



LA LETTRE DE L'ÉOST

N32 JUIN 2019

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



École et observatoire

des **sciences de la Terre**

de l'Université de Strasbourg

et du 

SOMMAIRE

Formation

La future bibliothèque de la Manufacture des tabacs	3
Voyage des étudiants en République Tchèque et Pologne	4
Démarche Cpas1Option pour l'école UFAZ : Bilan et perspectives	5

Observatoires

Focus sur le Réseau large bande permanent	6-8
Evolution des services de gravimétrie nationale	9
Découverte d'un volcan à Mayotte	10

Recherche

Ozcar de la zone critique	11
Regroupement du Lhyges et de l'IPGS	12
Projet DONUTS	13
Projet DROMMA	13
Accueil des scientifiques en exil	14
Instituts thématique interdisciplinaires International Association of Sedimentologists Special Lecture Tour	15
Modélisation 3D avec MOVE	15

Grand public

Quand la terre tremble	16
Une magnifique météorite au musée	16

CHERS COLLÈGUES,

Début juin, il est temps de se projeter vers l'année universitaire 2019-2020 qui sera riche en évolutions.

Cette année qui vient verra très certainement se concrétiser les réflexions autour de la fusion des laboratoires de recherche de l'EOST, l'IPGS et le LHyGeS (page 12). La future direction de notre laboratoire unique devrait être identifiée, la structuration et l'organisation définies. Cette fusion est l'occasion de construire à Strasbourg un laboratoire en géoscience et environnement fort, incontournable sur les thématiques phares qui seront les siennes.

C'est aussi l'année de finalisation de la première phase du projet G2EI, le chantier d'extension du bâtiment rue Descartes. Le gros œuvre est presque terminé et une livraison du nouveau bâtiment en juin 2020 reste une perspective raisonnable. D'ici là, nous avons un gros travail de réflexion pour nous organiser de façon optimale dans le futur ensemble constitué du bâtiment existant et de l'extension. Comment faire en sorte que le transfert des équipements et des personnes de la rue Blessig se passe au mieux ? Les équipements ont déjà leur place, prévue dès la définition du projet. Pour les personnes, il est temps de commencer à y réfléchir !

Le projet de fusion des laboratoires et celui d'aménagement dans le nouvel ensemble immobilier doivent être menés de front, de la façon la plus efficace et sereine possible pour que nos trois missions fondamentales d'enseignement, de recherche et d'observation soient perturbées à minima. Cela dépendra de la bonne volonté et de l'engagement de chacun d'entre nous.

En attendant septembre et cette rentrée qui s'annonce donc très chargée, je vous souhaite un bel été.

Frédéric Masson, directeur de l'EOST

ÉVÈNEMENTS À VENIR ORGANISÉS OU CO-ORGANISÉS PAR L'EOST

- [Olympiades des Géosciences](#), le 13 juin 2019
- [Rencontres Interdisciplinaires et Interprofessionnelles Géosciences-Archéologie](#), Strasbourg, 17-18 juin 2019
- [Colloque AFPS'19 "La société face au risque sismique : connaissance, protection et gestion de crise"](#), 24-27 septembre 2019, Strasbourg
- [Journées aléas gravitaires JAG 2019](#), du 8 au 11 octobre, Nice
- [7th European Geothermal Workshop](#) - EGW2019, 9-10 octobre, 2019, Karlsruhe
- [MDIS-2019](#) (Mesure de la Déformation par Imagerie Satellite, ForM@Ter), Strasbourg, 14-18 octobre 19
- [7th International Colloquium on Historical Earthquakes & Paleoseismology Studies](#), Barcelonne, 4-6 nov. 2019
- Rencontres scientifiques et techniques RESIF, 12-14 novembre, Biarritz
- Congrès des doctorants ED413, 27 novembre, Strasbourg
- Journée Geophyse 2019 le vendredi 29 Novembre 2019, Strasbourg



UNE BIBLIOTHÈQUE COMMUNE ART & SCIENCES À LA MANUFACTURE DES TABACS

Le projet de l'atelier d'architecture Philippe Prost (AAPP) a été retenu pour la partie HEAR de la réhabilitation de l'ancienne Manufacture des tabacs. Il comprend la création d'une bibliothèque commune à l'EOST, l'ENGEES et la HEAR qui devrait ouvrir au public en 2022.

Au carrefour des locaux de la HEAR et de ceux de G2EI, la future bibliothèque Art & Sciences sera située au rez-de-chaussée de l'aile-Est de la Manufacture des tabacs, l'entrée se faisant par une porte existante du côté de la cour intérieure. Avec 720 m² de surface utile prévus, l'espace devrait comprendre 126 places assises sur deux niveaux grâce à l'aménagement d'une mezzanine.

UN LIEU DE FORMATION ET DE RECHERCHE OUVERT SUR LE QUARTIER

Érigée en 1850, la Manufacture des tabacs de Strasbourg est restée en activité jusqu'en 2010. 500 millions de cigares y étaient fabriqués chaque année. Un défi de tous les jours, se souvient Gilbert Abate, qui a travaillé 25 ans dans le bâtiment comme responsable de fabrication : « Pour travailler le tabac et à chaque étape du processus de production, il était nécessaire de maintenir dans les bâtiments une humidité de 70%. On fabriquait dans un premier temps la poupée, l'intérieur du cigare. Ensuite, une feuille de tabac était déposée et enroulée autour. Après les étapes de finition, le cigare était conditionné sous différentes formes. 50 à 60 habilitations différentes étaient faites, sans compter tous les formats export ».

Inscrit au titre des monuments historiques en 2016, le bâtiment accueillera à terme l'ENGEES, les activités d'enseignement de l'EOST ainsi qu'une partie de la HEAR. Ouverte sur le quartier, la Manufacture verra s'installer des commerces, des incubateurs de start-up, des associations, une auberge de jeunesse et un lieu événementiel, au centre de la cour.

126 PLACES ET DES SALLES DE TRAVAIL EN GROUPE

La bibliothèque art & sciences, qui réunira les bibliothèques des trois écoles, ouvrira au public en 2022. Retenu pour le projet, l'atelier d'architecture Philippe Prost (AAPP), entend préserver l'historicité du lieu : les poteaux de grès rose seront par exemple décapés pour retrouver leur couleur d'origine. Les nouveaux usages en bibliothèque seront pris en compte : cinq salles de travail insonorisées pourront notamment être réservées par les étudiant.e.s. Elles seront situées à la mezzanine, étage dédié au travail silencieux. Le rez-de-chaussée devrait quant à lui être réservé à l'accueil, à la lecture et à la convivialité. Un espace séparé et confortablement meublé, où les conversations à voix haute seront tolérées, est ainsi prévu. Le reste du niveau comprendra un espace d'accueil, un espace de travail et de lecture, ainsi qu'une salle de reprographie. C'est du moins le souhait des bibliothécaires de l'EOST, de l'ENGEES et de la HEAR, qui se réunissent depuis deux ans pour suivre le projet, faire remonter leurs besoins et idées au programmeur, puis à l'architecte, et anticiper le déménagement.

Les bibliothécaires souhaitent enfin que la nouvelle bibliothèque soit équipée de prises électriques sur un ratio d'une prise par place assise, pour accompagner le multi-équipement des étudiants. Le prêt d'ordinateurs portables pourvus de logiciels techniques est également envisagé.

RÉUNIR LES COLLECTIONS EN GÉOSCIENCES

En plus des collections de la bibliothèque de l'ENGEES et d'une partie de celles des bibliothèques de l'EOST, la nouvelle bibliothèque héritera des ouvrages de l'ancienne BU de sciences Blaise Pascal, pour les sciences de la Terre et de l'eau. Une réflexion sur la conservation des revues de géosciences est en cours entre le Service des bibliothèques de l'Université et l'EOST. L'opération Eplouribousse permettra à son terme de rassembler des séries éparpillées entre plusieurs bâtiments et bibliothèques du campus, et d'identifier d'éventuels doublons.

Les documents destinés à l'enseignement des bibliothèques de géologie et de géophysique rejoindront la Manufacture. Les ouvrages de recherche demandés régulièrement et les revues pour l'année en cours y seront directement accessibles. Le reste des documents devrait rejoindre un magasin unique, tout en demeurant visible sur bu.unistra.fr, et accessible sur demande.

L'équipe-projet : Emeric Manzinali, EOST ; Thierry Schaezle, ENGEES ; Muriel Boulier, HEAR

Photo > [1] Vue du futur centre de ressources documentaires © adagp - 2018. © Philippe Prost / AAPP- Mirage visualisation..

DIRECTEUR DE LA PUBLICATION Frédéric Masson

REALISATION Véronique Bertrand

IMPRESSION Imprimerie DALI / Unistra

PHOTO DE COUVERTURE : Première excursion de terrain avec les L2 UFAZ en mars 2019. Crédits : 2019 UFAZ

LETTRE D'INFORMATION DE L'ÉCOLE ET OBSERVATOIRE DES SCIENCES DE LA TERRE

N32 JUIN 2019



DES ÉTUDIANTS À LA DÉCOUVERTE DE L'OROGENÈSE VARISQUE

plétant les cours de Tectonique des Plaques, Géologie Structurale, Pétrographies métamorphique et sédimentaire et Géologie de l'Europe. Le massif représente la partie orientale de la chaîne Varisque et pos-

Du 26 mai au 2 juin, 15 étudiants de deuxième et troisième années de Licence et de première année de Master de l'EOST participeront à un camp de terrain dans le massif des Sudètes, au Nord-Est de la République Tchèque et au sud de la Pologne. À l'initiative de ces étudiants et avec le soutien de l'association Gé-P-To (Géosciences Pour Tous), ce terrain fait suite aux divers camps organisés au fil de la licence Sciences de la Terre et de ceux organisés par Gé-P-To. Le but de ce projet est double : d'une part, les étudiants pourront apprendre ou perfectionner leurs techniques de terrain, appliquées à l'étude du socle. D'autre part, l'étude structurale et pétrographique permettra d'apporter des éléments com-

plète une importante diversité lithologique et structurale. Les analyses du socle dans le dôme d'Orlica-Sniezniket du bassin molassique avoisinant permettront aux étudiants d'appréhender l'architecture d'un système orogénique, de la zone interne jusqu'au développement des bassins.

