

Dix années d'éducation au risque sismique en Haïti

Jean-Luc Berenguer¹, Guy Etienne², Julien Balestra¹

¹Géoazur Education & Outreach (Université Côte d'Azur),

²Collège Catts Pressoir, Port-au-Prince

Résumé : Une des missions de l'école est de permettre aux élèves de mieux appréhender les sciences autrefois confinées dans les laboratoires scientifiques.

Depuis une vingtaine d'années, un programme de sismologie éducative a été mis sur pied en France métropolitaine puis dans les Caraïbes. Le point innovant de ce programme est de permettre à des élèves d'installer un sismomètre à vocation éducative dans leur école.

Avec le séisme du 12 janvier 2010 à Port-au-Prince, ce programme éducatif s'est intensifié auprès des écoles haïtiennes et notamment au collège Catts Pressoir (<http://sismo.gpetech.net>).

Une nouvelle génération d'élèves et d'enseignants s'approprie aujourd'hui cette approche d'éducation au risque sismique au sein d'un même projet coopératif présent dans plusieurs écoles sur le territoire haïtien.

Avec une dizaine de stations installées dans les Caraïbes, la réalisation du programme a dépassé le simple objectif de mise à disposition de signaux sismiques qu'auraient pu procurer les centres de surveillance. Par une appropriation de la mesure scientifique, l'élève s'implique et réalise l'apprentissage de notions complexes autour des géosciences. Le développement d'outils simples, la mise au point d'expériences concrètes associées à une démarche d'investigation permet de construire avec les élèves une culture scientifique de qualité et une éducation citoyenne du risque.

Rezime : Yonn nan misyon lekòl la se pèmèt elèv yo byen konprann lasyans ki anvan sa, te fèmen anndan laboratwa syantifik yo. Depi yon ven ane, yon pwogram sismoloji edikatif te mete kanpe sou tè prensipal Lafrans ak nan Karayib la. Pwen inovatè nan pwogram sa a se pèmèt elèv yo enstale yon sismomèt edikasyonèl nan lekòl yo. Avèk tranbleman tè 12 janvye 2010 la nan Pòtoprens, pwogram edikasyon sa a entansifye nan lekòl ayisyen yo, an patikilye nan kolèj Catts Pressoir (<http://sismo.gpetech.net>). Yon nouvo jenerasyon elèv ak pwofesè ap pran posèsyon apwòch edikasyon risk sismik sa a nan yon sèl pwojè koperativ ki anndan plizyè lekòl an Ayiti.

Avèk yon dizèn estasyon enstale nan Karayib la, realizasyon pwogram sa a depase senp objektif bay siyal sismik nou te kap jwenn nan sant siveyans yo. Lè elèv lan apwopriye li de mezi syantifik la, li vin patisipe epi aprann konsèp konplèks alantou jeosyans. Devlopman zouti ki senp, devlopman eksperyans konkrè ki asosye ak yon apwòch envestigasyon fè li posib pou nou bati ak elèv yo yon bon kalite kilti syantifik ak yon edikasyon sitwayen sou risk.



1. INTRODUCTION

12 janvier 2010, 16 heures 53 minutes à Port-au-Prince, un terrible séisme secoue la ville...

Après chaque grand tremblement de terre destructeur dans le monde, des images choquantes sont présentées aux adultes et aux enfants par l'intermédiaire des médias. Toutes sortes de questions se posent [1]. Les séismes inquiètent et fascinent par leur caractère brutal, parfois terriblement destructeur et encore largement imprévisible. C'est pourquoi il faut miser sur la prévention. En milieu scolaire où les causes et les effets de tels aléas sont étudiés, la sensibilisation au risque sismique est un enjeu pour une société future durable et responsable. Mais rechercher les causes des séismes, approcher la dynamique interne du globe, c'est aller vers l'inaccessible. En cela, la sismologie est source de complexité et de fascination.

