



LA LETTRE DE L'ÉOST

N46 FÉVRIER 2024

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

Vie de l'Eost	
Hommage à J.B. Edel	3
Portrait de Benoît Derode	4
Déménagement de la bibliothèque de géologie	5
Egalité de genre à l'Eost	6
Formation	
Geothermal Fiel School	7
Associations étudiantes de l'Eost	8-9
Observatoire	
L'Eost au coeur d'Epos-France	10-11
Recherche	
Hydrogéochimie : un outil pour comprendre	12
Chaire Euror "eau et durabilité"	13
Journées jeunes chercheurs SFIS	13
Le sol est un sable mouvant	14-15
13e colloque Geofcan	16
Distinctions	17
Fouilles paléontologiques à Altkirch	18
Sentir un lieu	19
Grand public	
Revue de presse 2023	20
Sismocitoyen : la vidéo	20

DIRECTEUR DE LA PUBLICATION Jean-François Girard
REALISATION Véronique Bertrand
IMPRESSION Imprimerie DALI / Unistra
IMAGE DE COUVERTURE : déménagement de la bibliothèque de géologie © E. Manzinali

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

N46 FÉVRIER 2024

VIE DE L'EOST

HOMMAGE À JEAN-BERNARD EDEL

EDITORIAL

Chères et chers collègues,

Une nouvelle année, c'est un bref regard en arrière pour constater toutes les réalisations, et une motivation renouvelée pour de futurs projets, des nouveaux objectifs. Ce numéro de la Lettre de l'Eost illustre parfaitement ces différents aspects, et il ne se veut sûrement pas exhaustif.

Un fil conducteur de ce numéro pourrait être l'engagement pour le collectif, que ce soit au niveau local, avec un tour d'horizon des associations étudiantes de l'Eost et de leurs missions, la vigilance et l'écoute pour améliorer l'égalité hommes - femmes au sein des laboratoires ou aux niveaux national et européen avec la médiation sous différentes formes vers la société civile ou l'implication dans la structuration de la recherche et de l'observation via Epos-France par exemple.

L'engagement constant, pour beaucoup d'entre nous, auprès des étudiants est source de satisfaction en cette période de remises des diplômes de master et de l'école d'ingénieurs. Appuyés par la scolarité et le personnel de l'Eost, les participants plébiscitent la Manufacture qui se prête particulièrement à ces événements festifs et pour accueillir des partenaires.

La Recherche à l'Ites & l'Eost n'est pas en reste de réalisations et de promesses pour le futur proche. Au départ de certains, que l'on regrettera, succèdent les nouveaux recrutements, les projets novateurs, des récompenses, une diffusion du savoir au travers de plusieurs colloques, une disponibilité pour répondre aux médias dans nos domaines d'expertises.

Beaucoup de nouveautés, dans ce numéro riche et varié de la Lettre de l'Eost ; bonne lecture !

Jean-François Girard, directeur de l'Eost

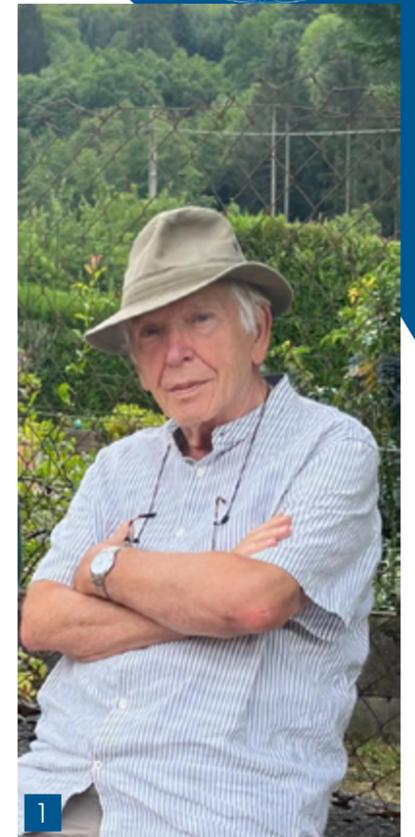
Notre collègue Jean-Bernard Edel est décédé mardi 3 octobre 2023 en fin de soirée, à l'âge de 76 ans après une longue maladie épuisante avec laquelle il s'est battu pendant cinq ans. Avant de prendre sa retraite, Jean-Bernard a travaillé comme maître de conférence à l'Eost pendant toute sa longue vie professionnelle, après y avoir été étudiant ingénieur puis doctorant géophysicien.

Plus qu'un enseignant dévoué, il a fait preuve d'un énorme enthousiasme pour la recherche, en particulier dans le domaine du paléomagnétisme et des méthodes de champ de potentiel. Ses thématiques de recherche couvraient essentiellement la ceinture varisque européenne, dont il a visité presque toutes les régions importantes, de la Pologne à l'Espagne et au Portugal, en passant par la République tchèque, l'Allemagne, la France et l'Italie. Au cours de sa longue carrière, il a publié plus de 70 articles scientifiques dans des revues inter-

nationales de premier plan et il est devenu un expert international de l'utilisation des méthodes géophysiques dans la recherche orogénique moderne. Ses derniers travaux synthétiques sont considérés comme des jalons dans notre compréhension de l'architecture et de la dynamique de la formation de la ceinture varisque européenne.

Jusqu'à la fin de sa vie, il est resté un observateur attentif des systèmes géologiques et a collaboré avec un vaste réseau de collaborateurs issus de plusieurs pays européens. Jean-Bernard était très apprécié de ses collègues en France et dans de nombreux pays européens. La Geological Society of London publiera en 2024 un hommage à l'homme et à ses réalisations sous le titre "Processes of Pangea construction : correlation of Variscan and Central Asian Orogenic Belts".

Un aspect moins connu de son caractère est son amour pour l'art et la peinture. Il s'est inspiré des peintures asiatiques et a



réalisé des tableaux très particuliers de ses chères Vosges. Ce talent lui a permis de produire des illustrations originales et magnifiques qui figurent dans ses publications scientifiques. Toute sa vie a reflété son plaisir à combiner géologie, art et géophysique. Il manquera à l'auteur de ces lignes, à ses amis et à ses collègues, qui le connaissent comme un collaborateur excellent et dévoué et un artiste, mais aussi pour son honnêteté et son vrai caractère alsacien.

Karel Schulmann

Note : La chaîne varisque européenne est une chaîne de montagne qui formait un relief aussi important que la chaîne Himalayenne à la fin du Paléozoïque. Elle s'est formée à partir de l'ouverture puis de la fermeture d'espaces océaniques séparant les continents Gondwana et Laurussia et quelques micro-continentaux intermédiaires. Le processus à l'oeuvre dans la formation de cette chaîne de montagnes est appelé "orogénèse de collision" ou la subduction océanique précède l'enfouissement ultra profond de la lithosphère continentale.

Illustrations >

[1] Jean-Bernard Edel au printemps 2023 © Claudine Edel

[2] Un auto-portrait dessiné de JB. Edel



NOUVEL ARRIVANT : BENOÎT DERODE

AUTO-PORTRAIT

Bourguignon d'origine, j'ai réalisé un Master de Physique fondamentale à l'UJF de Grenoble après des classes préparatoires et une Licence de physique générale à l'UB de Dijon. Durant cette période, j'ai réalisé un stage en tribologie au LGIT (ex ISTERre) de simulation de la rupture sismique, mon premier contact avec l'objet «séisme». J'ai alors dédié la suite de mon parcours à la sismologie, avec la volonté de l'aborder avec différentes approches et à différentes échelles. Financé par deux ANR (HPPP-CO2 et SLAMS), j'ai ensuite débuté un doctorat sur les Couplages Sismo-HydroMécanique (CSHM) où, à l'aide d'une expérience de stimulation hydraulique d'un massif naturel poreux et fracturé au sein du LSBB de Rustrel, j'ai pu travailler sur la signature sismique du rôle des fluides dans la rupture des zones de failles à l'échelle décimétrique. En maniant divers observables liés à mon instrumentation (capteurs hydrauliques, de déformation, capteurs sismiques, etc.), j'ai travaillé au développement d'outils de traitement du signal et de modèles numériques. Ils m'ont permis de montrer l'importance des interactions entre une faille sous pression et les zones endommagées « sèches » alentours dans l'apparition de la sismicité induite par des mouvements de fluides.

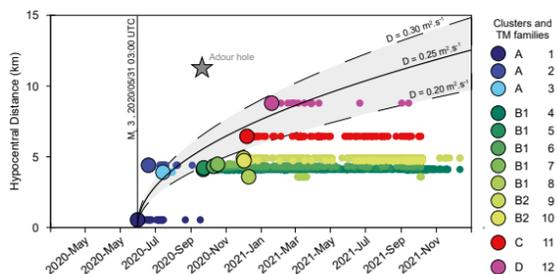
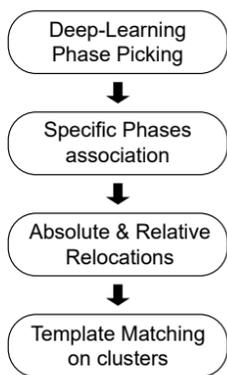
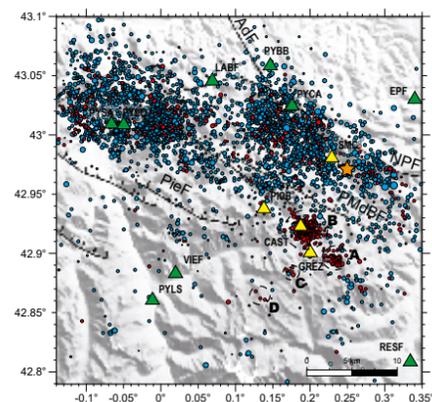
Pour mieux appréhender les séismes majeurs, je suis ensuite parti à Santiago au Chili - où j'ai passé près de sept ans - et où j'ai travaillé sur la mécanique de la rupture sismique des séismes de profondeur intermédiaire (70 – 300 km) et leurs liens avec les fluides profonds, ainsi que sur les précurseurs sismiques des mégaséismes de subduction, comme le tremblement de terre de Maule (MW = 8.8, 2010/02/27). Je me suis aussi dédié à l'implémentation opérationnelle de systèmes d'acquisition et de diffusion de la donnée sismologique au Département de Géophysique (DGF) ainsi qu'au Centre Sismologique National (CSN) Chilien. En 2021, je suis rentré en France pour mener des travaux de recherche à l'Observatoire Midi-Pyrénées (OMP) sur l'utilisation et le développement de méthodes de Machine-Learning (ML) pour la détection, la localisation, et la caractérisation de la sismicité. Ces travaux ont été menés conjointement avec le CEA et l'Irap de Toulouse, et en collaboration avec l'Eost. Durant mon parcours, j'ai toujours cherché à travailler autour de ce triptyque Fluides/Séismes/Déformations et les interactions entre ces processus, avec une base de recherche fondamentale et en y associant de l'expérimentation, du terrain, des tâches



d'observation et de la diffusion de l'information.