Après deux jours d'excursion pour découvrir les principales unités du massif, les étudiants travailleront par groupes encadrés puis en autonomie, afin de réaliser une cartographie structurale et lithologique de quelques zones d'études. Les étudiants seront encadrés par Francis Chopin et Antoine Classe respectivement enseignant-chercheur et doctorant à l'EOST, ainsi que par Anne-Sophie Tabaud et Piérig Deiller, cher-

cheurs au Service Géologique Tchèque (CGS).

Un ancien étudiant de l'EOST, Théobald Guffon, se joindra également au groupe afin d'encadrer les étudiants et de réaliser une vidéo pour la chaîne Youtube « Gé-P-To compris » témoignant des éléments clés observés sur le terrain et du travail de géologue de terrain.

Pour financer le projet, outre leur apport personnel, les étudiants ont réalisé diverses actions afin de récolter des fonds (vente de chocolats de Pâques et de pâtisserie, vide-dressing). Ce projet est supporté par l'EOST et le CGS par le prêt de véhicules ainsi que par des dons divers en particulier ceux de Gianreto Manatschal et des entreprises Total et Neptune Energy. Tous ces soutiens, sans qui ce projet n'aurait pas pu être réalisé, sont chaleureusement remerciés.

Coralie Aichholzer

Photo > [2] Les étudiants de Licence et Master de l'EOST impliqués dans le projet Sudètes (République Tchèque) - Crédits : Coralie Aichholzer

L'ÉCOLE D'INGÉNIEURS ADOPTE LA DÉMARCHE CPAS1OPTION

Le bureau national des élèves Ingénieurs (BNEI), la Conférence des grandes écoles (CGE), la Conférence des directeurs des écoles françaises d'ingénieurs (CDEFI) et la mission interministérielle de lutte contre les drogues et les conduites addictives (MILDECA) pilotent un programme de prévention des addictions et des comportements à risques en milieu étudiant appelé *Cpas1Option*.

Cette démarche a pour vocation de faciliter la mise en place de réflexes pour sécuriser

les événements festifs et l'amélioration du bien-être étudiant. Elle s'appuie sur un travail synergique entre président-e du bureau des élèves (BDE) et directeurs/directrices d'une même école.

L'équipe de direction de l'EOST et son BDE ont participé en binôme à un séminaire de sensibilisation *Cpas1Option* organisé à l'INSA Strasbourg les 18 et 19 mars 2019. Dans le cadre de cet événement, où ont été abordées les thématiques de l'e-réputation, de la prévention et des comportements addictifs, l'EOST et le BDE ont signé une adhésion à la démarche prévention *Cpas1Option*. Ils affirment ainsi leur volonté d'intégrer dans la vie quotidienne de l'école un dialogue permanent entre les associations étudiantes et la direction, ceci afin de cadrer l'organisation d'événements, d'établir clairement les rôles et responsabilités de chacun et de détecter les conduites addictives.

Florence Beck

EOST INGÉNIEUR : DEUX NOUVEAUX PARCOURS EN TROISIÈME ANNÉE

Afin de gagner en visibilité, la formation d'ingénieur en géophysique de l'EOST passera de trois à deux parcours en troisième année à compter de la rentrée universitaire 2019/2020. L'école d'ingénieur forme des experts en géophysique pour la prospection du sous-sol, la géotechnique, l'étude des risques naturels et l'hydrologie. La troisième année est une année d'approfondissement dans laquelle interviennent de nombreux partenaires industriels et qui permet aux élèves ingénieurs de se spécialiser selon leur projet professionnel.

Les deux nouveaux parcours proposés sont :

- Géophysique pour l'énergie ;
- Géophysique pour la géotechnique, l'eau et l'environnement.

UNIVERSITÉ FRANCO AZERBAIDJANAISE : BILAN ET PERSPECTIVES

L'EOST est partie prenante de l'Université Franco-Azerbaïdjanaise (UFAZ), un établissement formé conjointement par l'Université de Strasbourg et l'Université du Pétrole de Bakou, avec la participation de l'Université de Rennes. Démarrée il y a bientôt trois ans, l'UFAZ a comme première vocation la formation. La mise en place de l'UFAZ répondait au désir du gouvernement azerbaïdjanais, soutenu en cela par le gouvernement français, de moderniser son système universitaire. L'UFAZ est une université publique, dont les trois-quarts des étudiants sont boursiers. La première année de formation à l'UFAZ, appelée LO,

Cette année, douze collègues de l'EOST (chercheurs, enseignants-chercheurs et un professeur-agrégé) ont enseigné à l'UFAZ en 1e et 2e année de Licence, pour un total de 375 heures de face à face avec les étudiants.

Le bilan des trois premières années d'existence de l'UFAZ est très positif. Les étudiants entrés en LO en 2016-2017 sont en train de terminer aujourd'hui leur 2e année de Licence. Les entreprises qui les recrutent pour des stages d'été saluent leurs grandes capacités de raisonnement et de travail et nous félicitent pour la qualité de la formation délivrée.

mais aussi sociétés de services en géophysique et avec le réseau national de surveillance géophysique d'Azerbaïdjan. Dès à présent le placement d'environ la moitié de la promotion est assuré.

L'UFAZ va bientôt évoluer. Elle ouvrira à la rentrée 2020 des parcours de master et, probablement aussi, un laboratoire de recherche sur lequel les formations de master pourront s'appuyer. Dans sa version actuelle, le Master prévoit une mention d'informatique avec plusieurs parcours, dont un parcours de "Computational Geosciences" qui sera porté par l'EOST avec la collaboration – entre autres – de l'université de Lorraine (essentiellement l'ENSG).

Less contacts avec les acteurs locaux ont permis de mieux appréhender les ressources et les besoins en recherche du pays : de nombreux objets d'études (la Caspienne, les gisements, les volcans de boue, le Caucase...), de grandes ressources (un réseau sismologique de pointe, un réseau GPS, des relevés systématiques de gravimétrie, des carothèques très fournies, des énormes quantités de données sismiques, un "data-center" à la pointe, trois satellites d'observation de la Terre... mais aussi un grand manque de chercheurs capables de structurer et porter des projets de recherche. Les opportunités de collaboration de recherche semblent très prometteuses et un premier appel à manifestation d'intérêt a généré un grand nombre de réponses de la part des collègues de l'EOST.

*Alessia Maggi
Responsable Geosciences UFAZ*

Photo > [3] Première excursion de terrain de quelques heures à Kirmaky Valley près de Bakou avec les L2 UFAZ en mars 2019. Excursion guidée par Q. Boesch avec E. Abdullayev et A. Maggi. Crédits : 2019 UFAZ



permet aux étudiants de faire la transition entre école et université, et en particulier de s'habituer à la pédagogie universitaire française.

L'UFAZ accueille aujourd'hui quatre parcours de licence, dont un parcours « Geoscience engineering » piloté, et en grande partie enseigné, par des enseignants de l'EOST. Les enseignements sont basés sur des maquettes universitaires françaises et sont délivrés en anglais par des enseignants azerbaïdjanais, par des enseignants français expatriés à Bakou, et par des enseignants de l'Université de Strasbourg qui se déplacent pour des semaines de cours.

La rentrée prochaine apportera de nouveaux défis de formation. D'un côté nous devons organiser des stages de terrain en géologie et en géophysique. Maksim Bano côté EOST et Elshan Abdullayev côté UFAZ travaillent sans relâche pour assurer le succès de ces stages qui sont fondamentaux pour toute licence en sciences de la Terre. De l'autre côté nous devons fournir à chaque étudiant de 3e année un stage de longue durée (10 à 14 semaines) dans une entreprise ou un organisme de recherche local. Nous avons pris contact, ces derniers mois, avec une quinzaine d'acteurs locaux, grandes compagnies pétrolières et minières



LE RÉSEAU LARGE BANDE PERMANENT

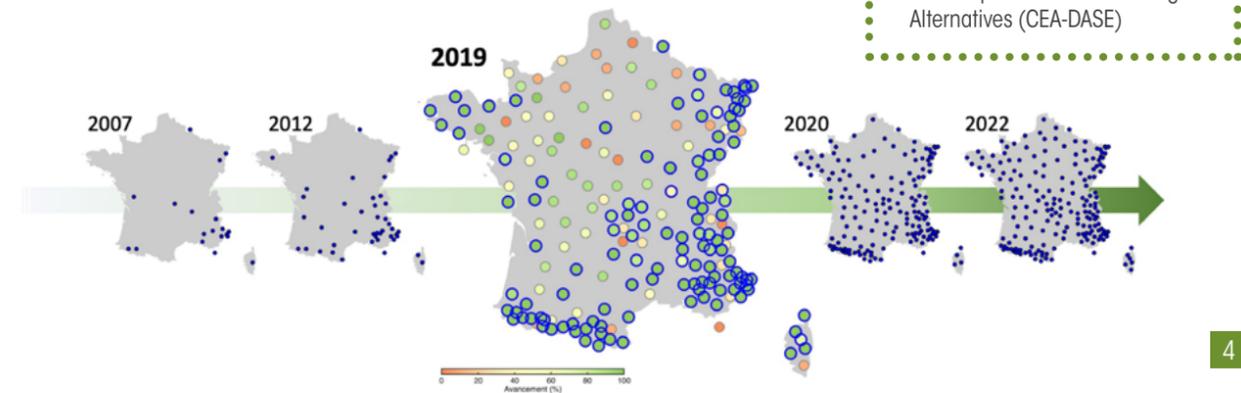
UN SERVICE NATIONAL D'OBSERVATION

L'observation sismologique permanente sur le territoire métropolitain a débuté il y a plus de 100 ans par la création de la station sismologique de Strasbourg dans les jardins de la Kaiser-Wilhelms-Universität. Au début des années 80, la quarantaine de stations sismologiques académiques, gérées par différents observatoires régionaux, a été fédérée au sein du Réseau National de Surveillance Sismique dont le pilotage fut confié à l'IPGS. Ce réseau, composé de capteurs courte période dédiés à l'analyse de la sismicité locale, compte plus d'une centaine de stations dans les années 90 mais avec une répartition très hétérogène

et des caractéristiques techniques très variables suivant les régions. Au début des années 2000, la démocratisation des capteurs à large bande passante et à grande dynamique, permettant une plus grande variété d'analyses, a poussé la communauté sismologique française à proposer la réalisation d'un véritable réseau métropolitain « large bande », à l'instar de ceux développés à l'échelle mondiale (dont le réseau Geoscope) et dans d'autres pays européens. Le Réseau Large Bande Permanent (RLBP) a été officiellement labellisé comme Service National d'Observation du CNRS-INSU en 2007. Il implique huit Observatoires des Sciences de l'Univers (OSU) ainsi que le Département Analyse, Surveillance, Environnement (DASE) du CEA et sa coordination est assurée par l'EOST.