Les actions éducatives menées en Haïti depuis plus de dix ans constituent un exemple d'éducation au risque sismique par une approche scientifique et technologique. On peut espérer que ce programme, encore assez jeune, crée des vocations et s'installe progressivement sur tout le territoire.

2. LA SISMOLOGIE ÉDUCATIVE

Depuis une vingtaine d'années, un programme de sismologie éducative a été mis en œuvre en France métropolitaine puis dans les Caraïbes. Ce réseau français a une longue histoire et s'est construit au fil du temps, étape par étape.

2.1 D'un sismomètre installé dans l'école à un réseau sismologique à vocation éducative

L'histoire de la sismologie éducative a commencé en France en 1996, grâce à la motivation d'un professeur de lycée et d'un sismologue, avec l'installation d'un sismomètre dans une école située sur la Côte d'Azur [2]. L'idée était de permettre aux élèves de faire des sciences en collaboration avec un laboratoire de recherche. À la suite du succès de cette initiative, un réseau de sismomètres s'est mis en place rapidement dans le sud de la France métropolitaine.

En 2006, cette initiative a été intégrée dans un programme national d'éducation dont l'objectif principal est de donner aux élèves le goût des sciences à travers des projets originaux (comme l'astronomie, la météorologie, les risques naturels...).

Le programme *SISMOS à l'École* [3], copiloté en France métropolitaine par le dispositif ministériel « Sciences à l'École » et le laboratoire Géoazur (Université Côte d'Azur), se met donc en place. Ce programme s'inscrit dans le cadre de l'enseignement des sciences et des techniques en milieu scolaire, ainsi que dans le domaine de l'information et de la sensibilisation de la communauté scolaire au risque sismique.

Très vite, ce programme a étendu la mise en place d'un réseau sismologique à vocation éducative sur tout le territoire national, et notamment aux Antilles. Une douzaine d'établissements ont été sélectionnés en fonction de la qualité de leur projet pédagogique, pour participer à ce réseau. Ce réseau « Caraïbes » se met en place, dans les années 2008, avec la Martinique, la Guadeloupe, le lycée français de Caracas (Venezuela) et le lycée français Alexandre Dumas à Port-au-Prince [4].

Depuis le séisme de janvier 2010, le programme de sismologie éducative s'est intensifié dans les écoles haïtiennes. Le collège Catts Pressoir, équipé quatre mois après le séisme destructeur [5], assure notamment aujourd'hui un rôle clé dans l'émergence d'un réseau haïtien (voir la figure 1) avec une demi-douzaine de sismomètres installés sur le territoire. En effet, depuis 2018, de nouvelles installations de sismomètres [6] accompagnées de formation d'enseignants se poursuivent aujourd'hui en partenariat avec l'Ambassade de France, le laboratoire de recherche Géoazur (Université Côte d'Azur) et le Bureau d'appui en gestion scolaire et le Collège Catts Pressoir.

Dans chaque établissement, une équipe interdisciplinaire d'enseignants porte le projet, aujourd'hui intitulé *EDUSEIS* [6], autour d'une station sismologique conçue et réalisée pour l'École.

2.2 Des bases de données pour l'éducation au risque sismique

L'idée innovante initiale a été d'étudier la faisabilité et l'intérêt pédagogique d'installer un sismomètre dans un établissement scolaire. Un instrument de mesure, installé directement au collège ou au lycée, qui permette aux élèves de mettre la Terre sous écoute... sismique (voir la figure 2).

