



# LA LETTRE DE L'ÉOST

N20 JUIN 2015

LETTRE D'INFORMATION  
DE L'ÉCOLE ET OBSERVATOIRE  
DES SCIENCES DE LA TERRE  
**east.unistra.fr**



<b>Enseignement</b>	
Évolution de la formation d'ingénieurs	3
Bilan communication lycées	4

<b>Observatoire</b>	
Sismologues et pompiers, une nouvelle collaboration	4
Première mission commune BCSF/PUI au Népal	5
Visite des tables vibrantes du CEA à Saclay	7
L'observatoire sismologique du Nord-Est de la France	7

<b>Recherche</b>	
Les séismes du Népal décryptés	8
Géothermie profonde : projet EGS Alsace	9
Assemblée générale de la SFMC à l'EOST	10
Acquisition d'un profilomètre par interférométrie	11
Nouveaux moyens de calcul haute performance	11
Contrat doctoral Idex pour le projet CSIA-Agri	12
Noura Fajraoui remporte un prix pour sa thèse	12
Colloque sur la sismicité du Fossé rhénan	13

<b>Grand public</b>	
Exposition « Roches et fossiles d'Alsace »	14
Visites et ateliers dans nos musées	15
Collaboration avec le Musée français du pétrole	15
L'OHGE à la journée internationale des forêts	16
Découverte patrimoniale au Musée de minéralogie	16

## ÉDITORIAL

Chers collègues,

Le 11 mai 2015, une réunion des directeurs des Observatoires des Sciences de l'Univers (OSU) s'est tenue au siège du CNRS à Paris, en présence de Pascale Delecluse, directrice de l'Institut National des Sciences de l'Univers (INSU) et des directeurs adjoints scientifiques des quatre domaines de l'INSU. Pour mémoire, ces domaines sont : Astronomie - Astrophysique, Océan - Atmosphère, Terre solide, Surfaces et Interfaces Continentales. L'EOST est concernée par les deux derniers.

La France compte aujourd'hui 25 OSU, auxquels s'ajoutent 3 établissements aux statuts différents (l'Observatoire de Paris, l'Institut de Physique du Globe de Paris et l'Observatoire de la Côte d'Azur).

L'objet de la réunion était de rappeler les missions fondamentales des OSU et de faire le point sur leurs divers fonctionnements actuels. Concernant le premier point, il a été rappelé qu'un OSU a quatre grandes missions qui peuvent se résumer comme suit :

- la mission d'une composante universitaire classique, avec la responsabilité de formations, la gestion de personnels enseignants-chercheurs, et la gestion de personnels administratifs et techniques liés à l'enseignement ;
- la mission d'un observatoire, c'est à dire d'observer de façon pérenne des processus naturels et de mettre à disposition de la communauté scientifique les observations réalisées ;
- la triple mission d'une fédération de recherche : animer la recherche, gérer des services communs, gérer des plateformes ou des outils mutualisés ;
- la mission de diffuser des connaissances, en particulier auprès des enseignants du secondaire et du primaire, mais aussi auprès du grand public.

Aujourd'hui, le mode de fonctionnement des OSU présente une très grande diversité et il est rare qu'un OSU assure l'ensemble de ces missions. A l'EOST, nous les assurons plus ou moins. Nous jouons sans conteste le rôle de composante universitaire en gérant licence, master et formation d'ingénieur. Nous assurons le fonctionnement de neuf services d'observation. Nous diffusons les connaissances par le biais des musées, de la fête de la Science, de la nuit des musées, de notre participation à la MSA (Maison des Sciences en Alsace)... Là où nous sommes peut-être le plus fragile, c'est dans notre rôle de fédération de recherche.

Nous organisons l'animation scientifique (notamment avec les demi-journées Recherche de l'EOST), disposons de services communs efficaces (véhicules, atelier, bibliothèque...) et d'une plateforme bien établie (le laboratoire d'analyse des sols). Mais nous pourrions probablement aller au delà dans les années qui viennent en réfléchissant à la place de l'ensemble des plateformes analytiques au sein de l'EOST. Ce sujet était à l'ordre du jour de la dernière commission recherche. Il sera aussi au cœur de la prochaine demi-journée recherche de l'EOST le vendredi 26 juin 2015, sur le thème « Méthodes analytiques et méthodes de caractérisation : les laboratoires de l'EOST ».

Frédéric Masson, directeur de l'EOST



## RENFORCER LES LIENS ENTRE L'EOST ET LES LYCÉES

**L'EOST poursuit avec succès des actions ciblées auprès d'un public composé de lycéens et de leurs enseignants pour promouvoir les formations en Sciences de la Terre.**

Elles sont impulsées soit par l'EOST, avec le soutien du Rectorat de Strasbourg qui communique auprès des enseignants du secondaire, soit directement par l'enseignant désireux de permettre à ses élèves de découvrir l'université et les filières et



métiers en sciences de la Terre.

Les interventions prennent différentes formes selon les objectifs pédagogiques visés par l'enseignant. Elles se déclinent pour la plupart sous la forme d'une courte présentation de l'EOST, de ses filières de formation et des métiers en sciences de la Terre. Elle peut être suivie d'une conférence portant sur un sujet défini entre l'intervenant de l'EOST et le professeur du lycée.

Lorsque ces rencontres ont lieu à l'EOST, la visite d'un observatoire ou la rencontre avec un chercheur reste un moment privilégié pour les lycéens, qui ont ainsi l'occasion d'être un peu plus près du terrain, de la vie universitaire.

Les enseignants-chercheurs de l'EOST ont répondu à l'appel cette année : toutes les

demandes de visites ont été satisfaites. Une dizaine de présentations ont été effectuées face à près de 400 élèves qui ont ainsi pu découvrir les attraits des disciplines des Sciences de la Terre et les percevoir sous l'angle des mathématiques et de la physique également.

En parallèle de ce dispositif, les enseignants-chercheurs de l'EOST sont sollicités directement par des collègues et lycées pour effectuer des interventions dans le cadre de journées Portes ouvertes ou de manifestations thématiques (Les cordées de la réussite, Semaine des mathématiques appliquées, Rencontre des métiers, Forum de l'orientation, etc.).

### ACCUEIL DES ENSEIGNANTS DU SECONDAIRE

Le 15 avril, et pour la troisième année consécutive, une quinzaine d'enseignants de lycées en SVT, Physique-Chimie et Sciences de l'ingénieur ont eu l'opportunité d'assister à une journée de présentation de l'EOST, des filières de formation et des métiers en Sciences de la Terre.

Ils ont ensuite visité le BCSF-RéNaSS et une salle de TP de physique des roches et des sols, puis une salle de préparation d'échantillons ou un laboratoire de physique des roches et des sols. Ils ont été très intéressés et curieux des moyens utilisés, des méthodes de recherche et des photos de terrain dépaysantes !

Ces visites se sont déroulées dans une ambiance agréable, avec la volonté d'échanger et d'instaurer d'autres partenariats entre les acteurs de l'enseignement du secondaire - principaux médiateurs auprès des lycéens - et de l'université pour mieux informer les futurs étudiants.

Dans cette perspective, l'EOST a été sollicitée dans le même temps par un groupe d'enseignants du lycée Marc Bloch (Bischheim) pour participer à un projet commun dont l'objectif est le décroisement des sciences étudiées : SVT, Mathématiques, Physique-Chimie et Sciences de l'Ingénieur, par le biais de situations concrètes.

À travers ces actions tournées vers les lycées, l'EOST a la volonté de communiquer davantage sur les formations en sciences de la Terre, les enseignements dispensés et les perspectives professionnelles qu'offrent ses filières.

Magali Pierrat

Photo > [1] visite d'une salle de TP par les enseignants du secondaire le 15 avril 2015 à l'EOST - ©M. Pierrat

## ÉVOLUTION DE LA FORMATION D'INGÉNIEURS À LA RENTRÉE 2015-2016

**Dans un souci d'amélioration continue de la formation d'ingénieur de l'EOST, un certain nombre de modifications sont proposées pour la rentrée 2015/2016.**

En première année, les modifications de la maquette portent sur la suppression des remises à niveau en mathématiques et en géologie, qui sont remplacées par des enseignements en ligne de mathématiques, d'électromagnétisme et de géologie permettant de développer l'autonomie des élèves grâce à l'intégration de nouvelles méthodes pédagogiques d'auto-apprentissage. De plus, un soutien et un suivi en mathématiques sera assuré au fil du premier semestre.

En deuxième année, dans l'objectif de renforcer l'attractivité internationale, de favoriser l'accueil d'étudiants étrangers et d'améliorer l'aptitude des élèves à travailler en contexte international, les enseignements du second semestre seront assurés en anglais. Les modules de « Géomécanique » et de « Géophysique en forage », initialement en troisième année, passent en deuxième année et deviennent obligatoires pour tous les élèves. Une part plus importante sera donnée aux interventions de nos partenaires industriels dans le cadre des modules optionnels.

La troisième année d'école comporte 3 parcours : Géophysique appliquée à l'exploration-production des matières premières, Géophysique appliquée à la géotechnique et HydroG3 (Hydrogéologie, Hydrogéophysique, Hydrogéochimie) avec un tronc commun aux trois parcours et des enseignements spécifiques à chaque filière. Les modules de « Géostatistique », « Géothermie » et « Hydrogéophysique » passent dans le tronc commun et deviennent obligatoires pour les trois parcours.

Ces évolutions de maquette de la formation d'ingénieurs ont été établies en concertation avec les partenaires industriels, les enseignants et les étudiants afin de répondre aux besoins à venir des entreprises du secteur de la géophysique.