PARTENAIRES

- Ecole et Observatoire des Sciences de la Terre (EOST)
- Observatoire des Sciences de l'Univers de Grenoble (OSUG)
- Observatoire de la Côte d'Azur (OCA)
- Observatoire de Recherche Méditerranéen de l'Environnement (OREME)
- Observatoire Midi-Pyrénées (OMP)
- Observatoire de Physique du Globe de Clermont-Ferrand (OPGC)
- Observatoire des Sciences de l'Univers Nantes Atlantique (OSUNA)
- Institut du Physique du Globe de Paris (IPGP)
- Commissariat à l'Energie Atomique et aux Energies Alternatives (CEA-DASE)



4

UN DÉVELOPPEMENT DANS LE CADRE DE RESIF

La nécessité de développer le RLBP a été en partie à l'origine de la mise en place de l'Infrastructure de Recherche RESIF (Réseau sismologique et géodésique français) dont il constitue aujourd'hui une action spécifique. L'extension du RLBP est principalement financé via l'EquipEx RESIF-CORE, retenu lors de la seconde vague du Plan des Investissements d'Avenir en 2011 et qui devrait être prolongé jusqu'à fin 2020. Constitué de 17 stations à sa création, l'ambition du RLBP est de bâtir à l'horizon 2022 un réseau d'environ 190 stations couvrant l'ensemble du territoire, mais avec une densité accrue dans les zones les plus sismiques [4]. Cette densité de stations per-

mettra d'améliorer significativement notre connaissance de la structure profonde, ainsi que notre estimation de l'aléa sismique en France, en abaissant la magnitude de complétude à moins de 2 sur tout le territoire. L'objectif est également de pouvoir utiliser ce réseau comme une véritable antenne sismologique à longues périodes, en particulier via son intégration dans le réseau virtuel européen de l'infrastructure EPOS. En sus, le RLBP vise à proposer des données de très grande qualité. Cela implique de choisir des sites isolés, pour limiter le bruit sismique généré par l'activité humaine, et de soigner l'installation des sismomètres pour atténuer l'influence des paramètres

environnementaux (température, pression, vent). Il s'agit également de mettre en place différents outils et procédures permettant de fournir des séries temporelles les plus complètes possibles et des métadonnées correctes et continuellement à jour. Afin de réaliser ces ambitieux objectifs, un fonctionnement en mode projet a été mis en place dès 2011. La Division Technique de l'INSU joue le rôle de maître d'œuvre et chaque partenaire a nommé un responsable scientifique et un responsable technique qui sont les relais de la direction scientifique et technique du projet au niveau régional. Au total ce sont près de 50 personnes qui sont impliquées dans le développement du RLBP.

LE RÉSEAU LARGE BANDE PERMANENT

7

UN PROJET INSTRUMENTAL INNOVANT

La recherche des futurs sites du RLBP est aujourd'hui quasiment terminée mais cette étape fut plus complexe et chronophage qu'initialement envisagée. Un mode de validation original a été mis en place pour assurer l'homogénéité et la qualité des sites retenus. Chaque site proposé par un partenaire du RLBP a été testé pendant plusieurs semaines et a ensuite été soumis au vote de l'ensemble des correspondants scientifiques. Au final, seul un tiers des sites prospectés et testés ont été retenus. La construction des infrastructures d'accueil est également une étape longue et délicate. Là encore le RLBP a innové afin de proposer un mode d'installation reproductible et adapté. Comme plus de 70% des nouveaux sites sont situés en milieu ouvert (absence de grotte, tunnel, ...), il a été décidé en 2016, après une longue phase de prototypage, d'installer des sismomètres spécifiques dans des forages peu profonds (5 à 20m). Cette approche, quasi unique à l'échelle de l'ensemble d'un réseau national, permet de réduire très significativement le niveau de bruit ambiant en particulier

sur les composantes horizontales à basse fréquence [5]. Ces forages sont réalisés pour l'essentiel par une équipe du BRGM [6], avec le soutien des équipes locales des OSU. Aujourd'hui plus de 70 forages ont été réalisés et une quinzaine sont planifiés d'ici la fin de l'année prochaine. L'acquisition des équipements scientifiques (numériseurs, capteurs, ...) utilisés par le RLBP a fait l'objet d'un marché national passé en 2017 par le CNRS. Tous les équipements ont été intensément testés et calibrés à la plateforme instrumentale sismologique de l'EOST (PISE) et commencent aujourd'hui à être déployés. De plus, le projet a développé, à travers un marché de partenariat d'innovation, une armoire technique dédiée permettant une gestion optimisée et automatisée de l'alimentation et des communications ainsi qu'une supervision à distance des stations. Ces informations sont intégrées dans une interface de supervision, dénommée Synapse qui permet à tout instant de suivre l'état de chaque station du réseau et de prévenir certains types de pannes.

Synapse : <https://supervision.resif.fr/synapse/> (accès restreint aux abonnés)

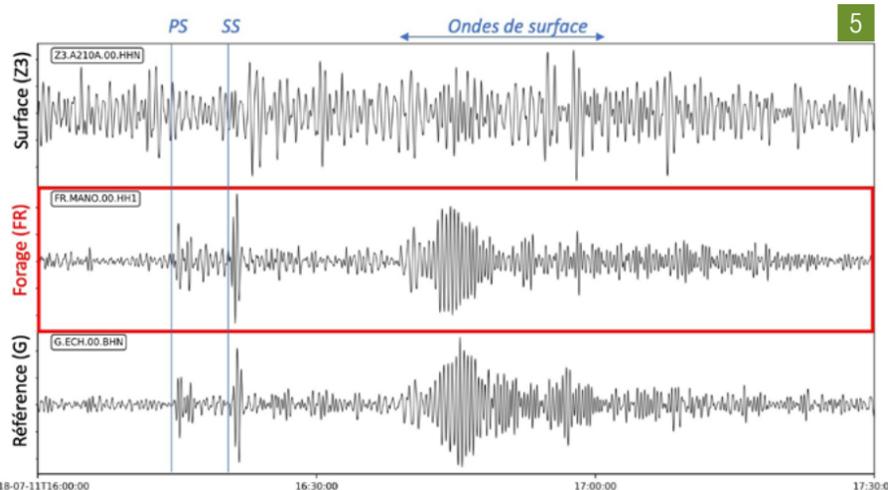
Figures et photo >

> [4] Évolution de la géométrie du RLBP. Sur la figure centrale (situation en Mai 2019), la couleur des puces indique le degré d'avancement de la réalisation de chaque station. Les puces entourées de bleu correspondent aux stations fournissant actuellement des données sur le portail RESIF. Crédits @RESIF-RLBP

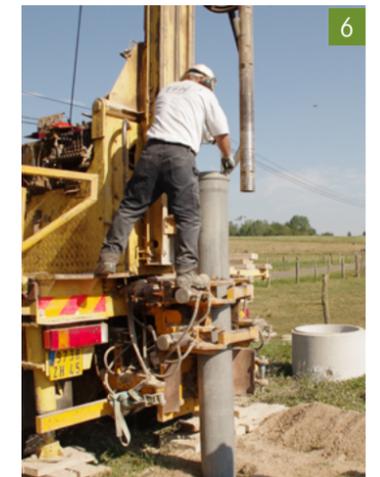
> [5] Enregistrement d'un séisme volcanique à Hawaï le 11/07/2018 à 15h45 UTC (Mw = 5.3) à la station RLBP de Manonville dans une configuration avec un

capteur en proche surface installé pour le projet AlpArray (haut - station Z3.A210A) et un capteur dans le forage peu profond de la station permanente (milieu - station FR.MANO). Pour comparaison, la trace du bas présente l'enregistrement à la station Geoscope d'Echery (station G.ECH). Crédits @RESIF-RLBP

> [6] Réalisation du forage de la station RLBP de Fourg durant l'été 2018 avec l'équipe du BRGM. Crédits @J. Vergne



5



6

DU NOUVEAU DANS LE NORD-EST

Dans le cadre du projet de développement du RLBP, le réseau instrumental géré par l'Observatoire Sismologique du Nord-Est de la France a fait peau neuve. Le réseau compte aujourd'hui 22 stations large-bande permanentes, couvrant la région au sens large, incluant la Bourgogne, la Champagne, les Vosges, la Moselle, la Franche Comté et l'Alsace. De plus, cinq nouvelles stations seront installées avant la fin du projet en 2020. Les instruments, achetés dans le cadre du projet et répondant aux spécifications définies par ses membres, sont donc des numériseurs et capteurs large-bande. Douze forages de 5 à 45 m ont été percés depuis fin 2016, permettant d'améliorer significativement le rapport signal sur bruit. Les signaux sont transmis en temps quasi-réel par ADSL ou réseau mobile depuis la station jusqu'au nœud A à l'EOST, permettant également la surveillance sismologique par le BCSF-RéNaSS, puis au nœud central à Grenoble pour l'archivage et la distribution. Le système d'automate installé sur chaque site permet à notre équipe la supervision de l'ensemble du matériel scientifique et de l'équipement technique (état des batteries, mesures température etc) dont elle a la charge.

Cécile Doubre, resp. scientifique et Maxime Bes-de-Berc, resp. technique

LE RÉSEAU LARGE BANDE PERMANENT

LE NŒUD A RESIF-RLBP

Le système d'information RESIF (RESIF-SI) est une action transverse du projet RESIF. Il assure la gestion au sens large des données des stations RESIF ainsi que celles d'autres réseaux français. Pour la sismologie, RESIF-SI se base sur un système distribué qui se compose de plusieurs nœuds A, en charge de la collecte et de la validation des données sismologiques pour un réseau de stations définies, et d'un nœud B pour l'archivage et la distribution (via un portail de données) à la communauté scientifique.