Figure 1 Sismicité dans les caraïbes et le réseau sismologique éducatif EDUSEIS

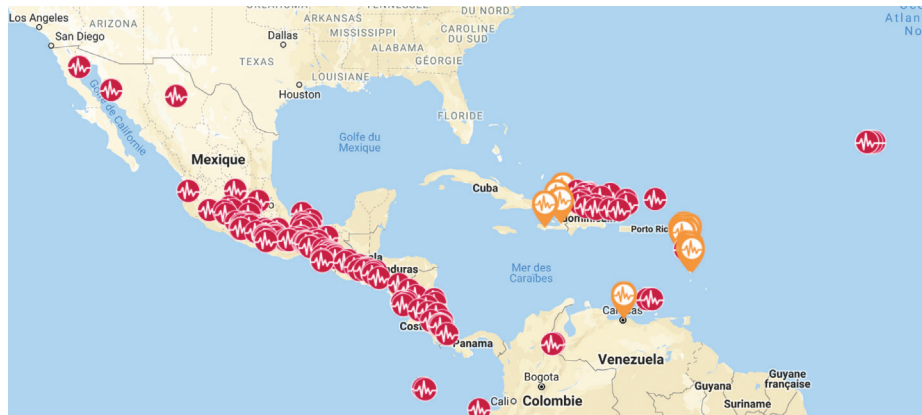


Figure 2 La Terre mise sur écoute... sismique à l'École – installation du sismomètre à Catts Pressoir



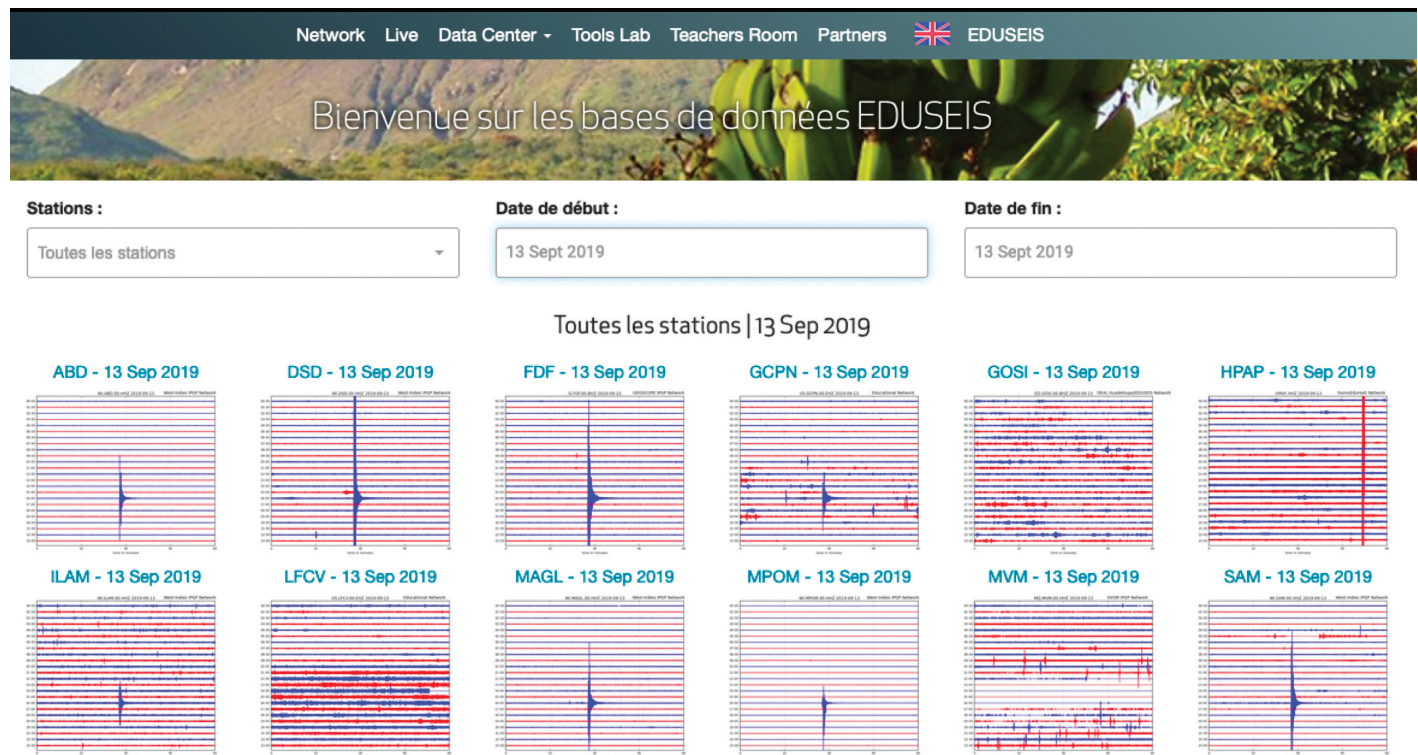
Grâce à un GPS qui permet de synchroniser les données au temps universel, chaque sismomètre enregistre en permanence le mouvement du sol dans l'établissement (mesure de la vitesse de déplacement du sol). Les élèves ont accès au mouvement du sol en direct. Ils peuvent détecter l'arrivée de secousses telluriques mais aussi d'autres vibrations d'origine naturelle ou anthropique (houle, activité humaine, tirs de carrière...).