Florence Beck

## BILAN JOURNÉE PORTES OUVERTES

**CHAQUE ANNÉE AU PRINTEMPS, L'EOST OUVRE SES PORTES AUX LYCÉENS ET ÉTUDIANTS EN RECHERCHE DE FILIÈRE DE FORMATION.**

Cette année encore, étudiants de l'EOST et enseignants-chercheurs étaient présents pour accueillir les quelques 90 visiteurs ou groupes de visiteurs venus s'informer des différents parcours de formation proposés à l'EOST. La journée s'est déroulée le samedi 14 mars de 9h à 17h en continu dans les locaux de l'EOST. Les différentes filières ont fait l'objet de présentations en amphithéâtre par leurs responsables. Tout au long de la journée, les étudiants et enseignants ont répondu aux questions des visiteurs dans le hall de l'EOST.

Beaucoup d'interrogations sont liées à l'orientation : vaut-il mieux faire une « prépa » ou une licence pour intégrer l'école d'ingénieur ? Est-ce que je peux faire une licence en Sciences de la Terre alors que mes résultats en Physique sont moyens ? Est-ce qu'on peut travailler dans l'environnement avec un diplôme de l'EOST ?... D'autres concernent les conditions de formation : Combien y a-t-il d'étudiants en Licence ? Est-ce que les profs nous aident lorsqu'on a un problème dans une matière ? Y a-t-il une bonne ambiance au sein des promotions ?

Véronique Bertrand



>> RÉFÉRENCES ET NOTES  
BCSF : [www.francesisme.fr](http://www.francesisme.fr)

<sup>1</sup> Echelle de magnitude : La magnitude d'un tremblement de terre est une échelle ouverte (logarithmique) qui mesure la quantité d'énergie libérée au foyer d'un séisme.

<sup>2</sup> Intensité d'un séisme : L'estimation de la sévérité d'une secousse au sol est quantifiée sur une échelle de I à XII, à partir des effets produits sur des indicateurs communs (personnes, objets, mobilier, constructions, environnement).

Photos > [2] Photo de groupe à l'assemblée générale de l'association le 7 février 2015 durant laquelle la signature de la convention a été annoncée. ©PUI

## OBSERVATOIRE

### SISMOLOGUES ET POMPIERS, UNE NOUVELLE COLLABORATION

De la secousse imperceptible au tremblement de terre dévastateur, les séismes sont sous la surveillance du Bureau Central Sismologique Français (BCSF) basé à l'EOST. Cet observatoire a pour mission de collecter, analyser et faciliter la diffusion de l'ensemble des informations sismologiques affectant le territoire français. Pour recueillir des données, les sismologues du BCSF sont amenés à intervenir directement sur les terrains de catastrophes naturelles. Sur ces lieux accidentés, l'ONG Pompiers de l'Urgence Internationale intervient quant à elle avec des missions de sécurité et de secours aux personnes.

Les deux partenaires ayant décidé d'améliorer mutuellement leurs compétences et leurs expertises, la collaboration a été formalisée le 7 février par une convention signée pour 5 ans.

Caractériser les événements sismiques pour mieux comprendre le risque. Les stations sismologiques réparties sur l'ensemble du territoire permettent de collecter l'ensemble des données relatives aux secousses qui se produisent sur

notre territoire. Pour chaque tremblement dont la magnitude est supérieure à 3,7(1), le Bureau Central Sismologique Français (BCSF) déclenche une enquête pour collecter des données de terrain sur les effets produits par le séisme afin de déterminer son intensité(2), c'est-à-dire le niveau de sévérité de la secousse au sol pour chaque commune. Les analyses portent sur les effets aux personnes, aux objets, aux mobiliers, et les dégâts aux constructions et à l'environnement. Témoignages de particuliers et enquêtes préfectorales (mairies, gendarmeries, centre de secours) sont les premières

phases du recueil de données. Mais dans les situations les plus graves, avec notamment des dégâts sur les constructions, cela ne suffit pas. Le BCSF dispose alors d'un groupe d'intervention macrosismique (G.I.M.), composé d'une cinquantaine de scientifiques sismologues prêts à intervenir sur le terrain pour analyser les effets sismiques.

#### UN ÉCHANGE DE SAVOIR-FAIRE POUR AUGMENTER L'EXPERTISE DE CHAQUE PARTENAIRE

L'ONG Pompiers de l'Urgence Internationale, constituée de professionnels du secours (135 membres), apporte au groupe d'intervention du BCSF son savoir-faire sur les aspects de sécurité civile et de sensibilisation de la population aux risques. De son côté, le BCSF donne conseil et expertise scientifique sur la thématique de la sismologie et le risque sismique aux membres de l'ONG. La collaboration se traduit par des actions de formation, d'aide à la rédaction de documents techniques, de prêt de matériel (sismomètres, posters, maquettes, simulateur, matériels de secours) ou encore, par l'organisation de missions conjointes.

C'est le séisme au Népal qui a inauguré en avril ce dernier volet de la convention avec la participation de Christophe Sira, membre du BCSF, au groupe d'intervention de Pompiers de l'Urgence Internationale à Katmandou.

## PREMIÈRE MISSION COMMUNE BCSF/PUI AU NÉPAL

**QUESTIONS À CHRISTOPHE SIRA, CHARGÉ DES ÉTUDES MACROSISMiques AU BUREAU CENTRAL SISMOLOGIQUE FRANÇAIS (EOST) ET RESPONSABLE OPÉRATIONNEL DU GROUPE D'ÉTUDES MACROCOSMIQUES (GIM).**



**Vous avez participé à la mission au Népal des « Pompiers de l'urgence internationale » du 27 avril au 2 mai. Dans quel cadre s'est déroulée cette mission ?**

Les pompiers de l'urgence internationale ont été l'une des 7 premières équipes arrivées à Katmandou, sur 61 équipes engagées. Nous avons quitté le Népal le 2 mai, après que la totalité des zones affectées de Katmandou aient été explorées selon les plans de l'ONU. PUI est la seule ONG française certifiée par l'ONU. Suite au séisme de Katmandou, PUI a mis en place dès le 25 avril une équipe légère de 6 personnes pour une mission d'évaluation rapide et de recherche de victimes. Cette unité restreinte, demandée par l'ONU, permettait des recherches vers des zones extérieures à Katmandou qui n'ont pu avoir lieu, faute d'hélicoptère disponible sur place.

Mes fonctions au BCSF concernent l'estimation des intensités macrosismiques (sévérité de la secousse au sol) réalisées notamment à partir de l'analyse des vulnérabilités des bâtiments et des niveaux d'endommagements selon l'échelle macrosismique européenne (EMS-98). Cette compétence intéresse PUI, car l'ONU demande, dans les équipes certifiées, un ingénieur structure ou, ce qui est mon cas, un personnel ayant des connaissances sur les effets des séismes sur les bâtiments. De plus, la sismologie permet de mieux appréhender le risque sismique. Cette intégration au sein de Pompiers de l'Urgence Internationale est directement liée à la convention signée en début d'année entre le Bureau Central Sis-

mologique Français (EOST) et l'association (voir l'article à ce sujet en page 4).

**Quelle était la composition du groupe et votre mission dans l'équipe ?**

Le groupe était composé d'un chef d'équipe, d'un binôme cyno-technique avec 2 chiens de recherche, d'un médecin, d'une spécialiste du sauvetage et déblaiement, et de moi-même. Mes fonctions principales sont clairement définies au sein du groupe : il s'agit pour moi de déterminer la vulnérabilité initiale du bâtiment (classée de A à F), de décrire le mécanisme et le niveau d'endommagement (5 degrés) pour appliquer un niveau de dangerosité pour l'intervention (d'un risque faible à très important). Ensuite, il faut tâcher de repérer les effets d'une éventuelle réplique sur les structures endommagées du bâtiment principal ou des bâtiments voisins (zone de faiblesse) afin d'apporter au chef d'équipe des éléments complémentaires pour la sécurité des spécialistes engagés et des populations.

**Quelles ont été les actions du groupe sur place ?**

La situation locale était très complexe et très changeante sous la direction des autorités népalaises. Les dommages liés à des effets de site lithologiques et topographiques (conditions locales particulières amplifiant la sévérité de la secousse) ont généré des effets assez localisés avec des contrastes forts en terme de dommages sur Katmandou. Une grande partie de la ville, non affectée, continuait à vivre "à peu

près normalement", même s'il était visible qu'une partie de la population avait quitté ou était en train de quitter la ville. Il s'agissait pour PUI de réaliser la première phase des recherches, c'est-à-dire l'évaluation rapide, avec un premier repérage de personnes vivantes et retenues sous les décombres grâce au travail des chiens ou de la caméra. Dès notre arrivée nous avons exploré de nuit un quartier de la ville de Baktapur, où les dommages étaient très importants. De nombreuses constructions en maçonnerie de briques et plancher en bois étaient totalement effondrées. Sous ce type de structure la probabilité de retrouver des survivants est très faible comparée aux constructions en ossatures poteaux-poutres en béton, car les zones de survies y sont rares.

Nous avons travaillé sur le secteur ouest de la ville en collaboration avec des équipes espagnole et chinoise. Une deuxième équipe de 15 personnes était prête à nous rejoindre dès le deuxième jour si le besoin avait été confirmé, ce qui n'a pas été le cas.