Les données du RLBP sont prises en charge par le nœud A-RLBP, co-piloté par l'Observatoire de la Côte d'Azur (OCA) et l'EOST. L'OCA assure la production des métadonnées qui permettent d'avoir une information complète sur les stations sismologiques, notamment sur leur localisation et leur réponse instrumentale.

L'EOST a en charge la collecte, la validation et la mise à disposition des données au nœud de distribution B de RESIF, situé à Grenoble. La collecte consiste à récupérer les données en temps réel et en temps différé, de façon à avoir une complétude maximale. La validation permet de s'assurer de l'intégrité des données collectées et de leur conformité avec les spécifications RESIF (format, nomenclature, cohérence avec les métadonnées, etc.) avant leur transfert final au nœud de distribution.

Le nœud A-RLBP, fort de son expérience, gère également les données des stations d'autres réseaux sismologiques : Laboratoire souterrain à bas bruit (LSBB), ADEME, Nouvelle-Calédonie, Corinthe, stations publiques des opérateurs de géothermie, et, plus récemment, stations de l'Observatoire multidisciplinaire des instabilités des versants (OMIV).

Marc Grunberg

Portail de données sismologiques RESIF : <http://seismology.resif.fr/>

DES DONNÉES OUVERTES

La gestion des données du RLBP a été confiée au Système d'Information de RESIF. Un nœud dédié (voir encart ci-contre) co-piloté par l'EOST et l'OCA assure la collecte et la validation des formes d'ondes et des métadonnées et le lien avec le nœud central. Toutes les données du RLBP sont disponibles en temps réel à travers le portail RESIF, sous le code réseau FR pour les sites gérés par les OSU, et sous le code réseau RD pour les sites gérés par le CEA. Chaque code réseau est associé à un DOI* pour permettre aux utilisateurs de référencer ces données.

Le volume de données proposé croît régulièrement depuis 2010 [7] et aujourd'hui plus de 110 stations du RLBP sont ouvertes. Ce volume devrait encore augmenter de manière significative dans les prochains mois puisque de nombreuses stations sont aujourd'hui en phase de finalisation [4]. Même si la configuration du réseau n'est pas encore optimale, ces données sont déjà largement utilisées. Elles sont au cœur de l'activité de suivi de la sismicité métropolitaine effectuée par le BCSF-RéNaSS et sont intégrées dans les systèmes de surveillance des pays européens limitrophes. Elles sont également à la base d'une vingtaine d'articles scientifiques par an et d'au moins six thèses actuellement en cours.

Plusieurs réflexions ont débuté pour que, une fois le réseau finalisé, le RLBP puisse

continuer à répondre aux besoins évolutifs d'une large communauté internationale d'utilisateurs. Cela passera probablement par la mise à disposition d'informations de qualité sur les données et de produits évolués (modèle de vitesse de référence, traitements automatiques...). Nous envisageons également à moyen terme le développement de quelques sites multi-instrumentés (ajout de capteurs environnementaux, infrasons, mesures de rotation, ...) afin de proposer des données complémentaires pour mieux analyser toute la complexité du champ d'onde sismique et ses interactions avec les enveloppes externes.

Jérôme Vergne

* DOI des réseaux RESIF : 10.15778 pour RESIF.FR et 10.15778 pour RESIF.RD)

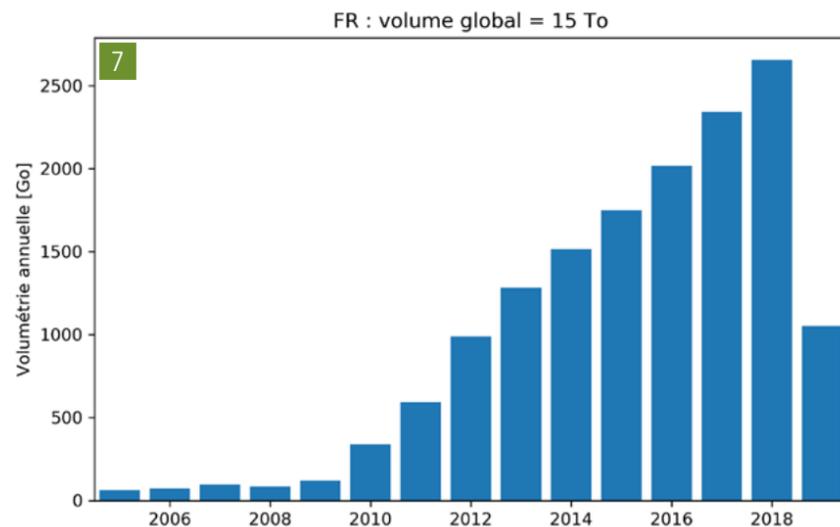


Figure > [7] Volume de données brutes du réseau FR, englobant la majorité des stations du RLBP, proposé par le système d'information de RESIF pour chaque année. Crédit @RESIF-RLBP

DÉVELOPPEMENTS RÉCENTS DU SERVICE NATIONAL D'OBSERVATION EN GRAVIMÉTRIE

Depuis cette année, les contours du Service National d'Observation de Gravimétrie ont significativement changé, et comprennent maintenant, outre deux services internationaux de l'Association Internationale de Géodésie (le Bureau Gravimétrique International et l'International Geodynamics and Earth Tide Service), les séries temporelles de variations de pesanteur mesurées par des gravimètres supraconducteurs sur cinq sites en France et en Afrique (Djouougou au Bénin, Larzac, Rustrel, Strasbourg et Trappes en France), et des mesures répétées en une vingtaine de sites par les différents gravimètres absolus français [8].

Les variations temporelles de la pesanteur sur le site historique de l'Observatoire Gravimétrique de Strasbourg (fort J9) sont mesurées continuellement depuis octobre 1987, tout d'abord par l'instrument GWR T005 jusqu'en juin 1996, puis GWR CO26 opérationnel jusqu'en novembre 2018. Un modèle plus récent GWR iOSG #23 a été installé en février 2016, grâce au soutien de RESIF. Le site de Djouougou (Bénin) a été développé dans le cadre du projet ANR GHY-RAF, et est instrumenté sans discontinuité depuis juillet 2010.

Le gravimètre GWR iOSG #24 a été installé au Laboratoire Souterrain à Bas Bruit (LSBB) à Rustrel en octobre 2015 dans le cadre de l'Equipex MIGA, dont l'objectif principal est la construction d'un interféromètre atomique pour observer le champ gravitationnel de la Terre et fournir un nouvel outil pour détecter les ondes gravitationnelles.

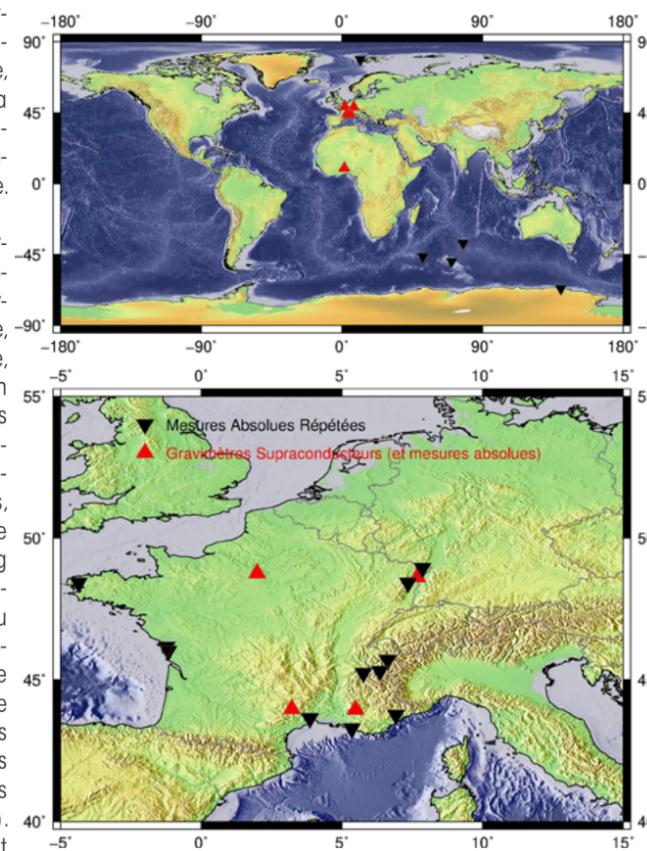
Le suivi de ces trois sites instrumentés est sous la responsabilité directe de l'Observatoire Gravimétrique de Strasbourg. L'instrument iGrav #2 a été installé en mai 2011 sur le plateau du Larzac et est géré par Géosciences Montpellier et l'OSU OREME (Observatoire de REcherche Méditerranéen de l'Environnement). L'objectif principal de cet instrument est la détermination des variations du stockage en eau dans un système karstique, en combinaison avec d'autres mesures géophysiques.

Le site du Laboratoire National de Métrologie et d'Essais (LNE) à Trappes est instrumenté avec l'iGrav #5 depuis février 2013, dans le cadre du projet de la balance de Kibble (anciennement balance du watt).

Cette dernière, via la conversion entre puissance mécanique et puissance électrique, permet la détermination de la constante de Planck et est utilisée depuis 2018 dans la nouvelle définition du kilogramme.

Ces différents instruments participent au service international IGETS (International Geodynamics and Earth Tide Service, dont l'objectif est la mesure, l'archivage et la distribution de longues séries temporelles de gravimètres supraconducteurs, mais également d'inclinomètres, d'extensomètres, etc. L'EOST et l'Observatoire Gravimétrique de Strasbourg assurent un rôle fondamental, en hébergeant le Bureau Central et en assurant la production, en tant que Centre d'Analyses, des données de niveau 2 (données prétraitées pour permettre des analyses de marées) et 3 (résidus après corrections géophysiques). L'EOST centralise également les données de niveau 1 (données brutes de variations temporelles de gravité et de pression atmosphérique) en France, et gère l'envoi au centre de données. Les différents produits de niveau 1, de niveau 2 et de niveau 3 sont disponibles au centre de données hébergé par le GFZ à Potsdam en Allemagne.