Toutes ces données sont partagées, centralisées sur un serveur dédié. Ainsi, les signaux qui enregistrent l'activité sismique régionale ou mondiale alimentent une base de données en ligne, véritable centre de

ressources sismiques, et point de départ d'activités éducatives et scientifiques [7]. Les événements sélectionnés sont tantôt des séismes proches des stations, tantôt des séismes distants mais de forte magnitude.

Cette base de données en ligne (voir la figure 3) permet aux professeurs d'être très réactifs et de pouvoir travailler rapidement sur un sujet d'actualité qui, souvent, assure une grande motivation chez les élèves.

Les enseignants ont retiré de ces premières expériences un certain nombre de points positifs : engouement des élèves pour la mesure, facilité d'appréhender les bases de données en ligne, développement de

Figure 3 La base de données EDUSEIS à vocation éducative

l'autonomie, responsabilité des élèves dans la gestion d'une station sismologique, importance du risque naturel dans la thématique du développement durable.

Ce réseau de sismologie éducative tient aussi sa force de l'interaction entre enseignants et chercheurs. Il est donc tout naturel que les chercheurs utilisent aussi les données du réseau pour obtenir des résultats scientifiques. De plus en plus de stations à vocation éducative en France et dans le monde servent maintenant aussi aux réseaux de surveillance sismique ou bien s'intègrent dans des projets scientifiques [8].

On se souvient encore de l'exemple du sismomètre du lycée Alexandre Dumas à Port-au-Prince. Le sismomètre éducatif (station à trois composantes à large bande) s'est révélé être le seul sismomètre fonctionnel en Haïti au moment du séisme destructeur de janvier 2010. Un certain nombre d'équipes de recherche ont utilisé ces tracés (voir la figure 4) dans leur travaux [9]. «*We use also one short-period velocity station in Port-au-Prince from SISMOS à l'École*¹.»