Je suis aujourd'hui Physicien adjoint CNAP de l'équipe de sismologie de l'Ifes, recruté en octobre 2023 comme sismologue associé au Service National d'Observation BCSF-Réass. Mes projets de recherche actuels gravitent autour du développement de méthodes de ML pour la détection et l'identification de la sismicité induite par des circulations de fluides, avec un focus sur les exploitations de géothermie profonde du nord de l'Alsace.

Benoît Derode



3

Illustration > [3] Étude d'un ensemble d'essais sismiques apparus successivement en quelques mois dans le Pyrénées. L'application de méthodes de ML couplées aux méthodes d'analyse fine de la sismicité clustérisée a permis l'identification de processus de migrations de fluides profonds à l'origine de leur apparition. Derode et al. (2023), Fluid-driven seismic swarms in the Gripp valley (Haute-Pyrénées, France), *Geophys. J. Int.*, 234 (3), pp. 1903–1915, DOI: 10.1093/gji/ggad17



DANS LES COULISSES DU DÉMÉNAGEMENT DE LA BIBLIOTHÈQUE DE GÉOLOGIE

Les collections de la bibliothèque de géologie viennent de rejoindre les magasins du Service des bibliothèques de l'Unistra, après plusieurs années de préparation.

Située au deuxième étage de l'ancien Institut de géologie, la bibliothèque de géologie était un lieu à part. Ses rayonnages, auxquels on accédait via des échelles, renfermaient des collections datées principalement des 19e et 20e siècles : revues scientifiques en langue française, allemande et anglaise, etc. couvrant tous les domaines des sciences de la Terre, livres, tirés à part, thèses. On y trouvait aussi une riche cartothèque, avec plus de 5.000 cartes géologiques et topographiques, de France et d'autres pays européens.

Si cette bibliothèque a aujourd'hui fermé ses portes, les collections ont été transférées dans les magasins de L'Alinéa, de l'Escarpe et vers la cartothèque patrimoniale de l'Université. Ce déménagement a nécessité une longue préparation. Dès 2017, le Service des bibliothèques a lancé une opération de dédoublement des revues en sciences de la Terre à l'échelle du site strasbourgeois, à partir des collections de la bibliothèque. Ce travail a permis aux fonds de ne pas excéder la capacité des magasins destinés à les accueillir.

A partir de fin 2022, des collègues volontaires des bibliothèques de la Hear, de l'Enges et du Service des bibliothèques se sont par ailleurs relayés pour aider au tri, à l'inventaire et au don des fournitures, du matériel et du mobilier. Certaines tables trouvent ainsi une seconde vie dans la salle de pause de l'Eost, quand d'autres font le bonheur des illustrateurs de la Hear. On trouvera, enfin, certains éléments emblématiques de la bibliothèque de géologie dans la future bibliothèque de la Manufacture, comme les meubles à fiches métalliques et les lampes en pierre.

Deux semaines ont été nécessaires aux déménageurs pour déplacer les 2,3 km linéaires de collections. Une grande partie des étagères a ensuite été démontée par une entreprise de ferrailage. Le travail ne s'arrête toutefois pas là : il s'agit maintenant de procéder à l'inventaire des collections, qui permettra d'établir à terme un plan de classement détaillé. Cet outil servira aux magasiniers du Studium, désormais en charge des demandes de prêt et de consultation. Rendez-vous au printemps pour (re) découvrir les collections de la bibliothèque !

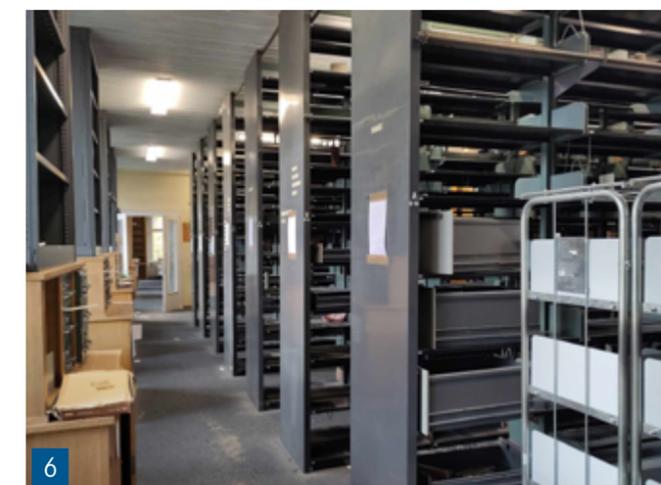
Eymeric Manzinali

Photos > Crédits E. Manzinali

[4] La bibliothèque de géologie avant déménagement. Les étiquettes permettaient aux déménageurs de connaître la destination des collections en magasin.

[5] Les ouvrages étaient transportés sur des armoires roulantes, numérotées. Les livres sont toujours stockés sur la partie la plus solide, à savoir le dos, afin d'éviter tout dommage pendant le transport.

[6] Les rayonnages, après déménagement des collections.





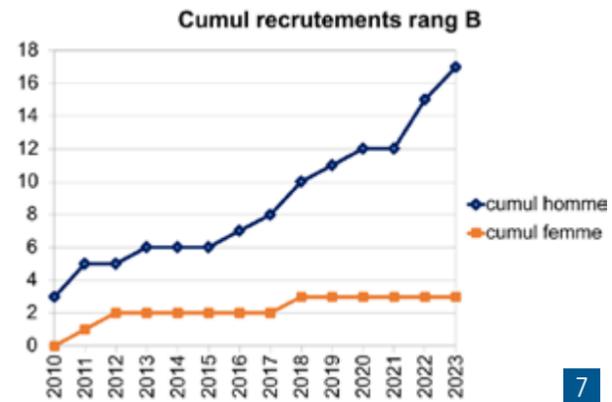
EGALITÉ DE GENRE : OÙ EN SOMMES-NOUS ?

L'égalité professionnelle entre les femmes et les hommes est une priorité au CNRS et dans l'enseignement supérieur et la recherche. Des progrès importants ont été réalisés au niveau national, notamment grâce à l'obligation pour tout établissement de disposer d'un plan d'action égalité, ainsi que de cellules de signalement et d'écoute pour prévenir et lutter contre les violences sexistes et sexuelles. Au niveau national, le pourcentage de chercheuses recrutées ces dernières années marque une forte progression par rapport au pourcentage de femmes dans l'effectif global des chercheur-euses. Pourtant, les chiffres de l'Ifes/Eost n'évoluent pas de la même façon : en effet seulement 3 femmes ont été recrutées contre 17 hommes dans le collège B depuis 2010. Cet article nous permet de rappeler les rôles des référent-es égalité et de vous présenter notre plan d'action, porté par Melissa Candan en service civique pour cette année universitaire.

Les réseaux de référentes et référents en unité ont pour rôle la mise en place d'une politique pour l'égalité à l'échelle des laboratoires qui revêt différentes facettes :

- Un rôle d'animation : animation de conversations sur les sujets de l'égalité, diffusion, actions de promotion de l'égalité, de sensibilisation ;
- Un rôle de vigie : mise en œuvre d'une politique durable en faveur de l'égalité ;
- Un rôle d'intermédiaire : liens avec les différentes tutelles ;
- Un rôle de relais de proximité : écouter, informer, accompagner les membres du laboratoire, remédier à des biais de genre dans la communication du laboratoire, ou la sous-représentation des femmes dans les événements scientifiques, orientez vers les procédures et les dispositifs d'écoute et de signalement en cas de violences sexistes et sexuelles.

Nous envisageons de proposer des ateliers au sein de l'Ifes afin de réfléchir ensemble sur comment nos différents privilèges et les ascendances existantes impactent nos relations et nos manières d'échanger. Pour lancer ces ateliers nous proposerons un questionnaire anonyme à l'ensemble des membres du laboratoire pour avoir une idée du ressenti sur les conditions de travail, le bien-être général ainsi que les éventuels problèmes que vous avez pu rencontrer au sein de l'Ifes. A partir de vos réponses, des ateliers de discussion seront ouverts à tous-tes afin de trouver ensemble quelles solutions trouver aux éventuelles insatisfactions exprimées.



7

[7] Répartition du recrutement des chercheur-euse et enseignant-e-chercheur-e au sein de l'Ifes et de l'Eost depuis 2010.

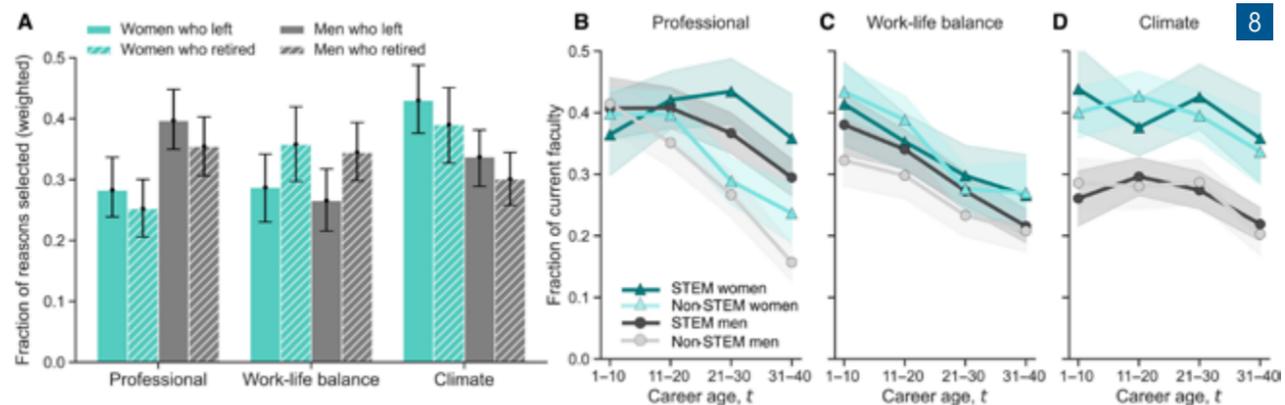
Nous avons choisi de cibler la première enquête sur le personnel de l'Ifes. En fonction des résultats du travail mené cette année, une prochaine enquête pourra cibler le personnel de l'Eost. En effet, les conditions de travail de ces catégories de personnel ne dépendent pas des mêmes équipes de direction.