**Quel bilan tirez-vous de cette expérience ?**

Ma première pensée va d'abord aux victimes frappées par cette catastrophe et à leur formidable dignité sur les décombres de leur maison. Je pense à tous ceux qui ont perdu la vie ou leur famille à Katmandou et dans les villages de haute montagne. Au bruit des nombreux avions, et de notre arrivée sur le terrain, le visage des népalais s'éclairaient d'espoir. Ambassadeur de votre soutien, nous aurions tant aimé faire plus en retrouvant des personnes en vie. Nous avons rencontré des situations complexes qui ont dévoilé chez nous des capacités d'adaptation que nous ne soupçonnions pas. Ces situations de catastrophes nous poussent à la découverte des autres comme de nous-même, mais le principe fondamental reste l'esprit collectif, l'unité du groupe. Scientifiquement, ce séisme m'a permis d'aborder de nombreuses pratiques nouvelles, mais aussi de faire appel à des techniques d'enquête que j'utilise en France. En tant que coordinateur du Groupe d'Intervention Macrosismique du BCSF (GIM), l'expérience au Népal va me permettre d'en améliorer certains aspects organisationnels.

D'autres idées sont nées de cette expérience de terrain, notamment celle de souhaiter que les scientifiques se rapprochent un peu plus des équipes de recherche et de secours de l'ONU afin d'apporter leurs analyses de l'évènement pour maximiser les chances de retrouver des personnes en vie. En effet, l'image commune de l'épicentre d'un séisme représenté par un point n'aide pas les secours et les autorités du pays à comprendre que

la rupture se propage sur toute la longueur de la faille (ici, sur près de 150 km) et que l'énergie libérée par le mouvement du plan de faille génère des dégâts pouvant se répartir sur une zone plus grande qu'un simple cercle concentrique autour de l'épicentre.

Le 25 avril, la révision en cours de matinée de la magnitude passant de 7,4 à 7,9, soit une énergie dissipée cinq fois et demi supérieure, a changé radicalement notre vision de la dangerosité du séisme. La surface de la faille qui a rompu lors du séisme, laquelle est proportionnelle à la magnitude, pouvait alors s'étendre jusqu'à la ville de Katmandou. Il a fallu attendre les premières interprétations des sismologues pour connaître dans quelle direction était la rupture, à partir de l'épicentre, lui-même situé à l'ouest de la ville. Les effets induits (éboulements, avalanches), sont également générateurs de dommages importants, même loin de l'épicentre. Une vision large et rapide de la zone est nécessaire. Mais pour cela il faut des moyens aériens importants, ce qui semblait terriblement manquer au Népal. D'autres actions pourraient également être menées sans attendre la fin des recherches de personnes, comme l'évacuation des populations de l'ensemble des bâtiments

non ruinés dans l'attente d'une évaluation rapide et systématique des dommages sur les immeubles non effondrés. Beaucoup d'habitants ont préféré dormir à l'extérieur des maisons, sous les tentes, mais nous avons trouvé des bâtiments extrêmement dangereux où les gens continuaient à travailler. Même si l'uniforme de pompiers donne ici plus de poids à nos conseils, les répliques ont généré leur lot d'effondrements secondaires et de victimes.

Ces catastrophes appellent à une organisation exceptionnelle, mais chaque pays, chaque séisme, chaque culture a ses particularités et l'organisation des secours doit sans cesse se remettre en question pour parfaire son système. Dans ces situations, le temps qui passe est notre ennemi, et de nombreux détails additionnés les uns aux autres pourraient encore faire gagner du temps au secours pour sauver des vies.

Ce qui m'attriste sans doute le plus est que, faute de moyens et de compétences techniques, ces populations reconstruiront les mêmes maisons avec le même niveau de vulnérabilité qu'avant le séisme. Ce n'est pas le séisme qui tue mais les constructions dans lesquelles nous vivons.

**C'était la première action conjointe après signature de la convention entre le BCSF et PUI. Confirme-t-elle l'intérêt d'une collaboration ?** En France, la statistique est de 1 séisme majeur par siècle, le dernier était en 1909. Pour le BCSF, approcher un événement comme celui-ci permet de se préparer au prochain séisme français en métropole ou aux Antilles. Nous pouvons ainsi anticiper les conditions difficiles de terrain afin



5

## VISITE DES TABLES VIBRANTES DU CEA À SACLAY

Onze personnes de l'EOST se sont rendues au Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) à Saclay le 2 avril pour une visite de la plateforme d'essais Tamaris (Tables et moyens d'analyses des risques sismiques).

Celle-ci est composée d'un mur de réaction, permettant des essais en poussée, d'une fosse de 15 m, permettant de tester des éléments de grande longueur, et de 4 tables vibrantes. La table Azalee est la plus importante en Europe du fait de ses 6 degrés de liberté (axes d'excitation), de sa charge maximale de 100 tonnes et de sa dimension de 6 m x 6 m. Ces installations permettent de tester la résistance de bâtiments, structures ou équipements, à l'échelle 1 ou réduite, aux secousses sismiques. Nous avons été accueillis chaleureusement par la directrice du Laboratoire d'études de mécanique sismique (EMSI), Evelyne Foerster, et le responsable de la plateforme, Thierry Chaudat. Après une présentation du laboratoire, des projets en cours et des caractéristiques des installations, nous avons pu appréhender l'ampleur des infrastructures et observer la mise en place d'un équipement sur la table Azalee.

Antoine Schlupp

Photo > [5] photo du groupe lors de la visite - ©CEA  
>> RÉFÉRENCE Plateforme Tamaris : [www-tamaris.cea.fr](http://www-tamaris.cea.fr)

que notre travail d'observatoire puisse être réalisé dans les meilleures conditions possibles avec toute la rigueur scientifique et la sécurité nécessaires. Transférer nos connaissances vers les professionnels du secours est l'une de nos missions, tout comme celle de le faire auprès des populations, pour une meilleure prévention du risque sismique.

Véronique Bertrand, Christophe Sira

Photos > [3] Quartier de Syuchatar (ouest de Katmandou), ©C. Sira, PUI, [4] Christophe Sira de dos à Ring Road Balaju (quartier nord-ouest de Katmandou) ©A. Dupuis, PUI

>> RÉFÉRENCES

PUI : [www.pompiers-urgence.org](http://www.pompiers-urgence.org)  
BCSF : [www.franceseisme.fr](http://www.franceseisme.fr)

## L'OBSERVATOIRE SISMOLOGIQUE DU NORD-EST DE LA FRANCE

**La surveillance sismologique régionale fait peau neuve, avec la mise en place récente de l'Observatoire Sismologique du Nord-Est de la France (ObsNEF) qui vient succéder à ce qu'on appelait traditionnellement le réseau Fossé Rhénan.**

Cette refonte a d'abord été inspirée par une évolution majeure du réseau instrumental, qui se modernise, se densifie et s'agrandit grâce à plusieurs projets en cours. Il s'agit bien sûr du volet de Construction Large-Bande (CLB) de la très grande infrastructure RESIF, qui permet l'installation de nouvelles stations large bande, dont les signaux transmis en temps réel à l'EOST sont intégrés à la routine du BCSF-RéNaSS et distribués librement via le portail RESIF. Suivant des critères stricts définis par le projet CLB en termes d'infrastructures et de bruit, l'ObsNEF est donc en charge d'installer et de maintenir ce nouveau réseau qui s'étend depuis la Champagne et la Bourgogne jusqu'au Fossé Rhénan.

Le second projet, financé par le Labex Géothermie profonde, a permis d'installer un nouveau sismomètre large-bande et un accéléromètre fond de puits, à 200 m de profondeur, à Soultz-sous-Forêts. En plus de la surveillance sismologique régionale, cet instrument est destiné à caractériser l'amplification du site, et à détecter d'éventuels mouvements lents autour du réservoir géothermique.

Un troisième projet important, financé par l'ADEME, a pour objectif de densifier le réseau dans la région Alsace afin de diminuer la magnitude de complétude (équivalant au seuil de détection) pour améliorer la surveillance, notamment en raison du développement des sites d'exploitation géothermiques. Huit nouvelles stations seront donc installées à brève échéance (fin 2015) et intégrées au réseau permanent.

L'ObsNEF est aussi fortement impliqué dans le projet pluri-national AlpArray, dans l'attente d'un financement français. Parmi un réseau dense sur l'ensemble de l'arc alpin à l'échelle européenne, une trentaine de stations large-bande transmises par réseau mobile seront implantées par

l'équipe de Strasbourg (EOST-IPGS) pour une durée de 2 ans depuis Bourg en Bresse jusqu'à la Moselle. Enfin, l'ObsNEF se voit en charge de nouvelles tâches, notamment dans son rôle d'observatoire indépendant de surveillance de l'activité sismique en Alsace de par les projets de géothermie locaux et régionaux. Il participe notamment au conseil consultatif sur la géothermie mis en place par la Communauté Urbaine de Strasbourg, ainsi qu'aux discussions avec la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL).