2.3 Utiliser un sismomètre en milieu scolaire pour éduquer au risque sismique

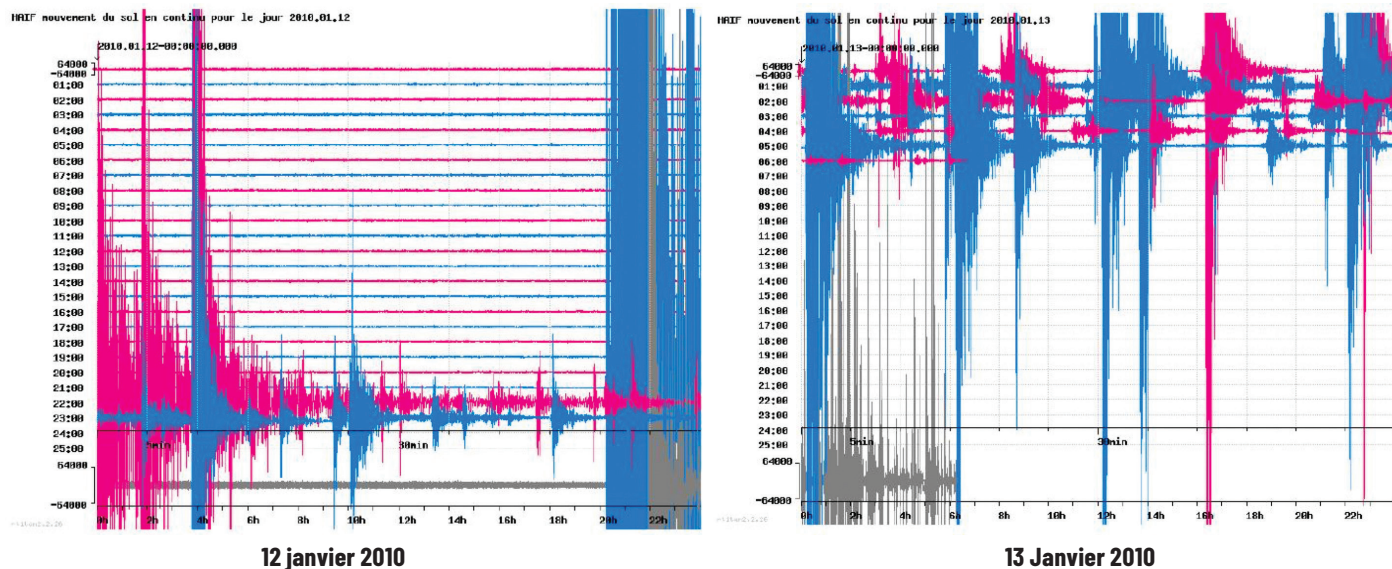
Dans le cadre des cours de sciences de la Terre, de sciences physiques, de technologie, mais aussi de géographie, d'informatique, les programmes d'enseignement du collège et du lycée offrent de nombreuses ouvertures sur les thèmes de la mesure d'un paramètre, de l'utilisation de bases de données, de la connaissance de son environnement géologique, des mécanismes complexes de la géodynamique interne, de la notion de risque environnemental.

Le réseau de stations sismologiques et ses bases de données peuvent ainsi être le support privilégié de projets interdisciplinaires regroupant enseignants de sciences expérimentales, de technologie, de mathématiques ou de géographie (développement durable et approche transversale).

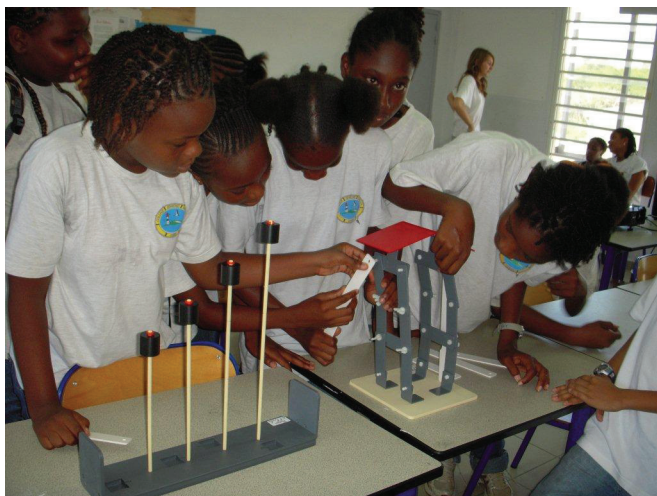
Enfin, la gestion d'une station sismologique peut faire l'objet d'un atelier d'animation scientifique à travers lequel les élèves assurent la responsabilité du suivi d'une station de mesure (notion d'observatoire éducatif de l'environnement), font preuve aussi d'autonomie dans un travail d'équipe, et sont invités à développer leurs savoir-faire en matière de technologies de l'information et de la communication.

Dans toutes ces situations, des approches transversales sont favorisées : mesure, observation, réalisation de maquettes, démarche d'investigation dans l'acquisition des notions scientifiques relatives

1. Courboux et al. (2012). Dans Douilly, R. et al. (2013, août). Crustal Structure and Fault Geometry of the 2010 Haiti Earthquake from Temporary Seismometer Deployments. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 103(4), p. 2305-2325.