En collaboration principalement avec Géosciences Montpellier, nous avons également proposé et obtenu la labellisation d'une nouvelle tâche de service de mesures répétées de gravimétrie absolue avec les deux instruments nationaux actuels FG5 #206 (Strasbourg) et FG5 #228 (Montpellier). Le gravimètre absolu à atomes froids Muquans, acheté dans le cadre de RESIF, s'ajoutera à ces deux instruments balistiques après réception et validation. L'analyse de séries de gravimétrie absolue, combinée au positionnement précis (GNSS), et aux mesures marégraphiques, permet d'apporter des informations et contraintes



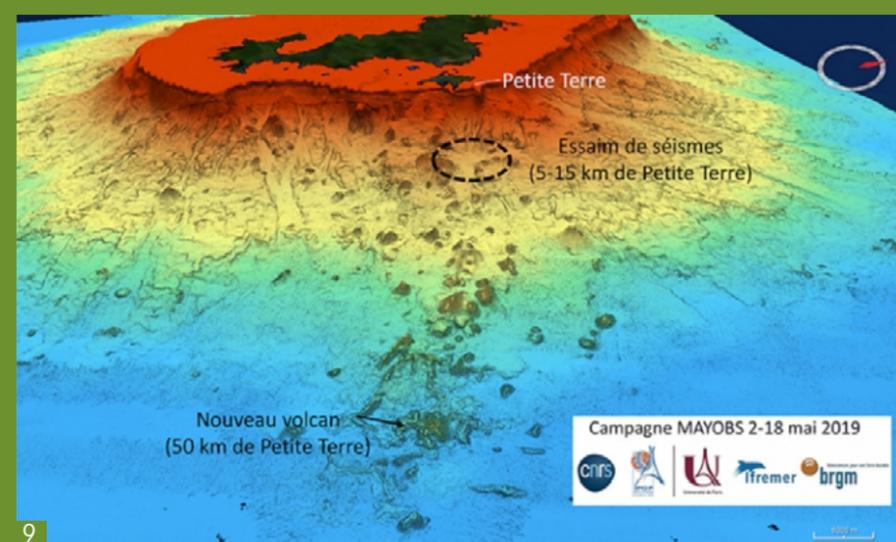
uniques dans différents domaines des sciences de la Terre.

Actuellement, une vingtaine de sites ont été identifiés [8], comprenant évidemment les sites instrumentés par les gravimètres relatifs supraconducteurs, des sites marégraphiques (Brest, La Rochelle, l'île d'Aix et Marseille), certains mesurés régulièrement depuis 1997, des sites dans les Alpes, ainsi que les Terres Australes et Antarctiques Françaises dans le cadre du projet IPEV porté par l'EOST.

Jean-Paul Boy

IGETS : <http://igets.u-strasbg.fr>
Centre de données du GFZ : <http://isd.c.gfz-potsdam.de/igets-data-base/>

Image > [8] Localisation des gravimètres supraconducteurs participants au service IGETS (rouge) et mesures répétées de gravimétrie absolue (noir) dans le monde (haut) et France métropolitaine (bas). Crédits Jean-Paul Boy



L'EOST PARTICIPE À LA DÉCOUVERTE D'UN NOUVEAU VOLCAN SOUS-MARIN

L'ENGAGEMENT SUR LE TERRAIN

Face à la crise sismique qui frappe Mayotte depuis mai 2018, l'EOST a mobilisé ses équipes sur le terrain et à Strasbourg (notre article dans la Lettre n°30 d'octobre 2018). Fin 2018, le CNRS-INSU et le Ministère de la transition écologique et solidaire ont lancé l'appel d'offre "TelluS-Mayotte" afin de coordonner les actions scientifiques de suivi de la crise et d'étude du phénomène en cours. Plusieurs projets ont été proposés, comprenant des actions à terre et en mer. Entre février et avril 2019, plusieurs missions ont permis d'installer des sismomètres fond de mer autour de la zone sismique à l'est de Mayotte ainsi que des stations sismologiques et GNSS sur les îles Glorieuses (IPGP) et à Mayotte (EOST/BRGM). Dans ce cadre, l'équipe s'est rendue à Mayotte du 2 au 10 mars 2019 pour installer trois nouvelles stations géophysiques à Pamandzi (Petite Terre, nord-est de l'île), Kani-Keli (sud-ouest de l'île) et Mitsamboro (nord-ouest de l'île). Afin de se protéger des phénomènes météorologiques extrêmes (pluie et vents violents) qui interviennent dans la région et du vandalisme, les installations ont été faites dans les mairies.

Composition de l'équipe : Jérôme Van der Woerd (IPGS) et Céleste Broucke (EOST), aidés d'Alison Colombain (BRGM-Orléans) et de Grégoire Dectot (BRGM-Mayotte)

LE RÉSEAU INSTRUMENTAL

Au début de la crise, le réseau sismologique ne comptait que quatre accéléromètres (qui ne détectent que les secousses importantes), une station large bande installée au lycée de Chiconi (dans le cadre du projet "Sismos à l'école") et deux stations mobiles de type RaspberryShake installées en juin 2018 par l'équipe du RéNaSS-BCSF (Lettre de l'EOST n°30). Ce réseau restait insuffisant pour localiser

correctement les événements sismiques situés à ~50 km à l'est des côtes orientales de l'île. Il était donc nécessaire de le densifier pour disposer de bonnes localisations hypocentrales, tout en élargissant la bande fréquentielle des signaux enregistrés pour mieux caractériser les sources sismiques, et comprendre notamment leur origine tectonique et/ou volcanique. Ainsi, après avoir été testés sur la plateforme instrumentale sismologique de l'EOST (PISE), des capteurs vélocimétriques large bande et des numériseurs appartenant au parc RESIF-SISmob ont été installés et parfois couplés avec des accéléromètres du BRGM, en charge de la surveillance des mouvements forts sur l'île. En partenariat avec l'IGN, toutes les stations ont également été équipées de récepteurs et d'antennes GNSS du parc RESIF-GPSmob. Ces données géodésiques permettent de quantifier la déformation en surface associée à la crise sismique, sachant qu'une subsidence et des mouvements vers l'est de plusieurs centimètres (vitesses maximales mesurées de 14 cm/an en vertical et de 22 cm/an en horizontal) avaient été mis en évidence par les stations existantes des réseaux privés.

L'ANALYSE DES DONNÉES

Lors de la mission effectuée en mars, l'équipe a pu se rendre compte du sentiment d'inquiétude au sein de la population locale qui vit au quotidien avec les multiples secousses sismiques depuis un an. Depuis septembre 2018, un système de détection et de localisation automatique de ces secousses a été mis en place au BCSF-RéNaSS, en utilisant les données des stations sismologiques en temps réel de la région. Ces événements automatiques, principalement de magnitudes supérieures à 4.5, sont ensuite re-localisés par un analyste. Les informations sur tous ces

événements (automatiques et manuels), disponibles sur le site renass.unistra.fr, sont utilisées pour collecter et associer les témoignages de toute personne ayant ressenti une secousse sur le site www.franceseisme.fr. L'installation des nouvelles stations permet de détecter, localiser et afficher un nombre plus important d'événements. La mise en place, bien que tardive, des communications des stations terrestres installées lors de la mission permet aujourd'hui une analyse rapide des signaux de l'ensemble des stations. La mobilisation du navire océanographique Marion Dufresne durant la première quinzaine du mois de mai a permis de récupérer les données des stations fond de mer pour pouvoir les analyser en même temps que le navire effectuait des relevés bathymétriques, d'échosondeur, de prélèvement de la colonne d'eau et de dragage.

CE QUE L'ON SAIT AUJOURD'HUI

Cette campagne océanographique a révélé la présence d'un nouveau volcan sous-marin à 3500 m de profondeur, d'une hauteur estimée à 800 m et dont le diamètre à la base atteint 4 à 5 km. Ce volcan émet un panache de fluides volcaniques de 2 km de hauteur qui n'atteint pas la surface. Grâce aux données des stations fond de mer, associées aux données des sismomètres à terre, la sismicité est mieux localisée et a conduit à redéployer les sismomètres fond de mer autour de la zone la plus active. La découverte a fait l'objet d'un communiqué de presse interministériel le 16 mai. Les services de l'État y annoncent le plan d'action, de communication et de prévention élaboré en collaboration avec les élus et les différents acteurs impliqués. Ainsi, grâce aux équipements installés au cours de la crise et les nouvelles observations qui confirment l'origine volcanique de la crise sismique, les scientifiques ont aujourd'hui en main des éléments clés pour mieux comprendre et appréhender le phénomène géologique à l'origine des secousses et se préparer pour assurer au mieux le suivi de la crise sismo-volcanique en cours afin d'appréhender ses évolutions possibles.

C. Broucke, C. Doubre, M. Grunberg

Communiqué de presse : <https://lc.cx/mDrp>
Image > [9] Vue vers Mayotte de la ride volcanique et des nombreux édifices qui la composent. Le nouveau volcan est indiqué par une flèche.

OZCAR 2019 POUR L'ÉTUDE DE LA ZONE CRITIQUE

Bastien Wild et ses co-auteurs ont reçu le Prix "OZCAR 2019 pour l'étude de la Zone Critique" pour un projet de recherche réalisé sur le site de l'Observatoire hydrogéochimique de l'environnement (OHGE/EOST). L'étude associée, récemment publiée dans le journal "Geochimica et Cosmochimica Acta", a fait l'objet d'une sélection par le comité exécutif d'OZCAR. La distinction récompense un travail emblématique de la science de la zone critique.

OZCAR est une infrastructure de recherche distribuée qui regroupe plus de 60 sites hautement instrumentés pour réaliser des mesures à long terme des paramètres biologiques, chimiques et physiques des eaux souterraines, fluviales, glaciaires, des sols et des zones humides en France et des territoires d'outre-mer comme les Caraïbes tropicales et la Réunion. Ils répondent à une question territoriale locale, et réalisent des observations long-terme pour établir des bilans d'eau, de masse et d'énergie et pour identifier des processus ou maintenir une veille environnementale.

Parmi ces sites membres d'OZCAR, celui de l'OHGE, situé sur le bassin versant du Strengbach au cœur du massif des Vosges, a servi de cadre à l'étude primée par le comité exécutif d'OZCAR. Cette étude présente une nouvelle approche permettant de mesurer la vitesse de dissolution des roches, qui constitue l'un des paramètres clés du cycle géologique du carbone et du cycle des nutriments inorganiques dans la zone critique.