Cécile Doubre

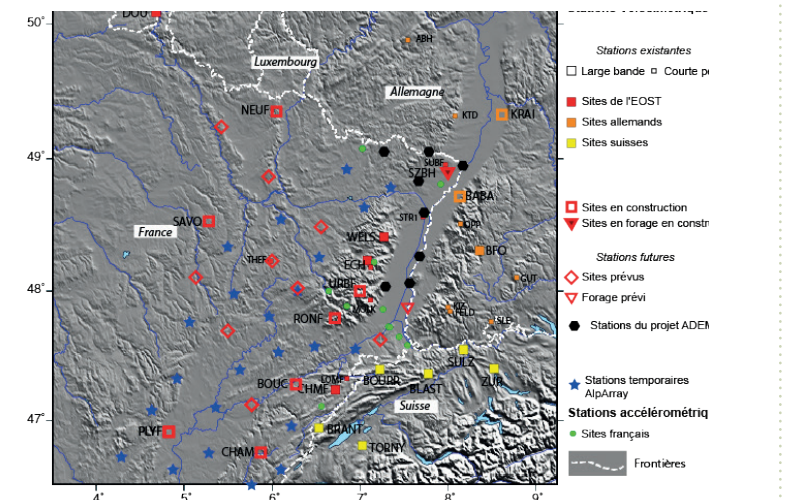
Photo > [6] implantation actuelle des stations - ©Obsnef

>> RÉFÉRENCES Résif : [www.resif.fr](http://www.resif.fr)  
Obsnef : [obsnef.unistra.fr](http://obsnef.unistra.fr)



4

6



## RECHERCHE

LES SÉISMES DU NÉPAL  
DÉCRYPTÉS PAR UN  
TECTONICIEN DE L'EOST,  
SPÉCIALISTE DE LA RÉGION

Un puissant séisme de magnitude Mw 7.9 a frappé le centre du Népal le samedi 25 avril 2015 à 11h46 heure locale (8h11 heure de Paris). La rupture initiée à 80 km au nord-ouest de Katmandou s'est propagée vers l'est sur plus de 150 km. Cet événement est l'un des plus grands séismes au Népal depuis le tremblement de terre de magnitude 8.4 en 1934. A ce jour, le séisme a fait plus de 8000 morts et 15000 blessés. Les dégâts sur les habitations et les routes sont nombreux, des immeubles se sont écroulés à Katmandou. De nombreux glissements de terrain et avalanches rocheuses sont signalés jusque dans la haute chaîne de l'Himalaya. Pour mémoire, le séisme de 1934 avait

fait plus de 15 000 victimes, le séisme plus récent de Wenquan en Chine en 2008 dans un contexte similaire (à l'Est du Tibet), avait fait 80 000 victimes.

Ce séisme a eu lieu le long de la zone de collision entre les plaques de l'Inde et l'Eurasie qui convergent à une vitesse d'environ 20 mm/an le long de l'Himalaya. Les contraintes accumulées par cette convergence sont relâchées périodiquement lors de séismes majeurs sur les failles du front Himalayen. Plusieurs de ces événements de magnitude 8 ont eu lieu durant le siècle passé, comme le séisme du Cachemire (2005), le séisme de Kangra (1905), le séisme de l'Assam (1950) ou encore le séisme de Bihar au Népal (1934).

Le séisme a été suivi de nombreuses répliques, plusieurs de magnitudes supérieures à 6 et une réplique majeure de magnitude Mw<sup>1</sup> 7.2 le 12 mai. La répartition des répliques sur une surface de plus de 150 km de long par 50 km de large, ainsi que l'analyse du mécanisme au foyer, montrent que la faille qui a rompu est une partie du chevauchement frontal de l'Himalaya, faille à faible pente (5 à 10°) qui forme le contact entre la plaque Indienne qui plonge vers le nord et la chaîne de l'Himalaya. Les analyses préliminaires sismologiques et interférométriques indiquent un glissement de la faille de plusieurs mètres

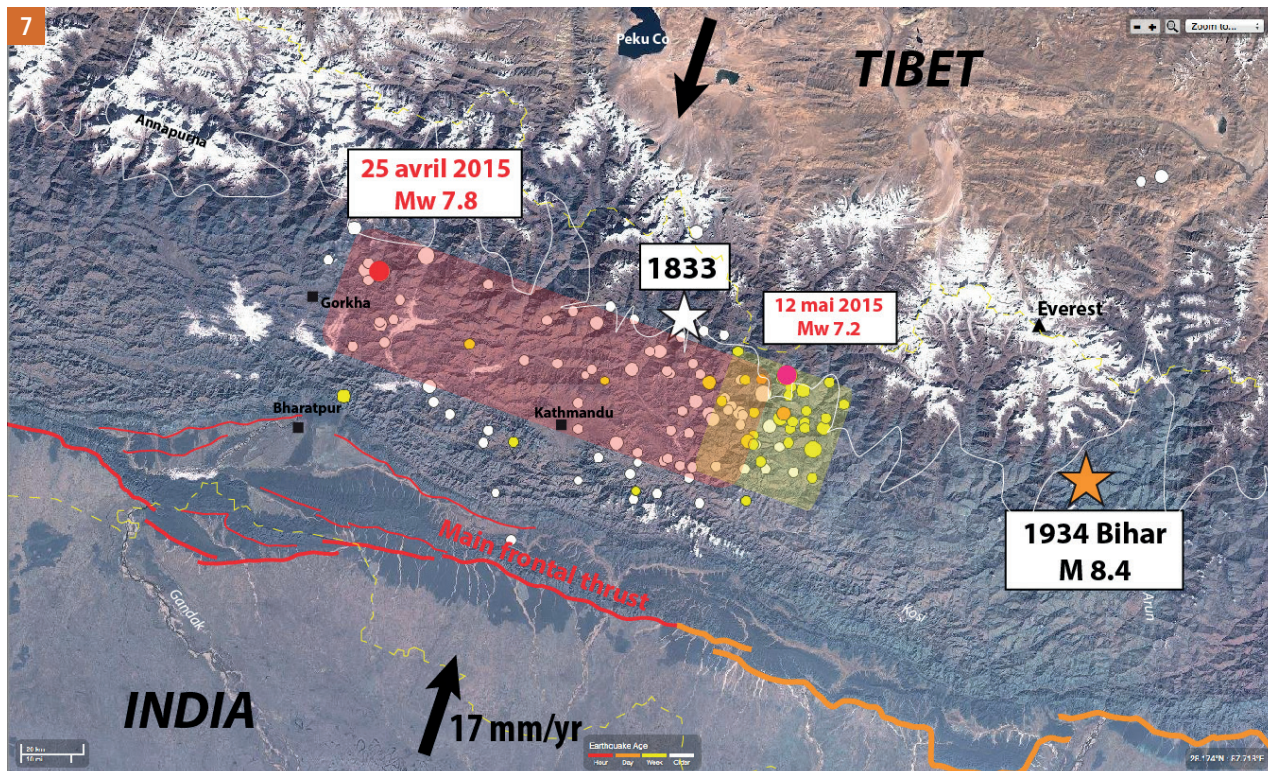
entre 10 et 15 km de profondeur sous la partie centrale du Népal au nord de Katmandou, sans ruptures en surface.

Les observations de localisation de la rupture, c'est-à-dire les dégâts en surface et la répartition des répliques, suggèrent que ce séisme se situe dans une lacune sismique identifiée entre les ruptures de 1934 à l'Est et 1505 à l'Ouest, segment de la faille frontale appelée MFT (Main Frontal Thrust) qui n'a pas rompu depuis le séisme historique de 1344. Ainsi, de manière similaire à la séquence sismique de 1255 puis 1344, le séisme de 2015 suit celui de 1934 (avec 81 au lieu de 89 ans d'écart). Le séisme de 2015 se situe par contre dans la zone du séisme de 1833, qui, comme en 2015, n'a pas rompu jusqu'à la surface, c'est-à-dire la partie la plus superficielle du MFT qui émerge 50 km au sud de Katmandou. Il est donc probable que le séisme du 25 avril, même additionné au séisme de 1833, n'ait pas fini de relâcher l'ensemble des contraintes accumulées depuis 1344 et que un ou plusieurs autres séismes majeurs sont à attendre le long de cette partie népalaise de l'Himalaya.

Jérôme van der Woerd, tectonicien à l'IPGS

>> NOTE

<sup>1</sup>Mw : La magnitude de moment est une des échelles logarithmiques qui mesurent la magnitude d'un séisme, c'est-à-dire sa puissance.



## GÉOTHERMIE PROFONDE : PROJET EGS ALSACE

Lancé en Janvier 2015, EGS Alsace, porté par le Groupe ES et l'EOST avec le soutien de l'ADEME, est un projet de recherche industrielle sur la géothermie profonde (EGS (Enhanced Geothermal System)).

UNE OPPORTUNITÉ  
DE DÉVELOPPEMENT OFFERTE  
PAR L'ADEME

Abrité par la Chaire industrielle de Géothermie de Strasbourg, le projet a été monté durant le dernier trimestre 2014 pour répondre aux besoins de l'ADEME en matière de R&D consacrée à la recherche industrielle et appliquée à une région en plein essor dans le domaine de la géothermie profonde, l'Alsace. L'aide attribuée au projet par l'ADEME, validée en décembre 2014 par la commission nationale des aides de l'ADEME, s'élève à 3M€ sur 4 ans (2015-2019). Compte tenu des co-financements apportés par les partenaires, le projet EGS Alsace totalise 5,3 M€ de travaux de R&D en géothermie profonde à finalité industrielle. Il associe un partenaire industriel : le Groupe ES et sa filiale ES-Géothermie, et un partenaire académique : l'EOST.

## UN CONTEXTE PRÉÉTABLI

Le projet EGS Alsace s'inscrit dans un contexte de développement de la filière de géothermie profonde de type EGS, dont le Fossé Rhénan a été le précurseur.

Les projets déjà bien avancés dans le Fossé Rhénan (Soultz-Sous-Forêts, Rittershoffen, Landau, Insheim) témoignent de la complexité et du temps nécessaire à la mise œuvre des projets de géothermie profonde : Investissements importants, compréhension de la ressource et de son milieu, maintenance des installations, acceptabilité sociétale des projets...