Figure 4 Tracés de la secousse principale et des répliques enregistrées par le sismomètre HAIF du lycée Alexandre Dumas en janvier 2010

aux géosciences et à la physique. Enfin, ce savoir scientifique construit est un élément essentiel dans l'éducation au risque environnemental (voir la figure 5).

Figure. 5 Élèves en classe réalisant des activités pratiques à partir des tracés, avec des maquettes et des modèles

Résumons les diverses approches que suivent les enseignants avec leurs élèves dans l'utilisation des données du réseau.

La thématique «capteurs» est une piste essentielle. Les caractéristiques de l'appareil de mesure (mouvement du sol et temps universel) peuvent être explorées à partir des capteurs de la station, ou à partir d'instruments conçus et réalisés par les élèves. De nombreux aspects sont alors abordés autour de la fréquence de mouvement du sol, de la notion de pendule et d'oscillation, de la bande passante d'un capteur...

La thématique «données» s'impose naturellement. L'analyse des signaux enregistrés permet un grand nombre de pistes: travail sur les ondes, leur temps d'arrivée, la notion de vitesse en fonction des matériaux terrestres traversés, la localisation des épicentres...

La thématique «tectonique» est aussi riche en activités. De nombreuses maquettes, pour la plupart réalisables par les élèves, permettront des démarches d'investigation autour du cycle sismique, de la rupture au foyer, d'amplification des ondes dans des matériaux, des notions de contrainte, de frottement, de libération d'énergie...

La thématique «Terre» sera vraisemblablement un point d'appui important dans les enseignements avec la possibilité de cartographier, à partir des données recueillies, l'aléa sismique à l'échelle mondiale ou régionale, de cartographier les principales failles environnantes, donc d'étudier la structure interne du globe terrestre.

La thématique «risque» découlera naturellement de ce qui précède. Des projets de maquettes naîtront des tracés enregistrés pour approcher les notions d'intensité, de résonance des bâtiments, de constructions parasismiques, des effets induits comme la genèse d'un tsunami. On sera aussi dans la perspective de réfléchir, compte tenu de son environnement immédiat, de proposer des plans particuliers de mise en sûreté dans l'école en cas de secousse tellurique importante.

Tous ces exemples d'activités, simples dans leur conception, dans leur coût et dans leur mise en place avec les élèves, ont été collectés en ligne et dans des ouvrages comme *Le cahier d'activités du SISMO et sa sismobox* [9]. Cet ouvrage (voir la figure 6) permet aux enseignants de faire les allers-retours nécessaires entre les bases de données, des démarches de modélisation et les notions à construire.

Figure 6 la « sismobox » et le cahier du SISMO du CRDP Nice



2.4 Poursuivre ensemble des objectifs de formation et d'éducation pour la jeunesse

En suivant ces pistes pédagogiques, générées par le réseau de sismomètres, l'expérience permet :

- de promouvoir les sciences expérimentales et les nouvelles technologies autour de la mesure d'un paramètre environnemental. Les élèves sont amenés à développer des savoirs et savoir-faire en matière de mesure, d'observation, de démarche d'investigation ;
- de sensibiliser les collégiens et les lycéens aux risques naturels et de contribuer ainsi à la responsabilisation des futurs citoyens. Forts de leur savoir scientifique, les élèves deviennent des « ambassadeurs » de la prévention aux risques naturels auprès de leur communauté (voir la figure 7) ;
- de renforcer et de développer des liens avec des partenaires régionaux et internationaux des domaines éducatifs et

Figure 7 Éléves tenant un stand de sensibilisation au risque sismique en Haïti



culturels. Un travail coopératif fort s'établit naturellement entre les chercheurs, les enseignants et leurs élèves ;

- d'approcher les mécanismes complexes des géosciences par une approche interdisciplinaire. Les élèves sont amenés à entreprendre une approche systémique des phénomènes naturels

de la dynamique interne du globe et de leurs effets sur les populations ;

- de développer le sens de l'autonomie et de la responsabilité chez les jeunes à travers la gestion d'un projet, car le suivi d'une station sismologique dans l'établissement scolaire passe, au-delà de l'enthousiasme, par un engagement fort des élèves.