Un ensemble de sondes a été déployé sur le bassin versant afin de déterminer in situ les processus biogéochimiques et microbiologiques influant sur la réactivité minérale.

Plus précisément, la valeur absolue de la vitesse de dissolution des minéraux primaires et les flux élémentaires associés, les diversités bactérienne et fongique associées à une lithologie donnée et la proportion du flux d'altération total liée à des processus microbiens ont pu être quantifiés dans des environnements aussi variés que des horizons de sol ou le lit d'un cours d'eau.

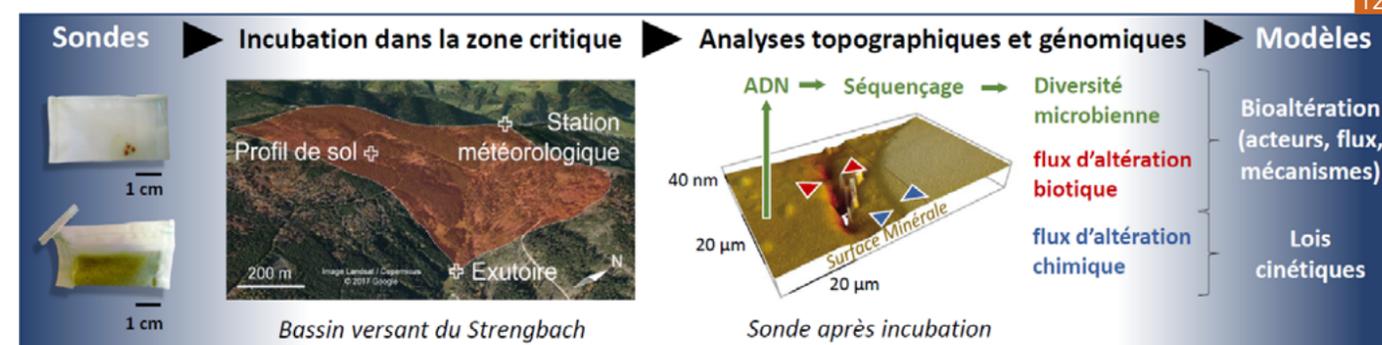
Les vitesses de dissolution ainsi mesurées pour deux silicates de référence (la labradorite et l'olivine) sont jusqu'à deux ordres de grandeur plus faibles que celles prédites pour le même profil de sol par un modèle d'altération. La méthode employée permet de démontrer que cet écart peut être réduit par une meilleure prise en compte de l'hétérogénéité des circulations de fluides et une meilleure définition des fonctions reliant les propriétés thermodynamiques de ces fluides à la vitesse de dissolution. De plus, l'étude analyse l'influence du substrat minéral sur les microorganismes qui le colonisent et démontre l'existence d'un potentiel d'altération biotique dans l'ensemble des environnements sondés. Les outils développés dans le cadre de cette étude offrent une opportunité unique de mesurer de façon indépendante les vitesses d'altération et de quantifier le rôle des microorganismes dans les processus de dissolution.

Bastien Wild
bwild@princeton.edu

Référence : "In-situ dissolution rates of silicate minerals and associated bacterial communities in the critical zone (Strengbach catchment, France)". Wild, B., Daval, D., Beaulieu, E., Pierret, M.-C., Viville, D. and Imfeld, G. - *Geochim. Cosmochim. Acta* 249, 95-120 (2019) <https://doi.org/10.1016/j.gca.2019.01.003>



Images :
> [10] Le trophée
> [11] Bastien Wild
> [12] Les sondes développées dans cette étude ont été incubées dans différents compartiments de la zone critique, sur le bassin versant du Strengbach. Les analyses topographiques et génomiques post-incubation ont permis de déterminer la vitesse de dissolution des minéraux primaires, les flux élémentaires biotiques et abiotiques associés, ainsi les diversités bactérienne et fongique. Ces données permettent d'améliorer notre connaissance des processus d'altération biotique et de définir de nouvelles lois cinétiques décrivant plus précisément la vitesse de dissolution des minéraux.



REGROUPEMENT DU LHYGES ET DE L'IPGS

VERS UN LABORATOIRE STRASBOURGEOIS EN GÉOSCIENCE ET ENVIRONNEMENT

En 2017, nos tutelles, le CNRS et l'Université de Strasbourg, nous ont demandé d'initier le regroupement du LHyGeS et de l'IPGS en une UMR unique. Nous avons opté pour une démarche proactive qui nous a permis d'analyser sereinement et par nous-mêmes la complémentarité entre les deux laboratoires et d'ouvrir le champ des possibles, tout en préservant et en développant les niches scientifiques émergentes ou reconnues qui font la force des unités de recherche actuelles. Sous l'impulsion de la commission recherche de l'EOST, le projet de regroupement scientifique du LHyGeS et de l'IPGS a été discuté collectivement depuis 2017 dans des ateliers ouverts à tous et animés par les 2 laboratoires, dans les conseils de laboratoires et au niveau de l'EOST. Cette réflexion aura permis de dresser les grandes lignes thématiques du futur projet, d'identifier ensemble des points bloquants, de mettre en place un appel à projet commun et de lancer un appel à candidature pour la direction de la future UMR. Les étapes de ce processus sont rappelées ci-dessous. La phase de réflexion du printemps 2017 a permis de dresser le bilan de chaque unité, de mettre en avant les collaborations entre unités et de lister les avantages et les inconvénients d'un regroupement (voir les résultats du sondage : <https://goo.gl/dRoUYb>). A l'automne 2017, un groupe de travail mixte, composé de chercheurs et enseignants-chercheurs du LHyGeS et de

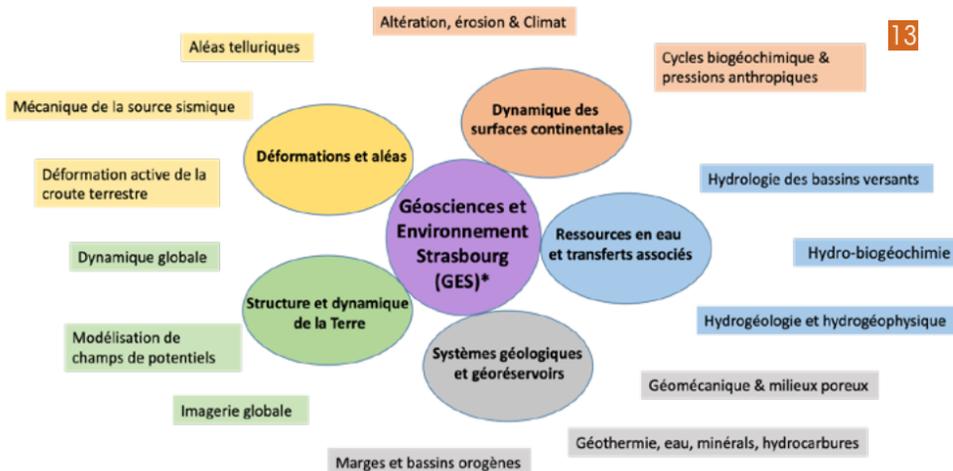
l'IPGS, s'est engagé dans une réflexion sur notre identité scientifique, afin d'identifier nos points forts et les thèmes scientifiques que nous pouvons développer ensemble. Ce groupe a notamment organisé un sondage d'opinion (voir les résultats : <https://goo.gl/7onuxE>) et des ateliers de réflexion, dont le résultat a été synthétisé lors de la demi-journée recherche de l'EOST en décembre 2017. Ces travaux et les discussions qui ont suivi ont permis de dégager 5 thématiques fortes, approuvées par les UMRs et à l'unanimité par la Commission Recherche le 30 novembre 2018 (Figure 1). En juin 2018, un comité de pilotage de la fusion, présidé par Marc Drillon (Directeur de recherche émérite - CNRS IPCMS), et composé de 6 membres internes à l'EOST et de 5 membres externes (représentants des sections 30 et 18 du CNRS) a été mis en place à la demande des tutelles. Ce comité, dont la mission est d'accompagner le processus de fusion, aborde principalement la question du calendrier et précise les grandes étapes du processus. Il a en outre validé le travail de réflexion mené ainsi que les 5 thématiques scientifiques. En début d'année, les conseils de laboratoire de l'IPGS et du LHyGeS et la Commission Recherche de l'EOST ont mis en place un appel à projets commun doté de 60 k€ (dont 20 k€ du CNRS, 20 k€ de l'Université de Strasbourg et 20 k€ LHyGeS-IPGS) pour renforcer ou développer des travaux scientifiques s'intégrant dans au moins l'un des 5 axes thématiques afin de soutenir la création de la nouvelle UMR. Huit projets communs entre le LHyGeS et l'IPGS ont

ainsi pu être financés en 2019, témoignant d'autant de traits d'union concrets :
Modélisation de la dynamique de l'humidité du sol dans une catena de schiste argileux ;
Datation des gisements paléontologiques quaternaires par la mesure des déséquilibres radioactifs ;
Influence de la saturation partielle sur le déclenchement de coulées de boues et les dégazages de sédiments ;
Développements d'outils isotopiques pour tracer les molécules organiques émergentes menaçant la ressource en eau ;
Mise en place et évolution du régolithe dans les bassins versants montagneux (Vosges - Alpes) ;
Mise à niveau des réacteurs tubulaires PARR pour expérimentation hydrothermale
Étude expérimentale de la réactivité sous contrainte de la calcite ;
Caractérisation des processus de la zone vadose dans différents types de sols.
Actuellement, un appel à candidature pour la direction de la future UMR est en cours de validation par les tutelles. Celles-ci mettent en place un comité de recrutement composé de membres externes à l'EOST. Pour cette étape, il est essentiel que les candidats viennent discuter avec les personnels, visitent le cœur des laboratoires et présentent leur programme en assemblée générale. L'avis du LHyGeS et de l'IPGS sur ces candidatures doit également être entendu. La future direction devra entre autres apporter des réponses concrètes aux questions essentielles formulées conjointement par le LHyGeS et l'IPGS concernant notamment l'évolution des équipes actuelles, la gestion des plateformes ou encore la section principale de rattachement de la future UMR unique.

