu sans mécanisme d'extraction actif. Il permet ainsi d'échantillonner la fraction dissoute des contaminants sur des périodes de temps de plusieurs semaines. Ces nouveaux outils ont été développés, optimisés et calibrés en laboratoire avant d'être déployés en milieu naturel. Leur utilisation a montré toute sa pertinence pour les milieux littoraux. Là où les techniques classiques marquent le pas, la capacité intégrative des échantillonneurs passifs permet de détecter la présence de contaminants dissous en faibles concentrations. Ils permettent de les extraire et de les concentrer *in situ* (sans perturbation de l'échantillon), réduisant ainsi une partie des difficultés et du coût, liés à l'analyse de contaminants à l'état de traces. Les premières expériences réalisées en collaboration avec Ifremer sur des masses d'eaux côtières (métropole et outremer) ont permis de réaliser une pre-



A gauche : Calibrations en laboratoire  
A droite : Déploiement dans les eaux littorales de La Réunion

mière évaluation de la contamination à grande échelle, faisant ressortir des « hot spots » littoraux. Elles ont permis de mettre en évidence, la plupart du temps pour la première fois, la présence de nombreux contaminants émergents, et de préciser leur bruit de fond sur de nombreux sites. Ces travaux ont reçu le prix des Technologies Innovantes pour l'Environnement (ADEME/Pollutec 2010).

**Hélène Budzinski**  
DR CNRS, Equipe LPTC

**LPTC : Equipe Physicochimie et Toxicochimie de l'environnement (UMR EPOC - UB1)**

Chimie environnementale et écotoxicologie; sources, devenir et impact toxique des polluants organiques (eau, atmosphère, sols); extraction, identification, quantification; distribution, dispersion, transport, transformation des polluants; génotoxicité, reprotoxicité; modélisation moléculaire. Effectifs : 50 (dont 23 permanents)

## ■ La simulation numérique 3D : un outil d'analyse des signaux de télédétection active et passive

Nous pouvons à présent prendre en compte des profils d'humidité ou de température. Dans le cas de la température, les calculs sont basés sur la résolution numérique couplée des équations de Maxwell et de l'équation de la chaleur. Cette fonctionnalité est très utile dans le cadre de missions spatiales pour lesquelles l'observation d'une même zone peut être répétée «rapidement» (quelques jours pour la mission passif/actif SMAP/NASA). Les changements des profils des propriétés des couches supérieures des sols peuvent alors être pris en compte. De même, cette fonctionnalité permettra d'étudier précisément les réponses électromagnétiques de structures telles que les pergélisols (structures pédologiques présentant des

gradients thermiques marqués : gelées en profondeur mais avec une partie supérieure pouvant être en partie dégelée). L'évolution de ces structures est importante car elles sont des indicateurs de l'impact du changement climatique sur les écosystèmes continentaux.

**François Demontoux**  
MdC UB1, Equipe CEMT

**CEMT : Equipe Caractérisation Electromagnétique des Matériaux et Télédétection (UMR IMS - UB1)**

Caractérisation électromagnétique de matériaux naturels; mesures de constantes diélectriques; modélisation des interactions ondes-structures pédologiques; télédétection active et passive micro-ondes; systèmes spatiaux (SMOS, ALOS, ExoMars, Cassini). Effectifs : 5 (dont 4 permanents)

# La Lettre de l'OASU

## ■ Ça bouge à l'OASU...

### Les nouveaux permanents (de gauche à droite et de haut en bas)

**Géraldine Bourda**, Astronome-adjointe CNAP, LAB, M2A  
**Laurence Costes**, Technicienne CNRS, EPOC, ECOBIOC-Arcachon  
**Guillemine Daffe**, Assistante-Ingénieur CNRS, UMS OASU  
**Guillaume Detandt**, Ingénieur d'Etudes UBx1, EPOC, METHYS  
**Bertrand Lubac**, Maître de Conférences UBx1, EPOC, METHYS