Par ailleurs, nous travaillons sur la mise en place d'une seconde enquête pour comprendre comment expliquer le si faible taux de recrutement de femmes chercheuses à l'Ifes depuis 2010 alors que la répartition homme/femme de nos doctorant-es est relativement paritaire. Les questions de ces enquêtes ont été écrites et/ou sélectionnées par nous après une analyse de l'enquête Ipsos - L'Oréal réalisée en 2023, de l'étude Spoon et al., 2023 (voir ci-dessous) ainsi que d'une enquête sur le bien-être, la santé mentale et les conditions de travail effectuée par des doctorant-es de l'ENS Paris.

Julia Autin et Nolwenn Lesparre

Illustration >

[8] Résultat de l'enquête de Spoon et al., 2023 qui montre que le climat au sein des laboratoires est le premier facteur de départ des femmes de ces laboratoires.



8



GEOHERMAL FIELD SCHOOL 2^E ÉDITION

Pour la deuxième année consécutive, l'ITI a organisé son école d'automne de la géothermie ou « Geothermal field school » en collaboration avec le KIT et l'université de Freiburg.

Tous les ans, l'école ambitionne d'accueillir de nombreux étudiants afin de leur transmettre toutes les connaissances liées aux géosciences adaptées aux systèmes de géothermies profonds de l'exploration à l'exploitation. L'école a pour objectif de combiner au mieux la théorie et la pratique à travers un programme enrichi de l'expertise de ces trois partenaires académiques. On retrouve notamment des enseignements théoriques sur la géothermie du Fossé Rhénan, les mécanismes de sismicité induite, la surveillance sismique ou encore les modélisations numériques des réservoirs. En parallèle, les étudiants sont plongés directement dans l'environnement concret de l'exploitation géothermique par des visites sur le site actif de Rittershoffen ou encore des visites de plusieurs carrières (Cleebourg et Weiler-Waldhambach). En 2023, l'école a une nouvelle fois été un succès en accueillant une vingtaine d'étudiants, dont nos étudiants de M2. L'école sera renouvelée tous les ans et les doctorants de l'Eost/Ifes seront invités à y participer en plus des étudiants du M2 GeoT.

Photos >

[9] Visite du site actif de géothermie de Rittershoffen par les participants à la Geothermal Field School 2023 @E. Gaucher-KIT

[10] Visite de la carrière Cleebourg par les participants à la Geothermal Field School 2023 @E. Gaucher-KIT

[11] Participants à la Geothermal Field School 2023 @J. Schmittbuhl-EOST



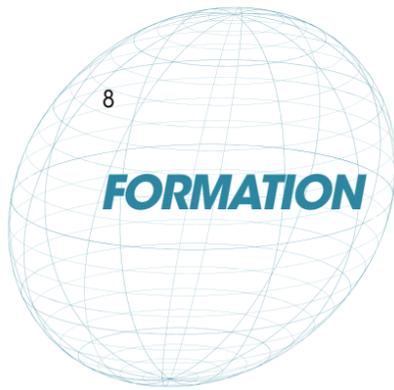
9



10



11



LES ASSOCIATIONS ÉTUDIANTES DE L'EOST

GÉ-P-TO

Géosciences pour Tous, ou Gé-P-To, est une association dont le but premier est la vulgarisation et la médiation dans les domaines des Sciences de la Terre, de l'Univers et de l'Environnement. Au travers d'ateliers thématiques (sismologie, géothermie, pétrologie...), de sorties sur le terrain et d'actions lors de diverses manifestations (Minéral & Gem, bourse internationale des minéraux qui se tient à Sainte-Marie-aux-Mines chaque année), nous diffusons notre passion pour les Sciences de la Terre. Professionnel, passionné ou simple curieux, Gé-P-To est ouverte à tous, petits comme grands ! Nous recherchons activement des bénévoles pour nous développer et proposer toujours plus d'activités. À très bientôt !



12



13

Photos > Crédits Gé-p-to

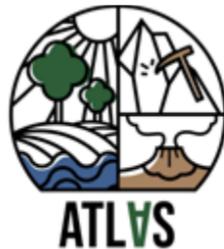
[12] Animation de atelier sur la géothermie durant la Fête de la science 2023

[13] Sortie de terrain dans les Vosges

Contact : geosciences.pour.tous@gmail.com
Compte Instagram : [geosciences.pour.tous](https://www.instagram.com/geosciences.pour.tous)

ATLAS

L'Association de la Terre et de l'environnement des Alsaciens Scientifiques (ATLAS) constitue le bureau des étudiants (BDE) des Masters STPE, ayant pour objectif de favoriser la cohésion entre les étudiants des différents parcours. Ainsi, elle organise des événements diversifiés permettant l'intégration de chacun, tel qu'une sortie patinoire pour Noël, la création d'un système de parrainage, l'organisation d'un week-end d'intégration en partenariat avec Terra Nostra (BDE licences) et bien d'autres. Au-delà de ces premières ambitions, l'association promeut une véritable entraide scolaire et sociale, en mettant à disposition des annales, une liste d'associations diverses et en relatant l'actualité sur les réseaux sociaux (ventes solidaires, campagne de dépistage...). Enfin, le BDE souhaite faciliter les relations entre élèves et professeurs, dans le souci du bien-être des étudiants.



Contact : atlas.eost@gmail.com
Compte Instagram : [atlas.eost](https://www.instagram.com/atlas.eost)



BUREAU DES ÉTUDIANTS DE L'EOST

Le BDE est une association regroupant 15 élèves de première année. Elle a pour objectif d'organiser la vie étudiante de l'école d'ingénieurs à travers des activités extérieures, sportives, artistiques et des soirées. Chaque personne a son rôle à jouer afin de s'assurer du succès des événements préparés collectivement ; une randonnée dans les Vosges, une soirée Karaoke ou encore une soirée bar avec les autres écoles d'ingénieurs de Strasbourg ou avec la licence de l'Eost. Nous avons récemment organisé la soirée de Noël de l'école, chaque membre du BDE a concocté un repas pour permettre aux élèves de l'Eost de fêter Noël ensemble. Le but a été de regrouper un maximum de personnes et de garder l'esprit familial de l'école. Le prochain événement à venir est le Gala. Cette soirée va permettre aux nouveaux diplômés de l'école de fêter leur entrée dans la vie d'ingénieur en géophysique. Le BDE 2024 espère satisfaire un grand nombre d'éostiens pour l'année à venir et bien sûr accueillir les prochains première année comme il se doit pendant le mois d'intégration.

Contact : eost.bde@gmail.com
Compte Instagram : [@bde_eost](https://www.instagram.com/bde_eost)
Compte Facebook : [BDE.Eost](https://www.facebook.com/BDE.Eost)



TERRANOSTRA

Terranostra, s'engage passionnément à dynamiser la vie étudiante. Notre mission est de créer un cadre convivial et agréable pour les étudiants de l'Eost. L'association est constituée d'une dizaine d'étudiants en licence dévoués à organiser de multiples événements réunissant les différentes formations de l'Eost notamment un gala, un barbecue ou bien encore des soirées à thème. Chaque année, nous organisons un week-end d'intégration pour permettre aux étudiants de l'Eost de passer un moment particulier, riche en souvenirs et rencontres. C'est dans la continuité de ces événements que Terranostra s'engage à des initiatives nouvelles qui profiteront aux étudiants et ce, en suivant les mêmes valeurs qui animent l'association depuis plus de 30 ans.

Contact : terranostra.sbourg@gmail.com

STUDENT CHAPTER

Nous sommes une association dont l'objectif est de développer le côté professionnel des étudiants ingénieurs de l'Eost en leur présentant des entreprises, des possibilités d'emploi, les différents types de cursus de notre école, etc. Nous organisons des sorties et faisons souvent intervenir des professionnels de la géophysique (anciens de l'Eost par exemple) afin que les élèves ingénieurs puissent se faire une idée de ce qui les attend une fois diplômés. Enfin, nous gérons chaque année le voyage à l'EAGE (European Association of Geoscientists and Engineers), congrès renommé, spécialisé en géophysique.

Le Student Chapter est présent sur Instagram, Facebook, LinkedIn et Twitter.
Contact : eost.studentchapter@gmail.com
Compte Instagram : [eost_ingenieur](https://www.instagram.com/eost_ingenieur)

Photo >
[14] 30 élèves ingénieurs de l'Eost au salon de l'EAGE 2023 à Vienne (Autriche)