La nouvelle direction prendra prochainement le relais de cette construction vers un laboratoire « Géosciences et Environnement » strasbourgeois. Le regroupement géographique des équipes à l'issue de la construction de l'extension de l'EOST fin 2020 devrait confirmer ce rapprochement.

Gwenaël Imfeld, président de la Commission Recherche de l'EOST

Figure > [13] Thématiques scientifiques émanant de la réflexion sur le regroupement du LHyGeS et de l'IPGS en une UMR unique.



*Appellation provisoire/discussion en 2019

LE PROJET DONUTS SOUTENU PAR GÉODÉNERGIES

Géodénergies est un Groupement d'Intérêt Scientifique (GIS) qui préfigure la création d'un Institut d'excellence pour la Transition Énergétique (ITE) en 2019. Cette structure rassemble des acteurs publics et privés engagés dans la transition énergétique et supporte les projets de recherche innovants dont les résultats présentent une applicabilité industrielle à court ou moyen-terme. Dans ce cadre, un soutien a été accordé au projet DONUTS (Développement d'Outils

Numériques d'interprétation et de Traitement des Signaux géophysiques pour les réservoirs non conventionnels). L'objectif du projet DONUTS est d'établir un procédé de traitement et d'interprétation quantitative de données géophysiques permettant de décrire les caractéristiques de réservoirs faillés et fracturés associés à d'importantes variations de faciès pouvant être d'origine pétrologique, sédimentaire, diagénétique, hydrothermale ou volcanique.

En effet, les différentes méthodes géophysiques mises en œuvre pour la prospection de tels réservoirs n'ont pas une résolution suffisante pour reconnaître les structures qui les composent. Cela passe par une caractérisation géologique, pétrophysique et géophysique des différents objets, le développement d'outils de modélisation et de maillage et l'inversion de données géophysiques multi-méthodes. L'IPGS est partenaire du projet DONUTS au travers de Marc Munsch, qui interviendra essentiellement sur les aspects magnétiques, aussi bien du point de vue de l'acquisition des données que des calculs numériques et de l'inversion. Le projet est doté d'un financement global de 1113 k€. Le montant accordé à l'IPGS est de 60 k€, ce qui représente le financement d'un contrat post-doctoral d'un an (Jeanne Mercier de Lépinay), sur le thème géophysique/acquisitions haute résolution et traitements.

Jeanne Mercier de Lépinay



PROJET DROMMA : DRONE DE MESURES MAGNÉTIQUES POUR L'ARCHÉOLOGIE

Le projet DROMMA (d'octobre 2018 à juin 2021) a pour but de développer une solution de mesure magnétique aéroportée et adaptée à l'archéologie, notamment aux phases de diagnostics en archéologie préventive. L'objectif final est de pouvoir disposer d'une méthode non-invasive de détection et d'étude des vestiges archéologiques à grande échelle et à haute résolution. Elle doit être capable de s'affranchir de l'état du sol et à faible coût économique,

afin de guider les fouilles et d'apporter un nouveau niveau d'analyse des sites. Pour cela, des contraintes techniques et scientifiques doivent être levées : compensation de l'effet du drone sur la mesure, miniaturisation et intégration du système, suivi automatique du terrain. Afin de remplir ces objectifs, DROMMA associe l'IPGS pour la partie géophysique (mesure, intégration, traitement et interprétation), la start-up strasbourgeoise TERREMYS incubée par



UNION EUROPÉENNE

Fonds Européen de Développement Régional

SEMIA pour la partie drone (conception, intégration et exploitation) et l'acteur institutionnel interdépartemental, Archéologie Alsace, pour l'expertise archéologique. Le projet est également labellisé par le pôle de compétitivité Fibres-Energivie de la Région Grand Est pour son apport en qualité et rapidité pour l'archéologie préventive ainsi que pour la mise au point d'un outil nouveau d'étude du sous-sol pour l'aménagement du territoire.

L'IPGS est partenaire du projet à travers Bruno Gavazzi et Marc Munsch. Il est financé dans ce cadre à hauteur de 234 500 € par la Région Grand Est et par l'Europe à travers le Fond européen de développement régional (FEDER), sur un montant total de 900 k€.

Bruno Gavazzi

Photo > [14] Pilote Terremys et premier prototype de drone monocapteur suivant le terrain sur un site test à Wolfisheim. Crédits : Bruno Gavazzi



14

ACCUEIL DES SCIENTIFIQUES EN EXIL

CETTE ANNÉE, L'EOST ACCUEILLE TROIS SCIENTIFIQUES DANS LE CADRE DU PROGRAMME NATIONAL D'AIDE À L'ACCUEIL EN URGENCE DES SCIENTIFIQUES EN EXIL (PAUSE).

Cécile Doubre, Antoine Schlupp et Mathieu Schuster



Abdulhakim AHMED, sismologue yéménite, avait déjà travaillé à l'IPGS pendant sa thèse pour étudier avec Cécile Doubre une crise sismo-volcanique dans le Golfe d'Aden en 2010. Après

avoir soutenu sa thèse à l'UPMC en 2013, il dirigeait le Réseau National Sismologique à Dahmar. Il a fui la guerre pour le Soudan à l'été 2016 avec une partie de sa famille. Un financement UPMC lui a permis de venir s'installer à Strasbourg en janvier 2017, accompagné de sa famille. Il a travaillé à l'IPGS sur le traitement de données déjà

acquises dans la dépression Afar et les régions environnantes afin d'imager la structure lithosphérique (anisotropie de bruit sismique). En parallèle, il a participé au montage d'une expérience temporaire de sismologie en Ethiopie pour imager les interfaces lithosphériques entre les hauts plateaux stables et les axes d'accrétion actifs de l'Afar. Un premier co-financement PAUSE (année 2018) Université de Strasbourg, UPMC, IPGS et EOST lui a permis d'analyser les données nouvellement acquises. Un second financement PAUSE et FACE lui permet de finaliser ces travaux (publications en cours) et d'analyser des données de sismicité de la région Afar.



Abeer AL-ASHKAR, syrienne, a soutenu sa thèse en septembre 2015 à l'EOST. Elle portait sur l'analyse tectonique et paléosismologique de deux failles actives découvertes à proximité

de la capitale de la Mongolie, Oulan-Bator. Elle a obtenu un financement

PAUSE fin 2018 et est arrivé courant avril 2019 à l'IPGS. Elle va continuer l'analyse morphotectonique d'autres failles actives dans la région de la capitale mongole, tout en intégrant de façon plus poussée des traitements d'imagerie spatiale. Les résultats permettront d'améliorer la connaissance de l'ensemble des structures actives pouvant avoir une influence sur le risque sismique de la région.



Ashour ABOUESSA, lybien, est un ancien doctorant de l'IPGS qui a soutenu sa thèse en sédimentologie à Strasbourg en décembre 2013 (Direction : P. Düringer, M. Schuster). Cette

thèse a bénéficié d'une bourse CIFRE (TOTAL) et d'une collaboration avec le Libyan Petroleum Institute et les universités de Tripoli, Poitiers et Strasbourg. C'est dans ce cadre qu'Ashour a étudié l'escarpement du Dur At Talah (Libye centrale) où est préservée une série sédimentaire qui enregistre la fin de la dernière grande

incurSION marine au Sahara (Eocène, ~38Ma), également réputée pour sa faune de vertébrés fossiles, dont des primates. Durant sa thèse Ashour s'est notamment spécialisé dans le décodage des tidalites (dépôts sédimentaires enregistrant les cycles de marée), qu'il a été le premier à identifier et à publier au Dur at Talah. Grâce au soutien de FACE et PAUSE, Ashour travaillera notamment à publier un dernier article de sa thèse et à une synthèse sur les Grès de Nubie en Libye, cette formation géologique abrite le Nubian Sandstone Aquifer System, réputé être le plus grand aquifère fossile au monde, à cheval sur la Libye, l'Égypte, le Tchad, Le Soudan.

IAS SPECIAL LECTURE TOUR

Chaque année, l'International Association of Sedimentologists organise une série de conférences thématiques intitulée IAS Special Lecture Tour. C'est dans ce contexte que nous avons eu l'opportunité d'accueillir à Strasbourg Christopher Fielding début d'Avril.

Chris Fielding est professeur titulaire de la Coffman Chair of Sedimentary Geology à l'University of Nebraska-Lincoln (USA). Il est réputé pour ses travaux sur l'analyse de faciès et la stratigraphie séquentielle des systèmes sédimentaires clastiques, la caractérisation des impacts des paléoclimats sur les paléoenvironnements, et des applications dans le domaine des réservoirs géologiques. Ancien président de la Society for Sedimentary Geology, il est actuellement éditeur de Earth-Science Reviews.

Dans le cadre de sa visite il a donné une conférence à l'EOST intitulée « Towards a new generation of facies models for fluvial systems and their deposits ». En appuyant son propos sur plusieurs de ses cas d'étude de rivières actuelles et anciennes, Chris Fielding apporte un regard nouveau sur les systèmes sédimentaires fluviaux et souligne l'importance de la prise en compte de la décharge sédimentaire par rapport à la morphologie de surface pour le décodage des dépôts préservés dans les séries anciennes. Son séjour à Strasbourg s'est prolongé par des discussions plus spécifiques relatives aux



thématiques de recherche de collègues Strasbourgeois, notamment ceux du groupe de Géologie Sédimentaire de l'IPGS.

Son séjour s'est terminé par une excursion géologique dans les Vosges du Nord (Windstein, Falkenstein et Altschlossfelsen), qui a permis de confronter les points de vue sur l'interprétation des processus sédimentaires de mise en place de cette roche emblématique de l'Alsace dite du « Buntsandstein », plus communément désignée sous l'appellation « Grès roses des Vosges », qui date du Trias (~ 250 millions d'années).