### Les nouveaux doctorants et post-doctorants

**Hugues Bijoux** (Doctorant, EPOC, GEMA-Arcachon), **Cindy Binias** (Doctorante, EPOC, ECOBIOC-Arcachon), **Dalia Bolbol** (Doctorante, EPOC, GEMA-Arcachon), **Emeline Bolmont** (Doctorante, LAB, E3ARTHS), **Sandra Brocheray** (Doctorante, EPOC, SEDIMENTO), **Céline Charbonnier** (Doctorante, EPOC, ECOBIOC-Talence), **Nicolas Chevalier** (Post-doctorant, EPOC, ECOBIOC-Arcachon), **Christophe Cosso** (Doctorant, LAB, E3ARTHS), **Amina Dedeh** (Doctorante, EPOC, GEMA-Arcachon), **François Dindinaud** (Doctorant, EPOC, ECOBIOC-Arcachon), **Benjamin Dubardier** (Doctorant, EPOC, METHYS), **Camille Enjalbert** (Doctorante, EPOC, METHYS), **Cédric Menezguen** (Doctorant, EPOC, SEDIMENTO), **Gesa Milzer** (Doctorante, EPOC, Paleo), **Ika Paul-Pont** (ATER, EPOC, GEMA-Arcachon), **Tzu-Cheng Peng** (Post-doctorant, LAB, Formation Stellaire), **Elena Ortu** (Post-doctorante, EPOC, PALEO), **Ya Wen Tang** (Post-doctorante, LAB, AMORSP), **Dunia Urrego** (Post-doctorante, EPOC, PALEO), **Audrey Trova** (Doctorante, LAB, Formation Stellaire), **Christian Valdemar Dylmer** (Doctorant, EPOC, PALEO), **Isabelle Vitte** (Post-doctorante, EPOC, ECOBIOC-Arcachon)

### Le nouveau retraité

**Jean-Marie Jouanneau**, Directeur de Recherche CNRS, EPOC, SEDIMENTO



## ■ EPHYSE : opérateur du réseau européen d'observation des flux de CO<sub>2</sub> surface-atmosphère

L'observation du cycle du carbone est devenue une activité scientifique majeure depuis les années 1990. Elle fédère aujourd'hui des efforts de recherche en climatologie, en biogéochimie et en écologie fonctionnelle au travers d'un continuum d'échelles et de milieux allant des réservoirs fossiles à l'atmosphère en passant par les agro-écosystèmes, les eaux continentales et les océans. Avec l'infrastructure européenne ICOS, une nouvelle étape est franchie afin d'harmoniser les observations, réduire les incertitudes et rendre les différentes sources de données compatibles. Il s'agit d'affiner les tendances globales observées, de les décomposer entre ses composantes et de mieux en comprendre les déterminants pour répondre à des questions comme :

- l'affaiblissement récent des puits océaniques et terrestres est-il durable ?
- quelles en sont les causes ?
- comment la gestion des agro-écosystèmes affecte-t-elle globalement le puits de carbone terrestre ?

EPHYSE a été historiquement impliquée dans ce programme avec le dispositif d'observation en forêt landaise (sites du Bray de 1988-2008 et de Bilos depuis 2000) et par son appui scientifique et technique à d'autres équipes en France, Afrique, Asie et Amérique du Sud. En 2007 et 2008, il a aussi été développé de nouvelles méthodes de mesure des isotopologues du CO<sub>2</sub> permettant de mieux caractériser les flux « internes » de carbone et d'eau dans le continuum sol-plante-atmosphère. Avec



Mesures de flux de CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O par la méthode des corrélations turbulentes et micrométéorologie sur le nouveau site de la forêt de Bilos, commune de Salles, novembre 2009

les universités d'Anvers et de Tuscia, EPHYSE est depuis 2008 un des coordinateurs européens du réseau d'écosystèmes ICOS qui sera opérationnel à partir de 2012.

**Denis Loustau**  
DR INRA, Equipe EPHYSE

### **EPHYSE : UR Ecologie fonctionnelle et PHYSique de l'Environnement (INRA)**

Observation des effets du changement global sur les écosystèmes continentaux, télédétection, modélisation d'écoulements de fluides, échanges de gaz à l'interface continent (forêts)-atmosphère, suivi pérenne des échanges de CO<sub>2</sub> (réseau EU ICOS). Effectifs : 46 (dont 28 permanents)

Directeur de la publication : Francis Grousset  
Comité d'édition : Guy Bachelet, Karine Charlier, Fabrice Herpin, Jean-Marc Huré, Nicolas Savoye, Sabine Schmidt  
Conception : Françoise Fritche, Service Culture Communication Université Bordeaux 1  
Réalisation : Karine Charlier  
Crédits Photos :  
©OASU, EPOC et LAB, sauf mentions contraires  
Impression :  
DSG Imprimerie Université Bordeaux 1  
Pour plus d'informations, consultez le site web :  
<http://www.oasu.u-bordeaux1.fr>