14

L'EOST AU CŒUR DE LA NOUVELLE INFRASTRUCTURE DE RECHERCHE EPOS-FRANCE

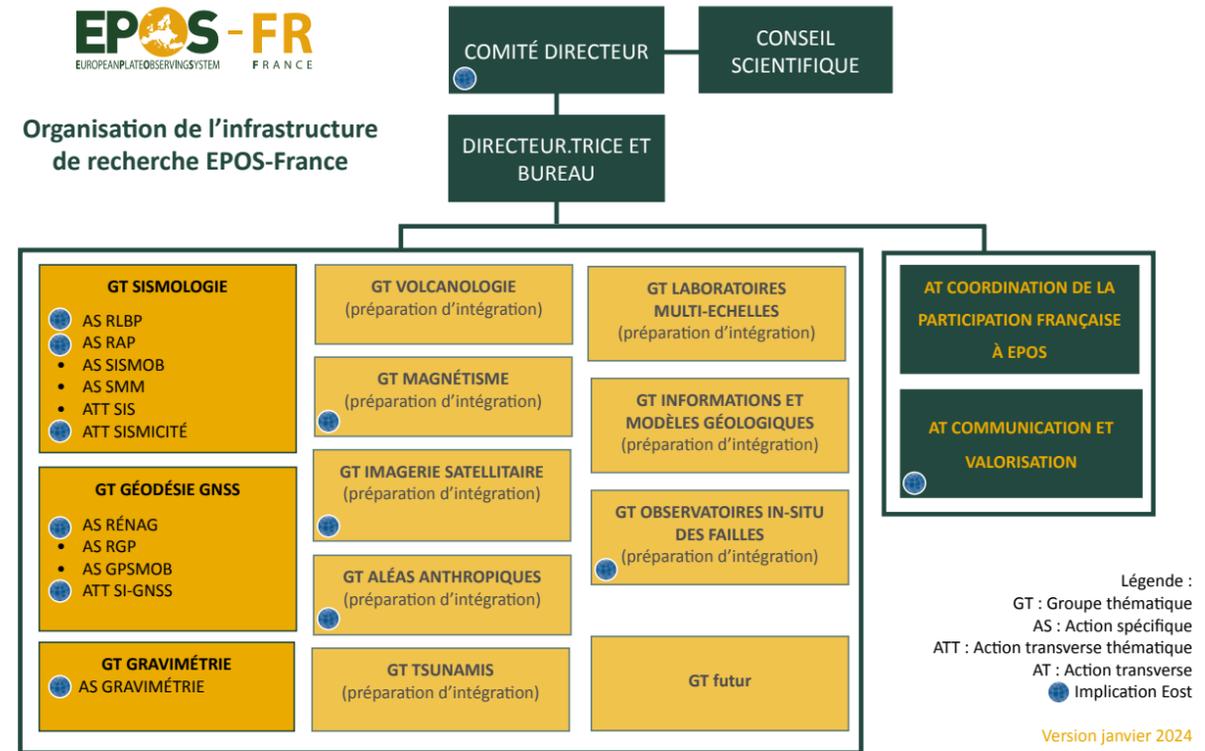
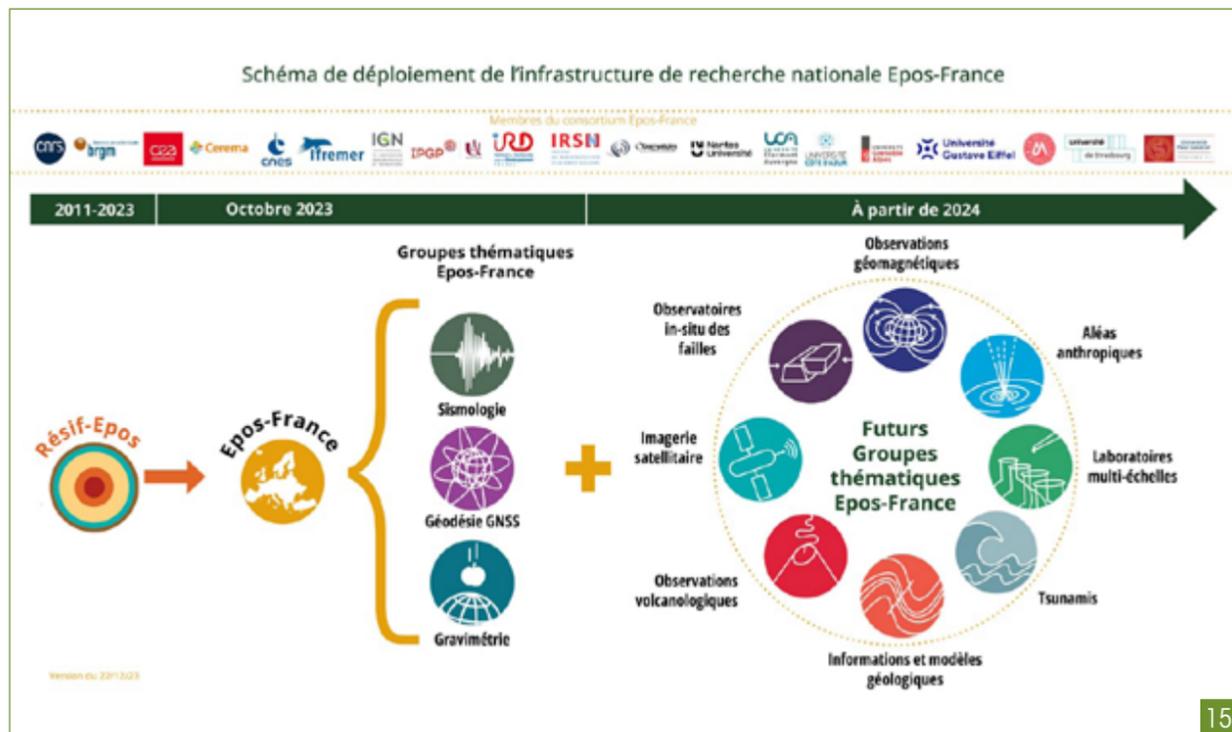
Lancée en 2008, l'infrastructure de recherche Résif-Epos a permis d'initier une structuration de la communauté française d'observation géophysique de la Terre interne autour de trois piliers disciplinaires que sont la sismologie, la géodésie et la gravimétrie. Différents programmes et financements adossés, dont par exemple l'EquipEx Résif-Core (2012-2022, voir lettre de l'Eost n°38), ont notamment permis le développement du Réseau large bande français (RLBP), le renforcement du réseau de capteurs GNSS national, l'acquisition de nouveaux gravimètres et la construction d'un système d'information pour la gestion, la distribution et l'archivage des données, ainsi que la création d'un axe transverse Sismicité fédérant la réalisation et la diffusion de données et de produits sur la sismicité du territoire afin de mieux estimer l'aléa sismique. A chaque fois l'Eost a été très engagée dans la réalisation de ces actions.

Depuis l'automne 2023, Résif-Epos est désormais remplacée par la nouvelle infrastructure de recherche Epos-France qui a été officiellement inaugurée lors des premières rencontres Epos-France. Elles se sont déroulées

du 7 au 10 novembre 2023 à Saint-Jean-Cap-Ferrat et ont réuni plus de 150 participants.

Cette évolution vise à intégrer au sein d'une infrastructure unique l'ensemble des contributions françaises à l'infrastructure européenne EPOS-ERIC, en adoptant une structuration en groupes thématiques calqués sur les « Thematic Core Services » de EPOS-ERIC. Le périmètre d'Epos-France sera donc bien plus large que celui de Résif-Epos. Les nouveaux groupes thématiques, illustrés sur la figure [15] seront progressivement intégrés à Epos-France suivant une procédure validée par le comité directeur.

L'Eost, notamment à travers son implication dans une dizaine de services nationaux d'observation du domaine Terre solide, sera partie prenante de la plupart des futurs groupes thématiques envisagés d'Epos-France. Ainsi, il est notamment prévu que le réseau sismologique international Geoscope, pour lequel l'Eost gère les stations situées dans les Terres australes et antarctique françaises, devienne une nouvelle action spécifique du groupe thématique Sismologie. Un groupe thématique



Illustrations >

[15] Schéma de déploiement d'Epos-France

[16] Organisation de l'IR Epos-France en janvier 2024. Les marques bleues indiquent les Actions dans lesquelles l'Eost est impliquée.

« Observations géomagnétiques » devrait englober les actions réalisées dans le cadre du Bureau central de magnétisme terrestre (BCMT), du service de calcul des indices magnétiques (ISGI) et du parc d'instrumentation magnétotellurique Emmob hébergé par l'Ifes.

Une partie des activités du nouvel SNO IS-deform (Voir la lettre Eost n° 37), co-piloté nationalement par l'Eost et utilisant notre plateforme A2S (Application Satellite Survey), devrait être au cœur d'un futur groupe thématique « Imagerie satellitaire ». Enfin, le groupe « Aléas anthropique » devrait notamment inclure les activités du Centre de données de Géothermie Profonde (CDGP) développé à l'Eost et qui gère et distribue les données d'épisodes des projets de géothermie profonde en France.

Le périmètre de Epos-France n'est pas figé et d'autres groupes pourront émerger, notamment si les thématiques correspondantes se structurent à l'échelle de EPOS-ERIC. Ce sera éventuellement le cas pour

l'observation des instabilités de versants (OMIV) où le rôle de l'Eost est majeur. En outre, l'Eost est également très impliquée dans l'Action transverse « Communication et valorisation » de Epos-France à travers notamment le rôle majeur joué par Véronique Bertrand, qui pilote cette action depuis 2018 (à l'époque dans le cadre de Résif-Epos) et qui a accompagné l'ensemble du processus de création d'Epos-France. Depuis 2022, en parallèle des activités de communication et de valorisation de Résif-Epos, les nouveaux outils de communication ont été créés : sites web, logos, visuels, lettre d'information. Le site web d'Epos-France a été entièrement réécrit et a été mis en ligne le 14 décembre 2023. Un nouveau plan de communication est en cours d'élaboration. Il devra permettre d'adapter la stratégie et les outils de communication et de valorisation à l'évolution de l'infrastructure et à son élargissement thématique. Un grand défi, qui sera relevé grâce au renforcement des moyens humains de cette action transverse. En premier lieu, il s'agit de l'arrivée à l'Eost d'une

ingénieure d'étude via un CDD financé par des contributions des partenaires du consortium Epos-France et sur des crédits de l'Alliance Allenvi. D'autre part, trois personnes issues des d'OSU impliqués dans Epos-France ont également accepté de prendre en charge certains dossiers.

Ainsi cette évolution de Résif-Epos vers Epos-France devrait permettre de structurer encore plus largement la communauté en Terre solide, aussi bien à l'échelle nationale qu'à celle de l'Eost, en offrant un cadre ambitieux et fédérateur pour répondre aux défis de ce domaine.

Véronique Bertrand, Jérôme Vergne

Site web Epos-France : www.epos-france.fr

EPOS : www.epos-eu.org

Lettres de l'Eost : eost.unistra.fr/eost/la-lettre-de-leost

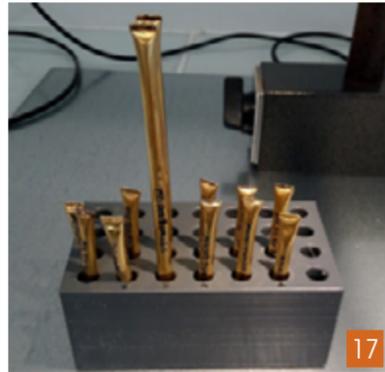
HYDROGÉOCHIMIE, UN OUTIL POUR COMPRENDRE !

Les socles granitiques et métamorphiques sont des éléments clés de la croûte continentale où l'on trouve des systèmes hydrothermaux. La circulation de fluides chauds à travers des milieux fracturés et perméables produit de fortes interactions eau-roche, faisant des fluides une matrice complexe d'ions et de gaz dissous. Ces fluides sont d'une grande importance pour la formation de gisements minéraux et pourraient également constituer des zones importantes pour la production naturelle d'hydrogène (H₂) ou de lithium. La sismicité souvent associée à l'activité des sites géothermaux dans les réservoirs fracturés induit de nouvelles fractures qui renforcent les interactions fluide/roche et l'altération de la zone de faille. Le working group Hydrogéochimie de l'ITI travaille sur les processus géochimiques des interactions eau-roche pour mieux comprendre les systèmes géothermaux dans leur globalité. Deux projets principaux sont menés.

H2 sur les sites géothermaux

La production d'hydrogène couplée à la production de chaleur/électricité géothermique pourrait accroître la rentabilité du secteur de la géothermie profonde. De plus, les zones de la lithosphère déjà forées, les sites de géothermie profonds, offrent des possibilités uniques de recherche sur la production potentielle d'H₂ natif. A. Wallentin, nouvelle doctorante financée par l'ITI GeoT travaille depuis octobre 2023 sur des expériences de laboratoire et des modélisations

géochimiques visant à simuler les altérations eau-roche pour mieux comprendre la possibilité de produire de l'H₂ natif sur le site de Soultz-sous-Forêts. Pour bien comprendre les conditions de la réaction d'oxydoréduction à l'origine de l'H₂ natif dans les granites, des expériences dans des capsules d'or sont effectuées à l'Ifes [17]. Pour stimuler la réaction et voir l'influence de la pression CO₂ sur le système, des expériences avec injection de CO₂ seront mises en place en collaboration avec le Fraunhofer



fer Institut à Bochum en Allemagne. Enfin l'H₂ étant très volatile, nous allons chercher des traces d'une source active dans le Fosé Rhénan en effectuant des campagnes de terrain de mesure d'H₂ en surface en collaboration avec l'entreprise Terrensis.