UN PROGRAMME DE RECHERCHE  
À VOCATION INDUSTRIELLE

Un des objectifs du projet EGS Alsace est de valoriser les compétences et expériences acquises, ainsi que les données scientifiques des sites géothermiques de la région, pour l'exploitation industrielle de la géothermie profonde, énergie renouvelable et décarbonée. Le projet est structuré en 7 volets qui couvrent l'ensemble des domaines scientifiques et techniques engagés, aussi bien pour l'exploration, la caractérisation de réservoir, la gestion de données, que pour l'exploitation.

L'EOST, en tant que partenaire académique, est notamment impliquée dans le développement d'outils d'exploration basés sur l'analyse du bruit sismique ou les méthodes potentielles (gravimétrie, électromagnétisme), l'opti-

misation de l'exploitation du réservoir à partir de la micro-sismicité, la surveillance sismologique et géodésique régionale et la mise en place d'un centre de données de géothermie profonde. Un accent particulier est également mis sur le renforcement de l'acceptabilité des projets de géothermie profonde.

Abigaëlle Peterschmitt

>> RÉFÉRENCE

LabEx G-eau-thermie profonde : <http://labex-geothermie.unistra.fr>

La géothermie profonde EGS : La géothermie profonde haute température est définie selon le code minier français par des températures du fluide exploité supérieures à 150°C et plus de 1500m de profondeur. Le terme EGS, qui signifie Enhanced Geothermal System, désigne une technique d'amélioration d'un système géothermal profond par stimulation hydraulique, thermique ou chimique des fractures existantes.

Image > [7] Position des derniers grands séismes du Népal. En rose, plan probable de rupture du séisme de magnitude 7.9 du 25 avril 2015 (répliques en blanc). En jaune, rupture du séisme du 12 mai de magnitude 7.2 (répliques en jaune). En orange, position du séisme de 1934 et extension de la rupture le long du MFT. X - ©J. van der Woerd / Fond de carte USGS.

Photo > [8] Centrale Ecogi de Rittershoffen - ©J. Vidal

## LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE MINÉRALOGIE ET DE CRISTALLOGRAPHIE TIENT SON ASSEMBLÉE GÉNÉRALE À L'EOST

Le programme de la journée prévoit également une visite à "Mineral & Gem", bourse internationale aux minéraux qui se tient chaque année à Sainte-Marie-Aux-Mines. Depuis 2014, l'EOST participe à cet événement en animant deux ateliers sur la sismologie et le cycle de l'eau. Cette année, c'est l'association Géosciences pour tous (voir l'article dans le numéro de mars 2015) qui prend le relais du 25 au 28 juin.

La Société Française de Minéralogie et de Cristallographie (SFMC) est une société savante fondée le 21 mars 1878, reconnue comme établissement d'utilité publique (décret du 2 février 1886). La Société Minéralogique de France (ancien nom de la SFMC) est fondée « pour établir un lien entre tous ceux qui s'intéressent aux progrès de la Minéralogie et de la Cristallographie » (article premier du bulletin de 1882). Au-delà du regroupement des minéralogistes de France en une communauté unie et identifiée, la raison d'être de la SFMC réside dans la participation à l'émulation scientifique dans le domaine de la minéralogie et de la cristallographie, et se traduit chaque année au travers de la co-organisation de manifestations scientifiques telles que des écoles d'été, la participation au financement de colloques à l'échelle nationale et internationale, et le partenariat dans la publication de revues à

comité de lecture en minéralogie et cristallographie (Elements et European Journal of Mineralogy, ainsi que par le passé, le Bulletin de la Société française de minéralogie et de cristallographie). Enfin, la SFMC décerne également chaque année le Prix de thèse Haüy-Lacroix, distinguant de jeunes chercheurs dont les travaux de doctorat se signalent par leur originalité et leur qualité, dans les domaines de la minéralogie, la géochimie, les sciences des matériaux, l'étude des minéraux dans leur contexte pétrologique et géologique, ou la cristallographie.

Cette année, la SFMC a décidé de délocaliser son assemblée générale annuelle à Strasbourg, en partie en raison de l'ancrage historique fort des activités de recherche

autour de la minéralogie. Elle se tiendra au LHyGeS le jeudi 25 juin à 10h30, et sera accompagnée l'après-midi d'une série de conférences sur les enjeux de l'accès à l'énergie et aux matières minérales sur nos territoires dans des perspectives historiques, actuelles et futures, via l'intervention de membres du conseil d'administration de la SFMC : Simonpietro Di Piero (verres industriels), Bruno Goffé (gaz de schistes), et de scientifiques du LHyGeS : Bertrand Fritz (géothermie), Denis Leybold (gisement et exploitation minière).

Damien Daval

>> RÉFÉRENCE

Mineral & Gem : [www.sainte-marie-mineral.com](http://www.sainte-marie-mineral.com)  
Lettre mars 2015

## CONTRAT DOCTORAL CSIA-AGRI

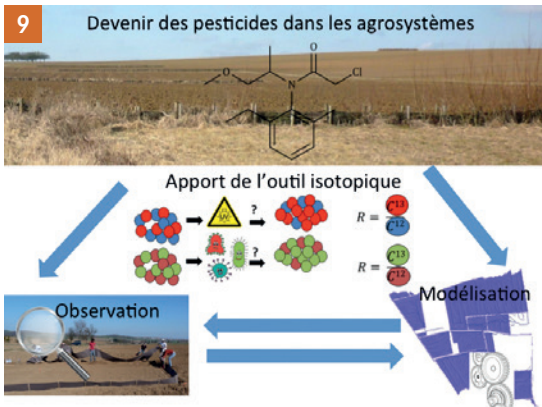


Image > [9] Comment mieux comprendre et prédire le comportement des pesticides en caractérisant l'évolution de leur composition isotopique sur la base d'observations dans les agrosystèmes et d'une intégration de l'évolution du ratio isotopique (R) des pesticides dans les modèles de transport réactif.

>> RÉFÉRENCE Appels d'offres Unistra : [www.unistra.fr/index.php?id=16500](http://www.unistra.fr/index.php?id=16500)

Entre 1 à 2.5 millions de tonnes de pesticides sont appliquées chaque année dans le monde, principalement en agriculture. La législation européenne en la matière souligne clairement le besoin d'améliorer l'évaluation des risques environnementaux et la quantification des sources et des flux de pesticides au sein des hydrosystèmes. Régionalement, cette question préoccupe également des acteurs de la gestion de l'Eau, avec au premier plan l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse, en charge du suivi du devenir des pesticides dans les eaux de surface. En réponse à ces attentes, le projet CSIA-Agri a pour but la caractérisation, la compréhension et la prédiction du devenir d'un groupe de pesticides appliqués à la fois en viticulture et en grandes cultures.

Dans ce contexte, l'analyse isotopique composé-spécifique (AICS) peut permettre de tracer les sources de pesticides de synthèse dans les agrosystèmes, d'identifier et de quantifier la dégradation, et de caractériser les différentes voies de dégradation des pesticides. Le développement d'une telle approche est en cours au LHyGeS, appuyé par la récente acquisition et installation d'un spectromètre de masse à ratios isotopiques (IRMS) dans le cadre du projet IDEX attractivité 2013 BioGeoLink.

Cette recherche vient d'être distinguée dans le cadre de l'appel d'offre IDEX 2015 "Contrats doctoraux" de l'Université de Strasbourg, qui vise à recruter des doctorants de haut niveau sur des sujets identifiés comme particulièrement prometteurs. Ce financement va permettre de renforcer l'équipe du projet grâce à l'arrivée d'un(e) doctorant(e) en septembre prochain pour une durée de 3 ans".

Sylvain Payraudeau, Gwénaél Imfeld



## L'EOST SE DOTE DE NOUVEAUX MOYENS DE CALCUL HAUTE PERFORMANCE

A l'âge du « big data », les géosciences sont actuellement confrontées à une augmentation significative de la quantité de données disponibles. Cette expansion des moyens d'observation est une vraie opportunité pour améliorer notre compréhension de la dynamique des systèmes géologiques et pour mieux imaginer les structures internes de la Terre. Ces gros volumes de données constituent également un défi majeur car ils nécessitent des moyens de calcul importants. L'utilisation de ressources de calcul haute performance est ainsi devenue une composante importante de la recherche en géophysique.

En collaboration avec l'équipe du mésocentre, nous avons récemment installé 4 serveurs de calculs et 40 processeurs graphiques au mésocentre de l'Université de Strasbourg. Ce matériel permet d'accélérer nos calculs en exploitant de nouvelles technologies numériques basées sur cartes GPU (Graphics Processing Units - processeurs graphiques). Ces nouveaux moyens de calcul seront utilisés pour étudier la source des grands séismes et obtenir de nouvelles images des structures internes de la Terre. En particulier, nous développons actuellement de nouvelles approches de modélisation permettant d'aborder ces problèmes de façon probabiliste.

Le projet, d'un budget total de 150 000 €, a été financé par une proposition "IDEX attractivité" portée par Zacharie Duputel. Ce projet est le fruit d'une collaboration entre l'EOST, l'Observatoire Astronomique de Strasbourg et le mésocentre de l'Université de Strasbourg.

Zacharie Duputel

>> NOTES

Le mésocentre de l'Université de Strasbourg est en charge des missions de soutien à la recherche dans les domaines du calcul scientifique et de la visualisation.