M. Schuster et J.F. Ghienne

Photo > [15] Empilement de deux motifs sédimentaires bien distincts, témoignant d'un changement majeur d'environnement de dépôt (grès éoliens, puis grès fluviaux). Crédits : J.-F. Ghienne

MODÉLISATION GÉOMÉTRIQUE 3D AVEC MOVE

La modélisation géométrique 3D des structures géologiques est depuis plusieurs années un axe de recherche et d'enseignement à l'EOST. Un accord vient d'être signé avec la société Petroleum Experts Ltd. pour le renouvellement de dix licences académiques pour le logiciel MOVE et ses boîtes à outils associées, soit un don équivalent de 1 334 160 €

(environ 1 537 265 €). A Strasbourg, ce logiciel est principalement utilisé par des doctorants et post-doctorants de l'équipe Geols de l'IPGS, notamment pour la modélisation de réseaux de fractures (géothermie) ou de structures orogéniques (compilation de données géophysiques et géologiques des Pyrénées). Associée à d'autres logiciels comme Petrel, l'obtention de ces licences MOVE permet à l'EOST d'affirmer sa volonté de former des étudiants capables de manier les outils les plus modernes de la modélisation géométrique 3D.

Francis Chopin

DEUX PROJETS D'INSTITUTS THÉMATIQUES INTERDISCIPLINAIRES DÉPOSÉS

L'université de Strasbourg, avec ses partenaires CNRS et Inserm, a lancé un programme de développement d'Instituts thématiques interdisciplinaires (ITI) Recherche et Formation. Ces futurs ITI seront financés sur fonds IdEx ou proposés au financement

dans le cadre du nouveau programme structurant des investissements d'avenir destiné à renforcer le lien entre formation et recherche. L'EOST a soumis deux projets qui ont été pré-sélectionnés par le jury.

ISY, INSTITUTE FOR SUSTAINABILITY - RESEARCH, EDUCATION AND TRANSFER FOR SUSTAINABLE SOCIO-ECOSYSTEMS

Dans le cadre de l'appel de l'Université de Strasbourg à constituer des Instituts Thématiques Interdisciplinaires (ITI), l'Institute for Sustainability (ISY) est en cours de construction. L'ISY cherche à développer une recherche de pointe à Strasbourg en sciences de la viabilité (Sustainability Sciences *) pour répondre à un enjeu majeur et décisif de notre ère : comprendre et prédire les trajectoires dynamiques de socio-écosystèmes (c'est-à-dire des systèmes intégrés couplant les sociétés et la nature). Pour cela, il s'agit d'intégrer les connaissances acquises sur la dynamique actuelle des écosystèmes et de leurs réponses, leur développement historique, mais aussi leur perception dans des contextes nationaux différents, ainsi que les freins et leviers de changement et les facteurs de forçage aux échelles locales et globales. L'ISY fédère

les forces de recherche et de formation en Sciences de l'Environnement : Sciences de la Terre, de la Vie, de l'Ingénieur et sciences humaines et sociales, etc. Au total, 110 enseignants-chercheurs et chercheurs, 12 structures de recherche et 6 plateformes sont impliqués. Le projet vise à faire de l'Université de Strasbourg un pôle interdisciplinaire d'excellence attractif au niveau international sur l'étude des socio-écosystèmes *urbains, territoriaux*, en s'appuyant sur le modèle du Rhin Supérieur comme laboratoire, et *extrêmes*, particulièrement sensibles au changement global et aux événements extrêmes.

Gwenaél Imfeld et Laurent Schmitt, co-porteurs de l'ITI ISY

** <https://www.pnas.org/content/108/49/19449>*

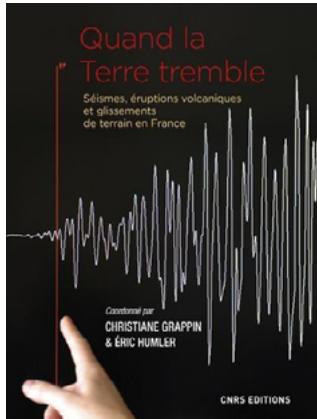
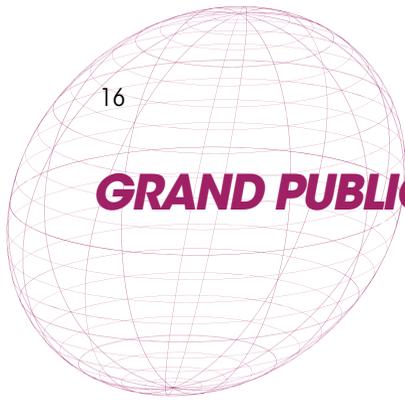
G-EAU-TE, GÉOSCIENCES POUR LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE AVEC UNE APPROCHE MINIÈRE DE L'EAU DU SOUS-SOL PROFOND

Le projet d'ITI G-eau-TE est construit autour d'un thème scientifique bien identifié, à la fois ambitieux et innovant : le rôle du sous-sol dans la transition énergétique avec une approche minière de l'eau du sous-sol. Le cas particulier de l'exploitation minière de la chaleur contenue dans l'eau profonde, à savoir la géothermie profonde, sera poursuivi mais également élargi au rôle de l'eau profonde dans d'autres ressources énergétiques du sous-sol comme l'hydrogène, le lithium, le stockage de chaleur ou de CO₂, où l'eau joue un rôle majeur dans la production de la ressource et dans son transport, mais aussi sur le comportement mécanique de la ressource. Les approches seront multidisciplinaires : méthodes de caractérisation de la ressource, d'accès et de développement de réservoir, et de surveillance lors de son exploitation pour

une maîtrise des risques environnementaux ainsi que des méthodes de sciences humaines pour aborder la problématique de la perception sociétale.

Le projet G-eau-TE s'inscrit dans une démarche de renouvellement du LabEx G-eau-thermie Profonde qui a été un succès reconnu à la fois au niveau local, national et international. Le projet G-eau-TE comprend des évolutions sensibles pour répondre aux nouveaux enjeux et se complète également d'un volet formation largement développé en y ajoutant un lien accru entre la recherche et la formation.

Jean Schmittbuhl et Patrick Baud, co-porteurs de l'ITI G-eau-TE



En sus de l'émoi lié à l'ampleur des dégâts générés par le séisme de l'Aquila en Italie, (2009), cet évènement avait profondément marqué la communauté des Sciences de la Terre du fait de la condamnation, en première instance, de sept scientifiques italiens à des peines de prison ferme (ils ont été acquittés dans un second temps) pour avoir mal communiqué quant à la survenue imminente de ce séisme. Suite à une auto-saisine du comité d'éthique du CNRS (COMETS) et des débats lors de la prospective du CNRS-INSU

OUVRAGE "QUAND LA TERRE TREMBLE : SÉISMES, ÉRUPTIONS VOLCANIQUES ET GLISSEMENTS DE TERRAIN EN FRANCE"

en 2014, un groupe de travail avait été formé, regroupant des volcanologues, des sismologues et des géophysiciens issus de plusieurs Observatoires des sciences de l'Univers (Jérôme Vergne assisté d'Antoine Schlupp pour l'EOST). Sa mission consistait à dresser un bilan et à s'interroger quant au rôle de la communauté académique (membres des unités du CNRS-INSU et des Universités) dans la surveillance et l'alerte de différents risques telluriques : éruptions volcaniques, séismes, glissements de terrain.

Le résultat des réflexions de ce groupe avait été présenté et débattu lors d'une journée dédiée en novembre 2016 en présence de représentants de nombreux organismes (CEA, BRGM, IFSTTAR ...) et de ministères. Le fruit de ce travail paraît aujourd'hui sous la forme d'un livre, « Quand la Terre tremble : Séismes, éruptions volcaniques et glissements de terrain en France », édité par CNRS Editions. Il vise un public plus large, mais néanmoins « averti », qui souhaite mieux comprendre ces risques telluriques et la manière dont la communauté académique participe à leur gestion.

Les premiers chapitres du livre dressent,

pour chaque type d'aléa, un bilan de l'état de nos connaissances et des moyens mis en œuvre pour les observer, les analyser, voire les surveiller, à la fois en Métropole et dans les Outre-mer.

Les chapitres suivants visent à expliciter la notion de « chaîne du risque », les articulations complexes existant entre les différents acteurs impliqués et les spécificités de la communication en situation de crise.

Enfin, un certain nombre de recommandations sont formulées, visant à améliorer nos capacités de suivi de ces aléas, l'interaction entre les organismes et opérateurs, et la communication pendant et en dehors des périodes de crise. Le phénomène sismo-volcanique actuellement en cours à Mayotte met d'ailleurs bien en exergue les forces, mais aussi les limitations des outils et du mode de fonctionnement actuel de notre communauté... Gageons que la concomitance entre ce phénomène et la sortie de l'ouvrage aboutira à une évolution concrète des modalités de gestion des crises telluriques en France.

Jérôme Vergne

Dossier de presse : <https://lc.cx/mDVD>

ENFIN UNE MÉTÉORITE !

Contactés par téléphone puis par mail, nous avons pris en charge le 23 avril dernier une « pierre » présentant toutes les caractéristiques d'un aéroliithe. Le propriétaire, Monsieur Bourazma, de nationalité marocaine, nous a montré de nombreuses images d'objets analogues (entre 20 et 30 échantillons) ramassés fin janvier 2019 dans la montagne qui domine la ferme familiale de ses parents (le lieu exact est confidentiel). Le socle rocheux étant dénudé et exposé au vent, il n'est donc pas compliqué d'observer les "pierres noires" qui le jonche.

Quelques fragments prélevés sous la croûte de fusion ont été analysés par Gilles Morvan, ingénieur au Laboratoire de microscopie électronique du LHyGes. Cette analyse a permis de confirmer la nature météoritique de l'échantillon, rattaché au groupe des météorites pierreuses. Les caractéristiques chimiques sont signalées



par la présence de l'alliage fer-nickel (faible), et du cortège habituel d'éléments traditionnels de ce type de météorite. L'échantillon contient, en outre, des sulfures de fer macroscopiquement identifiables, ce qui n'est pas courant. Sa structure interne cristallisée, avec présence de calcium, pourrait le rattacher à la classe plus rare des achondrites (qui ne possèdent pas de chondrules).

Un fragment significatif sera expédié prochainement à L'Institut de Minéralogie, de Physique des Matériaux et de Cosmochimie (IMPMC) à la Sorbonne, Paris, pour procéder à des mesures chimiques approfondies, le laboratoire étant équipé pour la caractérisation scientifiques des météorites.

*Denis Leybold et Barbara Gollain
Musée de minéralogie*