[17] Capsules en or remplies de biotite pure soudées et les réacteurs Parr 5500 pour expériences à hautes température et pression.

Géosciences pour la transition énergétique | GeoT

Les Instituts thématiques interdisciplinaires
de l'Université de Strasbourg & CNRS & Inserm

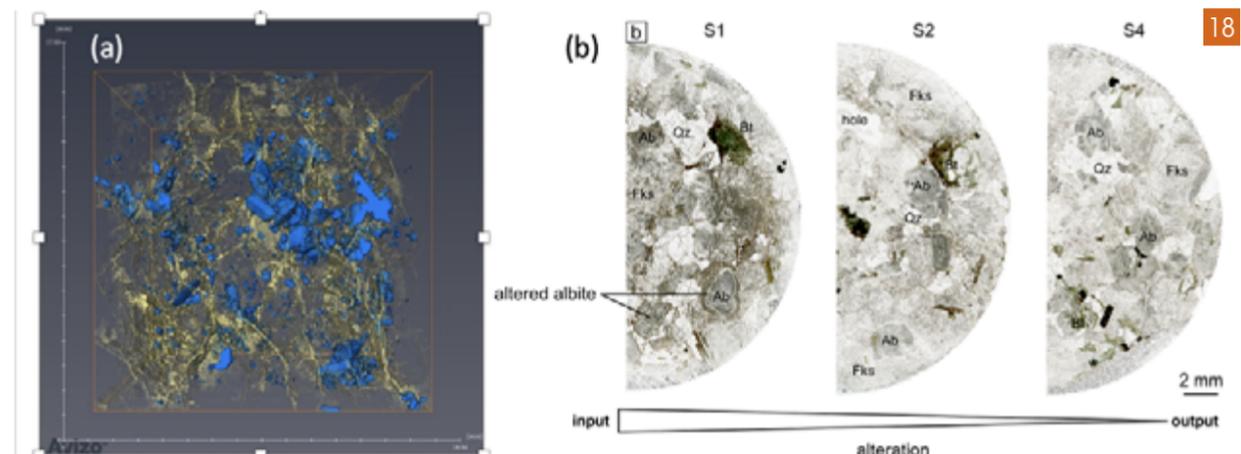
Activation de failles et altération hydrothermale

Le projet ANR Altercation (janvier 2024 - décembre 2027), cherche à comprendre les liens entre l'activité tectonique des failles actives et l'altération des roches granitoïdes. Deux zones d'études sont envisagées, la faille de Nojima (Japon) et le site géothermique de Soultz-sous-Forêt. La méthodologie proposée articule caractérisation minéralogique, expériences en laboratoire et modélisation numérique. Le projet englobe quatre partenaires coordonnés par l'ISTerre.

L'objectif pour l'Ifes est de mettre à profit les compétences expérimentales et numériques acquises lors des précédents travaux de recherche sur la génération d'hydrogène à partir du granite de Soultz-sous-Forêts.

J. Murray & A. Wallentin

[18] Expérience d'altération en laboratoire (a) Segmentation d'un scanner à rayons X de l'échantillon (2 cm de large) avant la circulation du fluide, montrant le réseau de fractures interconnectées créé par la charge dynamique (jaune), et les grains de titanite et d'allanite Fe-oxyde (bleu), riches en éléments de terres rares (b) Gradient d'altération dans des sections minces de coupes transversales de l'échantillon, après 3 mois de percolation de fluides réactifs à 180°.



CHAIRE EUCOR D'EXCELLENCE "EAU ET DURABILITÉ" : BILAN DU PREMIER SEMESTRE

La Chaire Eucor d'excellence "Eau et durabilité" est intégrée à la Fered (Fédération de Recherche Environnement et Développement) qui agit en tant qu'entité centrale de coordination, de soutien et renforce la position de leadership international de la Chaire Eucor dans le domaine spécifique de la durabilité de l'eau.

Depuis son établissement en septembre 2023 et le recrutement de Karl Matthias Wantzen, la Chaire Eucor "Water and Sustainability" a connu de nombreux développements. La mise en place d'un cours de master international "Continental Water Sustainability" est toujours au centre des travaux. Il semble maintenant que le premier semestre se déroulera au KIT Karlsruhe et les suivants à Strasbourg, avec le soutien de Fribourg. L'Enges soutient activement le projet. Le consortium Eucor est déjà d'accord sur le contenu de l'enseignement, mais les différentes administrations dans les pays partenaires représentent un défi. Celui-ci devrait bientôt être surmonté et l'université de Bâle devrait également être intégrée dans l'enseignement.

Les premiers succès des projets sont l'obtention d'un autre projet « seed money » auprès d'Eucor, qui permettra d'engager un coordinateur/une coordinatrice pour la mise en place d'un réseau européen Ma-

rie Skłodowska-Curie Action avec quinze bourses de doctorat. Ce poste sera bientôt mis au concours.

Un poste de post-doctorant sera également ouvert dans le cadre du projet ciblé sept du PEPR OneWater, qui portera sur de nouvelles options de politique de l'eau prenant en compte les droits des êtres vivants non humains.

Un premier poste de doctorant devrait également être créé très prochainement, qui portera sur une meilleure stratégie de restauration des grandes rivières en Europe. Dans ce contexte, un projet ANR/DFG dirigé par Aude Zingraff-Hamed (UMR Live/Enges) a également été déposé, qui tentera d'adapter la gestion de l'habitat dans les rivières à des situations climatiques extrêmes de plus en plus fréquentes.

Des échanges ont commencé pour la co-construction de projets avec des acteurs régionaux, et plusieurs idées sont développées en commun. Par exemple, un cours trinational d'une semaine est prévu pour l'automne, au cours duquel des doctorants travailleront avec des acteurs du secteur sur des méthodes interdisciplinaires de résolution des problèmes liés à l'eau.

D'octobre à décembre, K.M. Wantzen a également hébergé un collègue brésilien qui s'occupe de la mise en place d'une

commission internationale pour la protection du fleuve Paraguay en Amérique du Sud. "C'est une honte ce qui se passe là-bas en ce moment. Poussés par nos besoins en alimentation animale en Europe, nous voulons rendre un fleuve navigable sur 700 km, ce qui signifiera la fin du Pantanal, une zone inondable deux fois plus petite que l'Allemagne", déplorent les chercheurs dans leur dernière publication dans la revue Science of the Total Environment. Mais pour K.M. Wantzen, le point fort des six premiers mois a été l'invitation à prononcer un discours-programme lors de la Science Week à l'Institut de technologie de Karlsruhe (KIT), qui soutient la chaire en tant que partenaire privilégié. La conférence "Water and Sustainability : Transformation or disruption ?" a été publiée sur Youtube.

Karl Matthias Wantzen

Article de STE : [lc.cx/rpAmQT](https://doi.org/10.1002/sta.10000)
Conférence sur Youtube : [lc.cx/uc2gll](https://www.youtube.com/watch?v=lc.cx/uc2gll)

JOURNÉES JEUNES CHERCHEURS DE LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE DES ISOTOPES

Les 14 et 15 novembre 2023, l'Ifes (UMR7063), l'école doctorale "Sciences de la Terre et de l'Environnement" (ED413), et la Fered ont organisé la 11e journée des Jeunes Chercheurs de la Société Française des Isotopes (SFIS). Cet événement a réuni une quarantaine de jeunes chercheurs explorant divers sujets, de la cinétique des coraux d'eau froide au $\Delta 17O$ à la modélisation du réseau trophique pour remettre en question les estimations du niveau trophique. Les présentations ont couvert des thèmes tels que la spéciation du carbone-14 dans le Rhône, la composition de la matière organique à l'interface estuaire du fleuve, la dissipation des mi-

cropolluants par l'analyse isotopique des composés, l'évolution de l'arsenic dans un district minier, la surveillance des isotopes pendant la volatilisation des hydrocarbures, la dégradation du S-métolachlore, les mesures isotopiques au laser, l'échange isotopique D-H lors de l'altération hydrothermale, les signatures isotopiques quadruples du soufre dans les microbialites, et le rôle de la complexation de surface dans la fractionation isotopique des aérosols de fer.

L'événement a également inclus des sessions de posters, avec des prix attribués à la meilleure présentation orale et au meilleur poster, mettant en avant l'excellence des jeunes chercheurs. Ces journées ont

constitué une plateforme riche pour la présentation des travaux, les échanges avec des recruteurs potentiels, offrant une vue complète de l'application des isotopes dans la compréhension des enjeux environnementaux contemporains.

Céline Cordier

Présentations : fered.unistra.fr/evènements/journees-sfis
Site web de la SFIS : [sfis.eu](https://www.sfis.eu)



LE SOL EST UN SABLE MOUVANT

COMMENT LES ÉCOULEMENTS D'EAU ET CONDITIONS DE DRAINAGE AMÈNENT DES TREMBLEMENTS DE TERRE À LIQUÉFIER DES SOLS. LES SÉISMES PEUVENT ALORS DÉCLENCHER DES GLISSEMENTS OU DÉFORMATIONS DE TERRAIN À DES DISTANCES PLUS GRANDES QU'ATTENDU, JUSQU'À DES CENTAINES DE KILOMÈTRES DE DISTANCE.

Une équipe de recherche franco-israélienne, à laquelle participe l'Ifes-Eost, a découvert comment des quantités d'énergie cinétique de vibration plus petites qu'attendu peuvent provoquer des destructions parfois majeures par certains mécanismes de liquéfaction de sols lors de tremblements de terre. Les résultats ont été publiés dans Nature Communications en septembre 2023.

Principe et effets de la liquéfaction de sols par séismes

Par exemple, à Palu, Indonésie, le 28 septembre 2018 : le sol est soudain « sorti de sa réserve ». Un puissant tremblement de terre a liquéfié le sol, la terre s'est déformée sous le poids des bâtiments, de la boue a surgi, déplaçant et déformant des constructions, et amenant à leur destruction sur des quartiers entiers. Le tremblement de terre, avec ces phénomènes de liquéfaction de sol, et le tsunami qui a suivi, ont fait plus de 4 300 victimes au total.