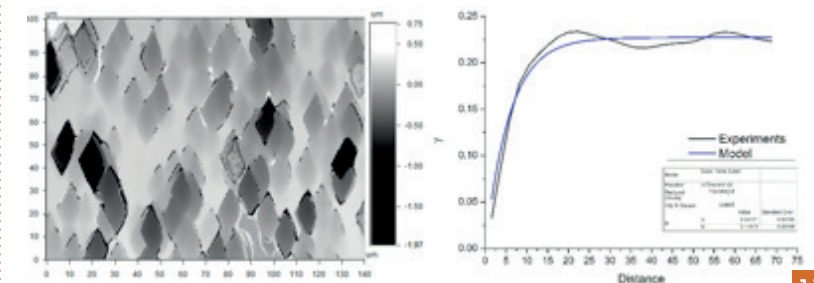
Photo > [10] Serveurs de calcul du mésocentre de l'Université de Strasbourg - ©Unistra

## ACQUISITION D'UN PROFILOMÈTRE PAR INTERFÉROMÉTRIE AU LHYGES

La Commission de la Recherche de l'Université de Strasbourg propose chaque année différents appels d'offres destinés à soutenir l'organisation de colloques et la réalisation de projets scientifiques. Le sous-programme "Attractivité" vise à soutenir les projets de recherche portés par de nouveaux enseignants-chercheurs et chercheurs, ou la mise en place de nouvelles équipes, thématiques ou axes de recherche induisant une restructuration au sein de l'unité de recherche.

Un projet soumis par le LHyGeS et porté par Damien Daval, membre de l'équipe Trehä (Transferts réactifs dans les hydrosystèmes anthropisés), a été retenu. Il est intitulé "Nanometer-scale fingerprints of mineral weathering : from models of crystal dissolution to the determination of biogenicity criteria" et vise à acquérir un profilomètre par interférométrie.

À l'heure actuelle, il n'existe pas de modèle prédisant l'évolution des morphologies nanométriques apparaissant en surface des minéraux lors de leur dissolution. Cela limite notre capacité à construire des lois de vitesse fiables pour anticiper les vitesses d'altération sur le terrain. De plus, il n'existe pas de critères non ambigus de l'action microbienne sur la surface des minéraux lors de leur dissolution. L'objectif du projet est de construire un modèle déterministe des microstructures se formant en surface des minéraux lors de leur dissolution (cf. exemple en Fig. 1). Il s'agit à ce moment de mesurer la topographie de la surface des minéraux par interférométrie et de coupler ces mesures à une modélisation numérique du processus.



À terme, les résultats attendus sont :

- l'amélioration de la description physique de la dissolution des minéraux, et donc la détermination des constantes de temps d'altération sur le terrain ;
- l'identification des grandeurs invariantes lors de la dissolution des minéraux en conditions abiotiques (qui n'implique aucune réaction biologique) pour les comparer aux invariants en conditions biotiques afin de déceler des éléments non ambigus de l'altération biotique (exemple d'application : recherche de vie en contexte extra-terrestre).

Outre le financement de l'Université de Strasbourg, le projet bénéficie du soutien financier du Labex G-Eau-thermie profonde et du soutien scientifique du KIT (Karlsruhe, Allemagne), du LBNL (Berkeley, USA), du laboratoire ISTerre (Grenoble), et de l'ENS Géologie (Paris).

Damien Daval

Image > [11] Image obtenue par interférométrie à balayage vertical illustrant la microtopographie se développant en surface d'un feldspath potassique (face (001)), altéré pendant 43 heures dans une solution basique à 180 °C. Le développement de puits de corrosion en forme de losange est caractéristique de cette face. (b) Variogramme de l'image 1a, représentant la différence de hauteur typique ( $\gamma$ ) en fonction de la distribution des distances horizontales mesurées ( $d$ ) à la surface du cristal. La fonction empirique reliant  $d$  à  $\gamma$  est typique des paramètres (pH, T, orientation cristallographique) caractérisant l'expérience. Figures réalisées dans le cadre des travaux de thèse de Marion Pollet-Villard (LHyGeS).

>> RÉFÉRENCES

Appels d'offres Unistra : [www.unistra.fr/index.php?id=16500](http://www.unistra.fr/index.php?id=16500)

# RECHERCHE

## CONGRÈS DE L'EUROPEAN GEOSCIENCES UNION, VIENNE, 12-17 AVRIL 2015

Comme chaque année, les différentes équipes de recherche de l'EOST ont été représentées au congrès annuel de l'« European Geosciences Union » (EGU) du 12 au 17 avril 2015. Au total, 32 membres de l'EOST ont participé à cet événement. Parmi eux, 17 chercheurs et enseignants-chercheurs, dont huit ont aidé à l'organisation de sessions scientifiques, ainsi que 15 doctorants, et post-doctorants.

L'EGU est une association à but non lucratif. Créée en 2002, elle propose actuellement un catalogue de 17 revues scientifiques en libre accès favorisant une grande diffusion d'articles scientifiques. La qualité de ces revues est en perpétuelle augmentation, comme le montre l'évolution de la courbe de leur « impact factor ».

L'association organise également des réunions et des colloques scientifiques, et développe des activités de vulgarisation, d'éducation et de sensibilisation aux géosciences.

Le congrès annuel de l'association regroupe chaque année à Vienne, en Autriche, des chercheurs européens dans le vaste domaine des géosciences, de l'environnement à la planétologie. Cette année, 11 837 scientifiques de tous âges représentant 108 pays se sont retrouvés à Vienne. Au total, 4870 présentations, 8 489 posters et 750 PICO (Presenting Interactive Content) auront été exposés dans 577 sessions. La France est en troisième position des chercheurs les plus représentés avec 968 participants, après l'Allemagne et le Royaume-Uni.

L'EGU soutient les jeunes scientifiques (étudiants en master, doctorants et post-doctorants) à travers diverses actions et notamment grâce au « Outstanding Student Poster » qui permet aux jeunes lauréats de recevoir une dispense des frais d'inscription pour le congrès suivant et une publication gratuite dans l'un des journaux de l'EGU.

L'année prochaine le congrès de l'EGU se déroulera du 17 au 22 avril 2016 au centre de conférence international de Vienne. Tous les chercheurs sont invités à proposer des sujets de session à partir du mois de juillet 2015.

Marie-Eva Epin

>> RÉFÉRENCE EGU : [www.egu2015.eu](http://www.egu2015.eu)

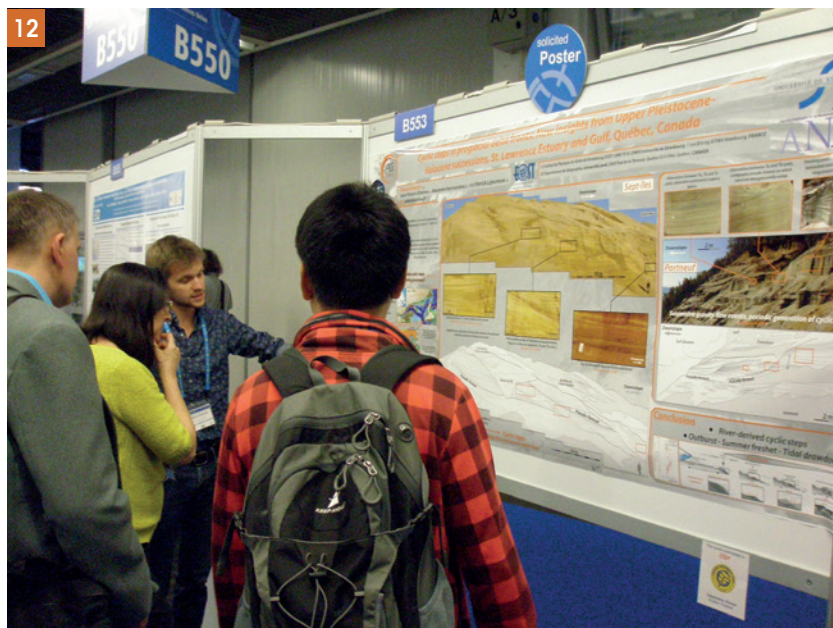
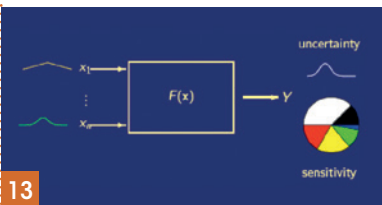


Photo > [12] Pierre Dietrich présentant son poster sur la sédimentation deltaïque proglaciaire ©Marie-Eva Epin  
Image > [13] Each part of the pie chart represents the influence of the input parameter singly or in interaction with others. ©N. Fajraoui

## NOURA FAJRAOUI REMPORTE UN PRIX POUR SA THÈSE SUR LA CARACTÉRISATION DES PARAMÈTRES DE LA MODÉLISATION NUMÉRIQUE

L'université de Strasbourg décerne chaque année des prix destinés à valoriser et à faire connaître les auteurs des travaux de thèse les plus remarquables soutenus au cours de l'année. Elle a attribué un de ses prix de thèse 2014 à Noura Fajraoui pour sa thèse : "Analyse de sensibilité globale et polynômes de chaos pour l'estimation des paramètres : application aux transferts en milieu poreux", préparée au LHyGeS sous la direction d'Anis Younes.



13

Ces travaux concernent l'étude de l'analyse de sensibilité globale et l'estimation des paramètres pour des problèmes d'écoulement et de transport en milieu poreux. Si les équations constitutives des phénomènes d'hydrodynamique et de transport sont aujourd'hui bien connues, et les techniques de résolution numérique maîtrisées, la validation de modèles représentatifs, d'essais de laboratoires ou in situ se heurte à la caractérisation des paramètres.