Ce phénomène de liquéfaction, plus ou moins destructeur, se produit couramment dans les zones où le sol est principalement constitué de grains fins saturés en eau (à nappe phréatique proche de la surface), comme dans les sédiments des lacs, des rivières ou de bords de mer. C'est aussi typiquement le cas dans les zones où des

sédiments ont été apportés en bord d'étendue d'eau, pour étendre des villes densément peuplées : par exemple, en baie de Tokyo. Les ondes sismiques (les secousses du tremblement de terre) provoquent une évolution des contraintes (des pressions) dans le sol, les grains perdent le contact entre eux, le poids du sol et des structures au-dessus devient porté plus par l'eau que par les contacts solides entre grains, et les sols deviennent fluides, ils se déforment et ne résistent plus à la pression exercée par les bâtiments. Lorsque le terrain est en pente, cela peut déclencher des glissements de terrain. Mais le sol peut aussi devenir liquide (pâteux), comme un sable mouvant, et perdre sa capacité à résister au poids des structures sur un terrain plat. Les grandes structures telles que les bâtiments peuvent s'enfoncer à une certaine profondeur, tandis que les tuyaux et les réservoirs moins denses que le sol, qui étaient auparavant enterrés, émergent à la surface.

Cadre et sujet d'étude : la problématique

En collaboration entre le département de géophysique des Universités de Jerusalem, et du Negev, le groupe Géophysique, Imagerie et Processus (GIP) de l'Ifes/eost, et le centre Porelab de l'université d'Oslo, nous étudions régulièrement des problèmes d'écoulements dans des milieux poreux

déformables, notamment dans des matériaux géologiques (failles, roches fracturées, conduits éruptifs...). Un sol à grains fins saturé en eau soumis à vibrations sismiques est un exemple de ce type de milieu poreux. Il est important de comprendre les processus de ces phénomènes naturels potentiellement catastrophiques, mais les théories existantes utilisées pour traiter la liquéfaction sismique des sols demandent à être étendues dans certains cas.

Par exemple, il est connu que les tremblements de terre peuvent déclencher de la liquéfaction de sols à des centaines de kilomètres de distance. La manière dont cela se produit reste cependant un peu mystérieuse. En dessous d'une certaine densité d'énergie cinétique, les tests de laboratoire classiques ne montrent pas de liquéfaction. Sur le terrain, assez loin de l'épicentre, en dessous de cette densité d'énergie cinétique limite, on a malgré tout couramment des événements de liquéfaction de sols. Comment les ondes d'un tremblement de terre de magnitude modérée peuvent-elles parcourir des centaines de kilomètres et conserver suffisamment d'énergie pour déclencher un glissement de terrain ?

Le chercheur israélien Shahar Ben-Zeev, doctorant en cotutelle de l'Université hébraïque de Jerusalem et l'Université de Strasbourg, s'est attelé à la tâche, sous la supervision de Einat Aharonov, Renaud Toussaint et Liran Goren.

Combinaison de méthodes expérimentales, numériques et théoriques

Conditions expérimentales

En laboratoire, nous étudions le processus dans une cellule d'essai, un récipient dont la face est transparente. Il est rempli d'un liquide et d'un matériau à grains fins. Il peut ensuite être secoué à une fréquence et à une amplitude, donc une énergie et une accélération, soigneusement réglées. Une caméra à grande vitesse prend des images (10 000 / seconde) à travers la face transparente. A partir de ces séries d'images, nous pouvons suivre la trajectoire et la vitesse de chaque grain. Pour des secousses suffisamment énergiques, le milieu se déforme, les grains sédimentent. Ceux proches du sommet tombent plus vite, tandis que leur vitesse de sédimentation ralentit à mesure que les grains s'approchent du fond et se stabilisent.

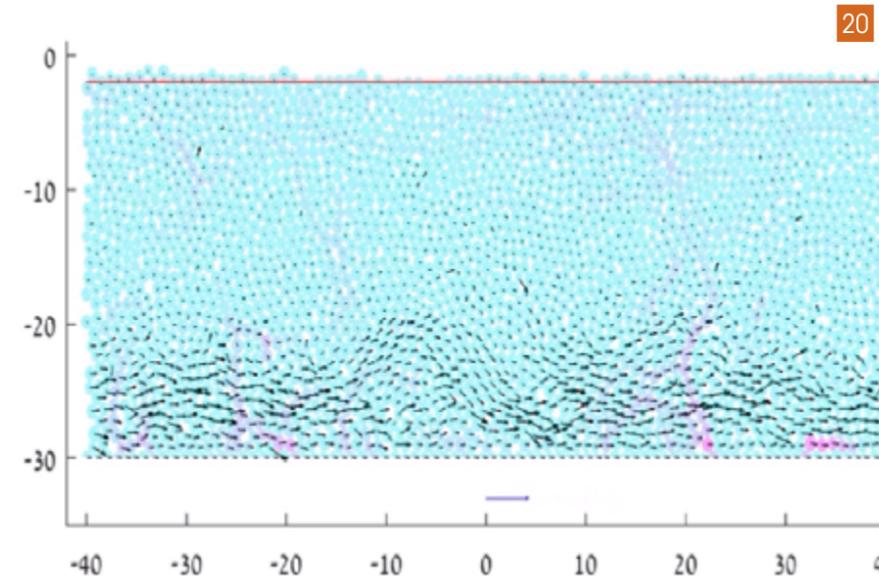
Ce qui se passe en secouant le récipient est bien connu de tous ceux qui ont ramassé des grains de blé, ou de petits jouets (Lego ou autres) dans un sac : lorsque le sac commence à être plein, nous faisons de la place en le secouant. Les briques au fond du sac se rapprochent les unes des autres, se compactent, comme les grains dans le récipient. Lorsque des tests sont effectués classiquement en géotechnique, ils sont souvent sur un système fermé avec des bords imperméables : l'eau ne peut traverser les grains des bords, attachés à une poche imperméable. Mais dans la nature, les sols sont ouverts, en conditions dites drainées, car l'eau qui atteint la surface peut s'écouler à travers les grains. Pour nous rapprocher de ces conditions naturelles, nous avons donc fait nos essais dans une cellule ouverte sur

le haut, l'eau pouvant jaillir ou pénétrer à travers les grains superficiels.

Description du mécanisme de liquéfaction

Les grains de sable frottent les uns sur les autres et forment une configuration dite métastable. Les systèmes physiques s'organisent généralement de manière à ce que leur énergie soit la plus faible possible. Cependant, ils peuvent souvent se stabiliser à un niveau d'énergie supérieur au minimum, et ne peuvent pas descendre plus bas sans influence extérieure. C'est cet état que nous appelons métastable. Les secousses déstabilisent le système et l'amènent à un état plus compact, d'énergie potentielle de gravité plus bas.

L'état transitoire de ce milieu pendant la reconfiguration, où les grains perdent leurs contacts en étant secoués, est appelé liquéfaction drainée. Cela signifie que l'eau contenue dans le sol peut s'échapper vers le haut, à travers les grains qui vont vers le bas, ce qui augmente le risque que le sol devienne liquide. Lorsque l'eau sort, elle frotte sur les grains et exerce sur eux une poussée plus grande que la poussée d'Archimède. Les contacts entre grains sont alors perdus, et les grains glissent facilement entre eux et se réarrangent. Les grains au fond rétablissent leurs contacts, ceux au-dessus tombent dans l'eau alors que l'eau remonte à travers. Entre ces deux zones apparaît un front de compaction, qui se propage vers le haut, jusqu'à ce que tout le milieu soit compacté, et tous les contacts réétablis – ou jusqu'à ce qu'on arrête de le secouer.



20
 [19] Glissement de terrain, liquéfaction de sol lors du tremblement de terre de Palu, Indonésie, 2018. Image CC, source : commons.wikimedia.org/wiki/File:Balaraa_scene.jpg
 [20] Simulation numérique (Ben Zeev et al.). La couleur représente les forces transmises par les contacts solides. Les flèches indiquent la vitesse des grains. En bas, les grains compactés suivent le mouvement de la plaque inférieure, secouée horizontalement (à vitesse indiquée par la flèche inférieure), et le poids des grains est transmis par les contacts solides (arches rouges). En haut, les grains descendent doucement sans suivre latéralement la plaque inférieure, et les contacts solides ne transmettent pas les forces (couleur bleue) : le milieu est liquéfié. Les échelles sont en centimètres.

Liens :
 Vidéo de Palu (NY Times) : [lc.cx/LkQAOR](https://www.nytimes.com/2018/09/28/world/asia/palu-earthquake.html)
 Article ScienceMag : [lc.cx/6-Jn8Q](https://www.sciencemag.org/doi/10.1126/science.1258800)
 Article Phys.org : [lc.cx/E1AYdB](https://www.phys.org/news/2023-09-liquefaction-explains-soil.html)
 Article ASCE : [lc.cx/3lplx9](https://www.ascelibrary.org/doi/10.1061/(ASCE)1090-0268(2023)151:4(401-412)



Modèles numériques et théoriques, résultats et conclusions

À l'aide des données de laboratoire, nous avons développé et validé des modèles physiques et mécaniques, théoriques et numériques (Fig. 2), qui indiquent ce qui se passe lorsqu'un tremblement de terre déclenche à distance une liquéfaction drainée. Nos modèles sont cohérents avec ce que nous pouvons observer dans la nature. En fait, ce n'est pas une grande quantité d'énergie qui est nécessaire – ou pas seulement. Ce qui semble être le facteur décisif pour le déclenchement et l'amplitude de la liquéfaction, c'est la rapidité avec laquelle l'énergie est ajoutée, c'est-à-dire qu'une grande énergie amenée par les secousses en un temps court favorisera la liquéfaction.

Renaud Toussaint, Shahar Ben-Zeev, Liran Goren, Einat Aharonov

Référence : Shahar Ben-Zeev, Liran Goren, Renaud Toussaint, and Einat Aharonov. Drainage explains soil liquefaction beyond the earthquake near-field. Nature Communications, 14, 5791 (2023).

Illustrations >

[19] Glissement de terrain, liquéfaction de sol lors du tremblement de terre de Palu, Indonésie, 2018. Image CC, source : commons.wikimedia.org/wiki/File:Balaraa_scene.jpg

[20] Simulation numérique (Ben Zeev et al.). La couleur représente les forces transmises par les contacts solides. Les flèches indiquent la vitesse des grains. En bas, les grains compactés suivent le mouvement de la plaque inférieure, secouée horizontalement (à vitesse indiquée par la flèche inférieure), et le poids des grains est transmis par les contacts solides (arches rouges). En haut, les grains descendent doucement sans suivre latéralement la plaque inférieure, et les contacts solides ne transmettent pas les forces (couleur bleue) : le milieu est liquéfié. Les échelles sont en centimètres.