La thèse se place dans le cadre de la modélisation probabiliste des incertitudes sur ces paramètres et de leur impact sur les prédictions des modèles. L'auteure combine l'analyse de sensibilité globale (ASG) permettant de quantifier l'impact des incertitudes sur les prédictions, et les méthodes bayésiennes de calibration. Lire également l'article (p. 8) de la Lettre de l'EOST de juin 2014 : "Problème inverse et analyse de sensibilité globale en hydrogéologie". Le prix sera décerné à Noura Fajraoui lors d'une cérémonie organisée le 26 juin 2015 au Palais universitaire de Strasbourg.

Véronique Bertrand



14

## COLLOQUE INTERNATIONAL SUR LA SISMICITÉ DU FOSSÉ RHÉNAN

Un colloque international sur la sismicité du fossé rhénan, soutenu notamment par l'Université de Strasbourg et le Cercle Gutenberg, s'est tenu du 11 au 13 mai 2015 à l'EOST. Intitulé "Major Historical Earthquakes of the Rhine Graben, Intraplate - Intraplate Continental Deformation: From archives to comparative seismotectonics", il a été organisé à l'initiative de Mustapha Meghraoui, de l'équipe Dynamique globale et déformation active de l'Institut de Physique du Globe de Strasbourg (IPGS). Plus de 60 participants et spécialistes sismologues, tectoniciens et géologues appartenant à diverses institutions scientifiques françaises et étrangères (Allemagne, Royaume-Uni, Turquie, Israël, Suisse, Italie, USA, Nouvelle-Zélande, Hongrie, et Belgique) ont contribué à cette réunion. L'ouverture du colloque a vu la participation de Paul-Antoine Hervieux, Vice-Président délégué à la recherche de l'Université de Strasbourg, du Professeur Pierre Braunstein, président du Cercle Gutenberg, et du Professeur Ulrich Achauer, Directeur de l'IPGS. Le programme scientifique comprenait 28 communications orales et 7 posters.

La région du Graben du Rhin, situé dans un domaine intra-continental, présente des vitesses de glissement le long des failles très faibles (< 0.5 mm/an), et des temps de retour de séisme élevés (de l'ordre de 2500 à 10000 ans). Les données sont limitées par la durée des catalogues de sismicité et le caractère ponctuel des données géologiques. Les questions du caractère sismique épars, en "cluster" ou séquence, associées aux probabilités d'occurrence d'un important séisme dans la région, ainsi que les modèles de risque, ont été largement débattues lors de ce colloque.

### LES DONNÉES

Les contributions et présentations scientifiques ont permis d'établir l'état de l'art sur la constitution et l'utilisation des catalogues allemands, français et suisses. Le but étant de

mieux déterminer les sources des séismes actuels et historiques, et constituer une base pour les modèles de l'aléa et du risque. Des travaux de sismicité historique, tectonique active, paléo-sismologie, et archéologie ont mis en évidence le potentiel pour l'identification et la caractérisation des failles actives ont été discutés en considérant la collecte des paramètres de faille. Cette collecte est nécessaire pour alimenter les modèles de risque sismique et avoir une meilleure connaissance des temps de retour et de la magnitude maximale des séismes. Les études GPS et InSAR<sup>1</sup> confirment des vitesses de déplacement lentes, proches des incertitudes et des mouvements de fluctuation de la nappe phréatique.

### LES MODÈLES

Des modèles de l'aléa et du risque sismiques à différentes échelles ont été présentés et discutés, tel que le scénario de risque à l'échelle d'une ville ou d'un site industriel. Le modèle ESHMs (European Seismic Hazard Maps), produit par le programme Share (Seismic Hazard Harmonization in Europe) a vivement été débattu. Un modèle prenant en compte l'héritage tectonique et géologique a également été présenté, ainsi qu'un modèle de simulation de magnitude maximum (Mmax).

Ces outils sont importants pour certaines applications industrielles, en raison du risque sismique et de la sismicité induite par les installations telles que les centrales nucléaires et géothermiques. De nombreux projets comportant de telles installations sont en effet en cours dans le fossé rhénan. Ils impliquent l'instrumentation avec une grande densité de stations sismiques, ainsi que l'analyse des caractéristiques physiques et des facteurs d'échelle des séismes induits.

15

## EUROPE ET COMPARAISON À D'AUTRES RÉGIONS

La région du graben du Rhin a été présentée dans le contexte européen et la difficulté d'estimer le risque sismique dans les zones intra-continetales a été évoquée à plusieurs reprises. Puis certaines interventions ont permis de comparer des caractéristiques sismotectoniques, vitesse de faille et récurrence des séismes forts, d'autres régions (Italie, Nouvelle Zélande, Canada, Etats-Unis, Mer Morte, Corinthe, Istanbul).

Le colloque s'est terminé avec une session de discussion générale sur le développement d'un projet sur le potentiel sismique du fossé rhénan et la continuation des travaux sur la sismicité historique, la paléo-sismologie et l'évaluation de l'aléa et du risque sismiques.

Élise Kali

Photos > [14] Photo de groupe devant l'EOST, ©Sabria Meghraoui, [15] Séance posters dans le patio, © E. Kali

<sup>1</sup>InSAR : Interferometric Synthetic Aperture Radar / Radar interférométrique à synthèse d'ouverture. Le principe consiste à utiliser simultanément deux radars imageurs ou le même radar à des temps différents pour étudier les différences de phase point à point et estimer, selon la géométrie de l'acquisition des images, les déformations verticales et horizontales du sol.


**GRAND PUBLIC**


17

### «ROCHES ET FOSSILES D'ALSACE: NAISSANCE, VIE ET MORT D'UNE MER»: EXPOSITION JUSQU'AU 1<sup>ER</sup> NOVEMBRE

Afin de familiariser le public avec les richesses du sous-sol de l'Alsace et avec son histoire géologique, le château de Lichtenberg présente depuis juillet 2014 une exposition sur le thème « Naissance, vie et mort d'une mer ». À travers des fossiles et des roches remarquables, est illustrée une page de l'histoire de l'Alsace qui se déploie de - 250 à - 200 millions d'années. Une vaste plaine alluviale où se sont déposés les futurs grès roses des Vosges est progressivement submergée par une mer issue de l'est de l'Europe apportant avec elle une riche faune marine. La mer séjourne longtemps en Alsace avant de se confiner, de se sursaler et de s'assécher sous un climat devenu aride.

Cette histoire en trois temps qualifiée de « Trias » par les géologues, rend compte de la superposition, au cours du temps, de trois formations géologiques : les grès roses du Buntsandstein que surmontent les calcaires fossilifères du Muschelkalk qui, à leur tour, sont coiffés par les roches salines du Keuper. Les échantillons exposés proviennent des collections géologiques et paléontologiques de l'EOST et Jean-Claude Gall, professeur émérite à l'EOST, est l'un des commissaires de l'exposition. Celle-ci est proposée par La Communauté de Communes du Pays de La Petite Pierre en partenariat avec le Jardin des Sciences de l'Université de Strasbourg.

#### Quelques commentaires extraits du Livre d'or :

- « C'est très intéressant ! Je n'avais jamais vu de lys de mer ! » Lucas 10 ans
- « J'ai bien visité le château, l'exposition super ! Je vous félicite et merci. » Lina 8 ans
- « Belle exposition et c'est bien de sortir les réserves des musées pour les mettre en valeur dans un autre site. »
- « Château superbement restauré, exposition très claire et bien présentée, très instructive. »
- « Très beau voyage au Trias ! Mieux que Jurassic Park ! »
- « Félicitation pour la nouvelle expo. L'ancienne était déjà bien, mais celle-ci est très belle et ludique. »



16

#### LE CHÂTEAU

Construit dès le début du XIII<sup>e</sup> siècle par la puissante famille des Lichtenberg, le château est embelli et transformé par l'architecte Daniel Specklin au XVI<sup>e</sup> siècle. Le château est pris par les troupes de Louis XIV en 1678 et débute sa nouvelle vie de forteresse, remaniée au XVII<sup>e</sup> siècle par Vauban.

Lors de la guerre de 1870, opposant les troupes de Napoléon III aux Prussiens, le site est bombardé et laissé à l'état de ruines. Pour continuer son histoire et affirmer son identité culturelle, il intègre aujourd'hui des formes contemporaines. Riche de son histoire mouvementée, le site est aussi désormais un lieu d'expositions, de rencontres, d'expérimentation artistique et de spectacles dans un décor imposant, majestueux avec une vue panoramique exceptionnelle sur les Vosges du Nord. Le château accueille chaque année, de mars à novembre, 22 000 visiteurs.

Gaëlle Messang, Château du Lichtenberg,  
Véronique Bertrand

>> RÉFÉRENCE [www.chateau-delichtenberg.com](http://www.chateau-delichtenberg.com)

Photos > [16] La salle d'exposition,  
©Château de Lichtenberg, [17] Le château  
de Lichtenberg, ©Château de Lichtenberg

### VISITES ET ATELIERS POUR PETITS ET GRANDS DANS NOS MUSÉES

Le Jardin des sciences de l'Université de Strasbourg crée, organise et anime avec les scientifiques de l'EOST des ateliers destinés aux enfants de CM1, CM2 et collège dans les musées de l'EOST : le Musée de minéralogie et le Musée de sismologie. L'offre s'enrichira prochainement d'ateliers pour les lycéens. De nombreuses activités sont ainsi proposées régulièrement sur demande des enseignants ou dans le cadre d'événements particuliers, comme les Journées du patrimoine, la Nuit des musées, ou la Journée des Arts et de la Culture dans l'Enseignement supérieur ou le Printemps de l'écriture.