Liens :
 Vidéo de Palu (NY Times) : [lc.cx/LkQAOR](https://www.nytimes.com/2018/09/28/world/asia/palu-earthquake.html)
 Article ScienceMag : [lc.cx/6-Jn8Q](https://www.sciencemag.org/doi/10.1126/science.1258800)
 Article Phys.org : [lc.cx/E1AYdB](https://www.phys.org/news/2023-09-liquefaction-explains-soil.html)
 Article ASCE : [lc.cx/3lplx9](https://www.ascelibrary.org/doi/10.1061/(ASCE)1090-0268(2023)151:4(401-412)

13ÈME COLLOQUE GEOFCAN

En novembre dernier a eu lieu le 13ème colloque du réseau Geofcan. Ce réseau académique international francophone de géophysicien·nes de proche-surface est coordonné par le Bureau de Recherches Géologiques et Minières, l'Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement, l'Institut de Recherche pour le Développement, Sorbonne Université et l'Université Paris-Saclay.

Les membres du réseau Geofcan rassemblent leurs compétences scientifiques et leurs moyens techniques pour une meilleure connaissance des relations entre la constitution des matériaux et leurs propriétés physiques élémentaires, l'adaptation et le développement d'outils géophysiques et de méthodes adaptés notamment à l'étude de la zone critique, des structures des sols et des transferts dont ils sont le siège.

Le réseau organise tous les deux ans un colloque dans le but d'animer les activités de la communauté francophone de géophysique de proche surface et/ou environnementale. Il motive/aide les jeunes géophysicien·nes (notamment les étudiants en master, les doctorants et les post-doctorants), fédère la communauté et soutient des projets innovants.

L'édition 2023 du colloque a eu lieu au Collège doctoral de l'Université de Strasbourg et à distance. Le format hybride a permis de combiner la possibilité d'accès à distance pour les personnes éloignées et l'occasion



21

de se retrouver pour les personnes pouvant venir à Strasbourg. Le choix de Strasbourg, capitale européenne, est lié au pôle ancien et très actif de recherche et de formation en géophysique.

Cinq sessions étaient proposées :

- Evaluer les risques naturels et anthropiques,
- Imager des structures cachées par le temps (archéo-géophysique, sites industriels),
- Relier les propriétés géophysiques aux paramètres physico-chimiques,
- Comprendre les processus de la zone critique,
- Développer les outils d'analyse (modélisations, inversions, apprentissage machine...)

Ce colloque a rassemblé 78 personnes avec une proportion de 36% de femmes. 25 exposés oraux ont eu lieu, 32% d'entre

eux ont été effectués par des femmes et 44% par des étudiant·es. Le prix Geofcan, financé par l'entreprise MDS – Le matériel de sondage, de la meilleure présentation a été décerné à Clémence Ryckebusch, doctorante à l'Université d'Orléans, affiliée au BRGM, et à l'Institut des Sciences de la Terre d'Orléans.

En plus des présentations scientifiques, un après-midi a été dédié à une table ronde sur les partenariats publics-privés. Durant ce moment d'échange Bruno Gavazzi de la société Enerex a partagé son expérience sur ce type de collaboration. Marine Stoll et Andrea Ingusci de l'Université de Strasbourg ont présenté l'initiative pépita Etena, structure d'accompagnement et de sensibilisation à l'entrepreneuriat sur le territoire alsacien. En soirée, une visite des musées de paléontologie et de sismologie a permis de faire découvrir aux participant·es les collections des musées de l'Eost.

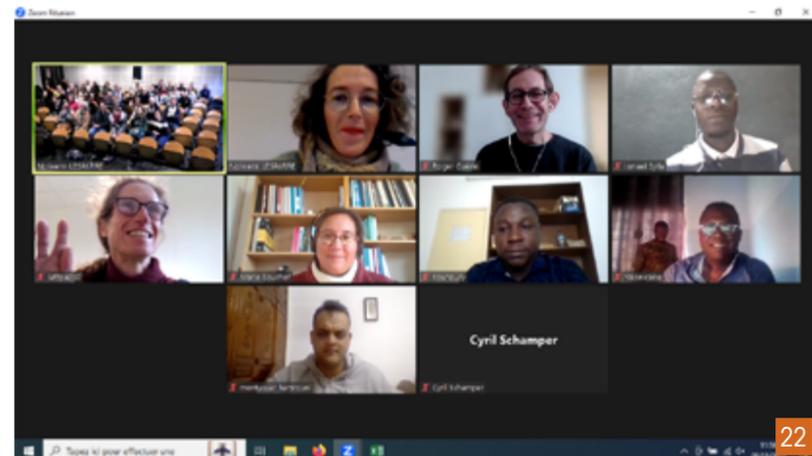
Roger Guérin et Nolwenn Lesparre

Site web du colloque : geofcan2023.sciencesconf.org
Actes : hal.science/hal-04382208
Etena : etena.u-strasbg.fr
Enerex : enerex.fr

Photos >

[21] Participant·es dans le jardin intérieur du Collège doctoral européen

[22] Participant·es en ligne



22

MIKE HEAP PORTEUR D'UN PROJET LAURÉAT D'UNE BOURSE ERC SYNERGY DE 10 M D'EUROS

LE PROJET ROTTnROCK, PORTÉ PAR MICHAEL HEAP, EST LAURÉAT D'UN ERC SYNERGY GRANTS D'UN MONTANT DE PRÈS DE 10 MILLIONS D'EUROS. L'OBJECTIF DU PROJET EST D'ÉVALUER LE RÔLE DE L'ALTÉRATION HYDROTHERMALE SUR LA MORPHOLOGIE, L'INSTABILITÉ ET LES RISQUES VOLCANIQUES IMPRÉVISIBLES DES VOLCANS.



23

Plus de 10 % de la population mondiale est exposée aux effets directs des éruptions volcaniques. La surveillance des volcans vise à détecter et à interpréter correctement les signaux des risques volcaniques et à fournir des alertes précoces et précises en cas d'éruption imminente. Pourtant, malgré les progrès techniques et scientifiques, les volcans continuent de produire des éruptions explosives inattendues ou des effondrements soudains de leurs flancs. Chaque année, ces événements imprévisibles entraînent des catastrophes volcaniques qui dévastent des communautés non préparées et détruisent des infrastructures non protégées. Les travaux antérieurs de l'équipe ROTTnROCK indiquent que les risques volcaniques sont dus à l'altération hydrothermale. Elle modifie progressivement et de manière imperceptible l'état chimique et physique des roches à l'intérieur d'un volcan, créant un intérieur mou et instable. Cependant, le lien entre les volcans « mous » et les événements volcaniques imprévisibles reste énigmatique.

Le projet ROTTnROCK a pour objectif de faire progresser la compréhension des processus d'altération hydrothermale qui se produisent à l'intérieur des systèmes volcaniques actifs : identifier où et à quelle échelle l'altération se produit, explorer l'empreinte chimique de l'altération et ses effets sur les propriétés et la résistance des roches en utilisant des méthodes de laboratoire. Sans oublier de développer des simulations en quatre dimensions de la stabilité des volcans. Pour y parvenir, le projet combine plusieurs approches novatrices provenant de disciplines géoscientifiques traditionnellement distinctes : télédétection, minéralogie, chimie, mécanique des roches

et modélisation informatique. ROTTnROCK révolutionnera la compréhension de l'altération hydrothermale et la manière dont elle façonne les risques volcaniques, ouvrant la voie à des stratégies de prévision et d'atténuation des événements volcaniques inattendus causés par l'altération hydrothermale et contribuant à éviter les catastrophes sur les volcans du monde entier. Cette bourse ERC, d'un montant de 9 989 653 euros pour une durée de six ans, permettra de développer et d'étendre la plateforme expérimentale de l'Institut Terre et environnement de Strasbourg et d'y constituer une équipe de trois post-doctorants. L'ERC implique également plusieurs partenaires étrangers : le Centre allemand de recherche en géosciences (Centre Helmholtz de Potsdam, GFZ, Allemagne), l'Université d'Uppsala (Suède) et l'University College Dublin (Irlande). Cette bourse leur permettra d'investir massivement dans des infrastructures de pointe : nouveaux équipements de télédétection, le développement de « laboratoires d'altération » et de nouvelles capacités de calcul à haute performance. Au total le projet engagera neuf post doctorants et huit doctorants dans les quatre institutions.

« Je suis absolument ravi de recevoir cette bourse ! Je me réjouis de passer les six prochaines années, et au-delà, à me concentrer sur la compréhension d'un sujet d'un grand intérêt pour moi et mes partenaires. J'ai hâte de commencer cette nouvelle étape ! ».

Michael Heap,

Projets lauréats : erc.europa.eu

Photo > [23] Michael Heap au sommet du volcan Rincón de la Vieja au Costa Rica © Michael Heap

PATRICK BAUD LAURÉAT DE LA MÉDAILLE LOUIS NÉEL 2024

On m'a décerné la médaille Louis Néel 2024 pour l'ensemble de mes recherches. Cette médaille été créée par la division Earth Magnetism & Rock Physics de l'European Geosciences Union (EGU), en reconnaissance des travaux scientifiques de Louis Néel qui a obtenu le prix Nobel de Physique en 1970 pour sa recherche fondamentale et ses découvertes concernant l'antiferromagnétisme. La médaille est, depuis, décernée en reconnaissance de contributions scientifiques importantes concernant le magnétisme des roches, la physique des roches et les géo-matériaux.

Mes thèmes de recherche concernent la mécanique et la physique des roches, avec des applications dans le domaine de l'énergie (géothermie notamment) et des risques naturels. Je m'intéresse aux aspects micromécaniques et phénoménologiques de la rupture dans les roches en combinant essais expérimentaux à hautes pressions, études quantitatives de la microstructure et modèles micromécaniques. Mes principaux thèmes de recherche concernent les bandes de compaction dans les roches poreuses, la déformation dépendante du temps dans les géo-matériaux et la perméabilité des carbonates. Ces dernières années, j'ai également travaillé sur les propriétés physiques et l'endommagement des roches volcaniques et les implications pour la dynamique des volcans actifs. **Patrick Baud**



CAMPAGNE DE FOUILLES PALÉONTOLOGIQUES À ALTKIRCH

Une campagne de fouilles s'est tenue en août 2023 à Altkirch (Haut-Rhin), dans des niveaux oligocènes inférieurs datés environ de 33 millions d'années (Ma). Les fouilles ont eu lieu au sein de la carrière gérée par HOLCIM Haut-Rhin et exploitée pour la production de ciment depuis près d'un siècle. Le projet scientifique vise à constituer une collection paléontologique de référence pour ces niveaux oligocènes. Il s'agit d'une période géologique assez peu documentée dans les collections de Paléontologie de l'Éost. Le projet est mené conjointement par des membres du Jardin des sciences, de l'Éost et du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris.

Dans la carrière affleurent des niveaux géologiques de l'Oligocène, datés entre - 33 Ma et - 23 Ma. À cette époque, la région est un mégalac dont l'évolution est liée à la mise en place du Fossé Rhéan. On observe principalement des alternances de dépôts géologiques lacustres (lac) et

évaporitiques (lac asséché). Ces derniers matérialisent notamment le « plancher » de la carrière où l'on observe des dépôts de gypse. La zone de fouilles affleure 3 mètres au-dessus de ce « plancher » et présente une séquence non modifiée de dépôts lacustres ; des alternances de calcaires fins très compacts et de niveaux argileux très friables [24]. Le travail s'est concentré sur l'investigation d'un seul niveau calcaire et d'un horizon argileux dit à poissons. Les blocs de calcaire ont été ouverts grâce à des burins plats de différentes tailles (25) alors que le niveau argileux n'a besoin que d'être gratté pour décoller les feuillets qui le composent. Les fouilles dans cette zone pourraient avoir lieu sur plusieurs années. Il serait ainsi possible d'examiner d'autres niveaux calcaire ou argileux au-dessus ou en-dessous de ceux déjà fouillés en 2023. Par ailleurs, un projet de chantier pédagogique, ouvert aux étudiant·es, est encore à l'étude. Plus de 250 fossiles ont été découverts en 2023 [26] : des insectes, des restes végétaux, quelques plumes, quelques restes de poissons et divers autres fossiles et structures à identifier. Un important travail

de préparation est en cours : dégrossir les plaques pour isoler les spécimens intéressants ; répertorier et déterminer précisément les découvertes. Cette phase permettra également de faciliter les identifications de fossiles lors de prochaines collectes sur le terrain. Toutes ces découvertes permettront de documenter la biodiversité de l'époque, associée à un environnement lacustre. La découverte – souhaitée – de restes de vertébrés pourrait permettre de dater plus précisément les couches géologiques étudiées. En parallèle, une étude sédimentologique a été menée sur le site. Elle permettra de mettre à jour les données stratigraphiques relatives aux niveaux géologiques étudiés.

Kevin Janneau



24



25

Photos > Crédits : K. Janneau

[24] Vue globale de la zone de fouille. Au premier plan, le secteur de prélèvement des blocs calcaires ; sous la tonnelle, la zone de fouille de la couche à poissons.

[25] Ouverture des blocs de calcaire à l'aide de burins plats. Chaque trouvaille est observée à la loupe pour confirmation.

[26] Quelques exemples de fossiles extraits lors de la campagne 2023 : des diptères (A, B), une guêpe (C), une fleur sans pétales (D), une plume (E) et un poisson (F). Échelles : 0,5 cm (A, B, F) ; 3 cm (C, D, F).



26

THÈME TRANSVERSE HYDROSYSTÈME : SENTIR UN LIEU



27

En octobre dernier, une équipe impliquée dans le thème transverse Hydrosystème s'est retrouvée pour vivre une expérience transformatrice. L'idée était de se décaler de sa posture de scientifique pour se lier au milieu que l'on étudie en considérant ses questions scientifiques avec un autre regard. L'expérience consistait en une constellation écologique qui permet d'explorer une question depuis les émotions et les ressentis en relation à un milieu.

Lors de cette expérience, les participant·es se proposent d'explorer une question en se sentant (ou non) appelé·es par des entités qui vont former une constellation d'êtres vivants ou d'éléments comme l'eau, les minéraux ou le feu... Une personne peut par exemple se sentir appelée par une limace. L'idée n'est alors pas de porter l'intérêt des limaces mais de se sentir « limacer ». L'entrée des entités, leurs interactions et leurs déplacements, font évoluer ce ressenti.

Cette expérience pratique était animée guidée par Patrick Degeorges (philosophe chercheur associé à l'IXXI l'Institut Michel Serres de l'École Normale Supérieure de Lyon) et Benoît Verjat (designer de recherche et doctorant en anthropologie au LESC Paris Nanterre / FHNW) de l'Institut des Hautes Études pour les pratiques et les arts de transformation (IHE-PAT). Tous deux s'intéressent à l'effet d'expériences transformatrices vécues en petits groupes pour accompagner des changements de pratiques ou de postures. Cette expérience avait déjà été proposée sur le site de l'Observatoire HydroGéochimique de l'Environnement à Aubure lors de l'école d'été OZCAR en juillet dernier et nous l'avons reproduite avec des participant·es différents.

Nous avons commencé par rendre visite à la source du Strengbach afin de nous imprégner de l'atmosphère du lieu. Puis, nous avons posé la question : « Comment partager l'eau de manière équitable entre tous les êtres ? ». Les participant·es se sont

senti·es appelé·es par un villageois, un exploitant forestier, une diatomée, une libellule, un myrtillier, un feuillu ou un genêt. Un temps d'observation leur a permis d'entrer en relation avec leurs entités. Chaque participant·e incarnant une entité s'est alors positionné·e dans l'espace à l'endroit qui lui semblait juste. Une fois chaque entité positionnée, chacun·e a été invité·e à exprimer son ressenti sans chercher à séparer celui de la personne et celui de l'entité. Les premiers ressentis étaient majoritairement négatifs à cause du manque d'eau entraînant vulnérabilité et impuissance. Les entités ont ensuite été invitées à trouver une meilleure place ou à sortir si cela devenait nécessaire. La sortie des humains, trouvant insupportable d'être le vecteur d'une trop forte pression, a permis un apaisement marqué par une régénération des végétaux. Cet équilibre a ensuite été perturbé par l'arrivée de la sécheresse. C'est finalement une nouvelle entrée des humains suivie par l'arrivée de l'eau présente pour tous·tes qui ont permis de terminer

l'expérience de manière apaisée.

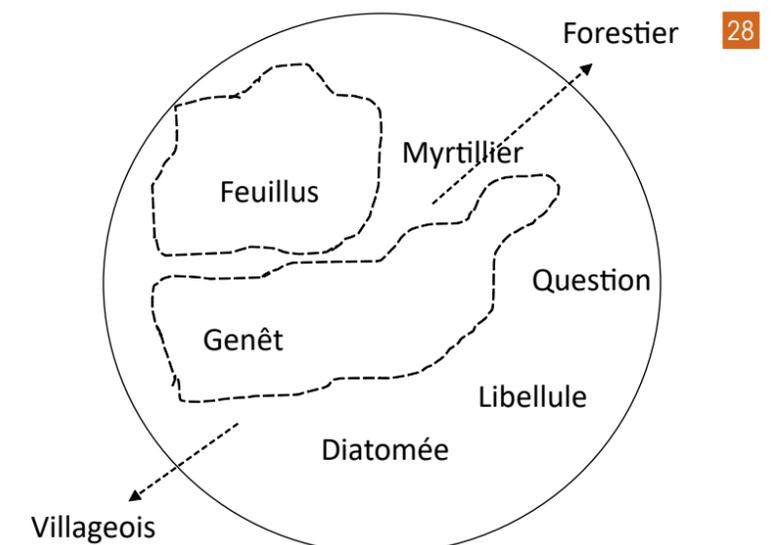
Dans cette expérience il n'était pas évident de se connecter à ses émotions et de les exprimer dans un cadre professionnel. Le groupe a manifesté un intérêt pour un renouvellement de l'expérience, peut-être en incluant les habitant·es ou habitué·es pour explorer d'autres questions sur d'autres lieux.

Nolwenn Lesparre, Véronique Marchant, Benoît Verjat

Illustrations > © Véronique Marchant

[27] Répartition des entités et premiers déplacements

[28] Schéma de répartition des entités et premiers déplacements



28



2023, UNE ANNÉE RICHE EN INTERVENTIONS DE NOS ÉQUIPES DANS LA PRESSE

Les personnels de l'Est et de l'Est sont régulièrement sollicités par les journalistes de la presse écrite et de l'audio-visuel sur des sujets relevant des sciences de la Terre et de l'environnement. L'année 2023 a été particulièrement riche en termes de communication auprès du grand public puisque nous avons identifié plus d'une quarantaine d'interventions dans les médias.

Les sujets concernent la sismologie, avec de nombreuses interventions à la télévision et dans la presse, en premier lieu sur les séismes : Maroc, Turquie, Syrie et Algérie (France.tv.info, TF1, Ouest-France, BFM-TV, France24, Dernières Nouvelles d'Alsace et sur YouTube...), mais également en France métropolitaine (dans l'Ouest de la France et en Alsace). En lien avec la sismologie, des résultats scientifiques sur le phénomène

de liquéfaction des sols ont donné lieu à plusieurs articles de vulgarisation dans la presse (Scienmag...). La participation citoyenne à l'étude de la sismicité régionale, en lien avec la géothermie profonde par exemple, est un thème qui intéresse aussi la presse grand public (article des Dernières Nouvelles d'Alsace –DNA- du 1er novembre 2023).

Mais le risque sismique n'est pas le seul aléa tellurique qui suscite l'intérêt du public : les éruptions volcaniques sont également au cœur des travaux de l'Est-Eost grâce à un financement européen (DNA du 30 octobre 2023). En s'enfonçant plus profondément sous terre, on peut aussi noter des interviews sur le noyau de la Terre et sa rotation dans divers journaux (Le Parisien, L'Express, AFP Factuel).

Enfin, notre communication sur l'environnement est également très présente puisque G. Imfeld a été invité à l'Assemblée nationale le 6 septembre 2023 pour participer à une table ronde sur l'impact des pesticides sur la qualité de l'eau. Le "devenir des micro-plastiques en eau de rivière" a également bénéficié d'un éclairage scientifique dans le magazine Savoir(s) de l'Université de Strasbourg. La zone critique, et en particulier le bassin versant du Strenzbach, fait par ailleurs l'objet d'un article dans le numéro spécial octobre/décembre 2023 du magazine Sciences et Avenir.

Severine Rosat

Liste des articles : ic.cx/NSaPAC

SISMOCITOYEN : ON COMMUNIQUE SUR NOS PROJETS !

Le 6 décembre 2023, le site Savoir(s) de l'Université de Strasbourg a publié un reportage présentant le projet en recherche participative de l'Est, l'Est et le Lisec, connu sous le nom SismoCitoyen. Ce reportage met en lumière le travail réalisé dans nos laboratoires en présentant notamment les objectifs du projet et ces implications scientifiques. Le reportage fait également la part belle aux citoyens en interviewant un de nos hébergeurs de capteur sismomètre sur les motivations qui l'ont poussées à candidater à l'aventure.

Retrouvez ce reportage de quatre minutes sur le site Savoir(s) ou sur les réseaux sociaux de l'Est et l'ITI GeoT !



Illustration > [29] Aperçu de la vidéo