#### ANIMATIONS

##### > AU MUSÉE DE MINÉRALOGIE

Outre les visites du musée, l'atelier "Chasse aux minéraux" permet aux enfants de découvrir la diversité des minéraux de la collection grâce à un jeu de piste. De nombreuses classes ont déjà participé à cet atelier depuis sa création en 2012.

Une malette minéralogique en prêt gratuit aux enseignants leur permet de faire découvrir à leurs élèves le monde des minéraux au travers de différents ateliers pluridisciplinaires.

##### > AU MUSÉE DE SISMOLOGIE

Plusieurs ateliers sont proposés au public scolaire en parallèle des visites des collections : "Un sismomètre, pour quoi faire ?" : l'animation propose aux élèves, sous forme d'une histoire, « d'inventer » un moyen de détecter et d'enregistrer la trace d'un tremblement de terre : le sismomètre. Ressemble-t-il aux sismomètres présents dans le musée ? L'histoire donne aussi l'occasion d'aborder, toujours de façon ludique et expérimentale, les mécanismes mis en jeu lors d'un séisme et les moyens de prévention.

"Un séisme à la UNE !" amène Les collégiens à observer les effets d'un tremblement de terre en direct. Ils sont réquisitionnés en tant que sismologues, architectes, enquêteurs ou encore chargés de communication pour déterminer les paramètres du séisme et pour prendre des mesures en cas de nouvelles secousses. Une présentation télévisée fictive permet de restituer l'ensemble des connaissances acquises.

>> RÉFÉRENCE

Jardin des sciences Unistra : [jds-reservation.unistra.fr](http://jds-reservation.unistra.fr)

Photo > [18] Une animation au musée de sismologie,  
©N. Toussaint, Jardin des Sciences



18

### LA GÉOTHERMIE PROFONDE INAUGURE UNE COLLABORATION AVEC LE MUSÉE FRANÇAIS DU PÉTROLE DE PECHELBRONN



19

Depuis 1967, le musée français du pétrole de Merwiller-Pechelbronn conserve le souvenir de ce que fut pendant des siècles l'activité principale de tout le Nord de l'Alsace. Essentiellement constitué de documents, de photos, de maquettes, d'objets et de matériel pétrolier, le musée retrace 500 ans d'histoire du pétrole en Alsace du Nord. Il organise un dimanche par mois des sorties à thèmes pour lesquelles il fait appel à des scientifiques. C'est ainsi que Jean Schmittbuhl, directeur de recherche au CNRS et responsable du Labex G-eau-thermie profonde est intervenu le 12 avril après-midi pour présenter au public la technique de géothermie profonde EGS (Enhanced geothermal system) qui fait l'objet de projets en Alsace.

Après une introduction sur le sujet, le programme prévoyait la visite de la centrale

géothermique de Rittershoffen (Ecogi), premier site industriel de géothermie profonde EGS en France, et celle de l'une des stations sismiques permanentes de l'EOST assurant la surveillance de la sismicité autour de la centrale. Alors qu'une cinquantaine de visiteurs s'étaient inscrits pour cette demi-journée, ce sont 200 personnes qui se sont présentées aux portes du musée dont la salle compte 47 places. Après un déménagement à la mairie, une assistance très calme et attentive a pu suivre la présentation. De nombreuses questions ont ponctué l'exposé qui s'est déroulé dans un climat d'échange et de respect mutuel. L'après-midi s'est poursuivie avec la visite du site Ecogi. Les participants se sont divisés en deux groupes : l'un piloté par Gueric Villadangos, codirecteur général du projet, l'autre par Jean Schmittbuhl. Puis les visiteurs qui le souhaitaient sont allés visiter la station de surveillance sismologique permanente de l'EOST à Schabwiller avec Jean Schmittbuhl, pendant que les autres complétaient leur information à Rittershoffen.

La visite s'est terminée aux environs de 18 heures, soit plus d'une heure et demi après l'heure prévue. Ce grand succès confirme le besoin d'information du public



20

sur le thème de la géothermie profonde et renforce la volonté de l'EOST de partager autant que faire se peut son expertise dans ce domaine. C'est d'abord par la publication de documents d'informations sur le site web du Labex G-eau-thermie profonde que cette information est actuellement développée. Cette première conférence inaugure une collaboration régulière avec le musée, qui ouvrira ses portes aux étudiants de l'EOST dans le cadre d'une sortie organisée chaque année à l'automne.

Véronique Bertrand, Jean Schmittbuhl

>> RÉFÉRENCES

Musée français du pétrole de Merwiller-Pechelbronn :  
[www.musee-du-petrole.com](http://www.musee-du-petrole.com)  
Labex G-eau-thermie profonde :  
[labex-geothermie.unistra.fr](http://labex-geothermie.unistra.fr)

[19] La salle de la mairie pendant la présentation,  
©C. Heimlich, [20] Visite du site Ecogi - ©C. Heimlich





## UNE DÉCOUVERTE PATRIMONIALE INATTENDUE AU MUSÉE DE MINÉRALOGIE

Parallèlement aux collections de minéraux et de météorites, le Musée de minéralogie conserve des modèles cristallographiques en bois assemblés entre 1872 et 1918 et en partie utilisés dans le cadre des cours de l'EOST en minéralogie-cristallographie. Un travail en cours de nettoyage, de classement et d'inventaire photographique apporte aujourd'hui un éclairage inédit sur les caractéristiques de ce fonds historique qui se révèle d'une richesse et d'une originalité remarquables.

Deux séries principales peuvent être observées : de petits modèles en bois de poirier et érable (1896 objets jusqu'à 7 cm de long) dont la plupart ont été achetés auprès de la firme Krantz à Bonn, et de grands modèles en bois d'érable (927 objets jusqu'à 22 cm de long). Ces derniers ont été fabriqués dans un atelier spécialisé dans la fabrication de modèles cristallographiques en



21

bois, fil de fer et verre installé dès la fin du XIX<sup>e</sup> siècle au premier étage de l'Institut de minéralogie de Strasbourg (bâtiment qui héberge aujourd'hui le musée). Un écrit datant de 1886 du fondateur de l'institut, Paul Groth, indique que cet atelier fournissait des modèles pour les instituts qui en formulaient la demande.

Après enquête auprès des autres grands centres européens, il s'avère que c'est l'une des plus grandes collections européennes par le nombre et l'originalité des pièces.

Denis Leypold

>> RÉFÉRENCES

Musée de minéralogie :

<http://musee-mineralogie.unistra.fr>

Photos > [21] et [22] Modèles cristallographiques - Crédits : D. Leypold



22

## DÉCOUVERTE DE L'OHGE À L'OCCASION DE LA JOURNÉE INTERNATIONALE DES FORÊTS

En 2011, l'Organisation des Nations Unies a souhaité instaurer une journée mettant les forêts à l'honneur : c'est la date du 21 mars qui a été retenue pour organiser partout dans le monde des événements destinés à valoriser, protéger et fêter les forêts. En France, du 21 au 29 mars 2015, des centaines de manifestations ont eu lieu pour vous faire découvrir les différentes facettes et les richesses de l'arbre et de la forêt.

À cette occasion la commune d'Aubure (Haut-Rhin), l'ONF et l'association locale ARNICA ont organisé une journée de découverte de la forêt des environs du village d'Aubure et de sa multifonctionnalité le samedi 21 mars. Une découverte du Bassin versant du Strengbach, site d'étude de l'Observatoire Hydro-Géochimique de l'Environnement de l'EOST (OHGE, installé depuis près de 30 ans sur la commune) a été proposée.

Solenn Cotel, ingénieur de recherche et Marie-Claire Pierret, responsable de l'OHGE ont ainsi organisé une visite commentée du bassin versant et de l'ensemble des projets en lien avec les questions des ressources en eau, en sol et en forêt. Pour cette occa-

sion du matériel de vulgarisation pédagogique de terrain a été spécialement conçu sous forme de fiches plastifiées explicatives utilisables à l'extérieur. L'Association ARNICA a planté symboliquement un arbre et un magnifique conte initiatique a été lu au public. Des haltes historiques relatant les usages passés des forêts et des terres ont été proposées également. Le circuit a conduit le groupe d'une trentaine de personnes, dont une majorité d'enfants, à travers le site et les équipements scientifiques disponibles. Ces occasions de

rencontrer et d'échanger avec le public sont toujours des expériences enrichissantes et valorisantes vis à vis du travail de recherche et d'observation. Elles permettent également de renforcer les liens entre institutions de recherche et partenaires locaux.

Marie-Claire Pierret

>> RÉFÉRENCES

OHGE : [ohge.unistra.fr](http://ohge.unistra.fr)

Image > [23] L'affiche de la manifestation  
Photo > [24] Explication pendant le parcours pédagogique - ©S. Cotel



23

**Directeur de la publication :**  
Frédéric Masson  
**Ont coordonné ce numéro :** René Boutin,  
Véronique Bertrand, Zacharie Duputel,  
Marie-Eva Epin, Bertrand Fritz, Gwénaél Imfeld,  
Jérôme van der Woerd  
**Contact :** [veronique.bertrand@unistra.fr](mailto:veronique.bertrand@unistra.fr)  
**Conception & impression :**  
Imprimerie DALI - Unistra



24