3. CONCLUSION

Si aujourd'hui la science participative et la sismologie éducative occupent autant de place dans la société, c'est parce qu'elles font appel à l'engagement du citoyen vis-à-vis de sujets importants. La prévention au risque sismique, et plus généralement au risque naturel, dans un territoire comme Haïti est primordiale. La place de l'école l'est tout autant dans un pays où 31 % de la population est âgé de 10 à 24 ans et où 33 % a moins de 14 ans. La place de la recherche scientifique est aussi incontournable si l'on veut maîtriser la part naturelle de l'aléa naturel et la part anthropique du risque sismique.

Au final, l'enjeu de la sismologie éducative est d'améliorer la formation de nos élèves en géosciences pour qu'ils perçoivent mieux comment la science se construit et progresse.

Les élèves auront ainsi appris l'importance de la rigueur, dans les mesures et dans les raisonnements; ils auront acquis des connaissances sur la dynamique terrestre et sur la prévention des risques sur leur territoire et au-delà.

Nous aurons formé, sans aucun doute, des citoyens mieux armés pour aborder leur avenir; nous aurons consolidé le lien science-citoyen; nous aurons peut-être aussi suscité des vocations. ■

BIBLIOGRAPHIE

1. OREGGIA, Olivier. (2010). Récit d'un rescapé du séisme en Haïti. *Bull. Union Professeurs Physique Chimie*, 921, p. 231.
2. VIRIEUX, Jean. (2000). Educational Seismological project: EDUSEIS, *Seismological Research Letters*, 71, p. 530-535.
3. BERENGUER, Jean-Luc et VIRIEUX, Jean. (2006). Projet éducatif «SISMOS à l'école». *Géosciences, Revue du BRGM pour une Terre durable*, 4.
4. BERENGUER, Jean-Luc, COURBOULEX, Françoise, BOUIN, Marie Paule et CAFAFA, Jérôme. (2011). *Tuned in to the Earth from the classroom with "Sismos à l'Ecole". Oral. Caribbean Geological Conference*. Gosier, Guadeloupe.
5. LE NOUVELLISTE. (2010). Une station sismologique bientôt au collège Catts Pressoir, lenouvelliste.com/article/79564/une-station-sismologique-bientot-au-college-catts-pressoir
6. COLLÈGE CATTI PRESSOIR. (2019). *Atelier de formation aux risques sismiques, 26 et 27 janvier 2019*. Reportage Mon Ciel – chaîne 44 – CATV, youtu.be/Aeuib3c4Y50
7. EDUMED Observatory et Université Côte d'Azur. Data center, edumed.unice.fr/fr/eduseis
8. BENGOUBOU-VALERIUS, Mendy, BAZIN, Sara, BERTIL, Didier, BEAU-DUCCEL, François et BOSSON, Alexis. (2008). CDSA: A new seismological data center for the French Lesser Antilles, *Seismol. Res. Lett.* 79, p. 90-115.
9. DOUILLY, Robby *et al.* (2013, août). Crustal Structure and Fault Geometry of the 2010 Haiti Earthquake from Temporary Seismometer Deployments. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 103(4), p. 2305-2325.
10. BERENGUER, Jean-Luc, PASCUCCI, Franck et FERRY, Hubert. (2006). *Le cahier d'activités du SISMO*, Scären, Nice, France.

Jean-Luc Berenguer est professeur agrégé de sciences de la vie et de la Terre. Actuellement collaborateur à l'Université Côte d'Azur, il est un des pionniers de la sismologie éducative en France depuis 1996 et a piloté l'animation pédagogique du projet SISMOS à l'école (2006-2017). Chef de projet de l'Observatoire Edumed (2017-2020) et chargé du volet Éducation de la mission InSight pour la France (2016-2021), il continue à s'investir dans l'éducation au risque naturel. Membre du Comité Education de l'EGU et du Senior Council de l'IGEO. jean-luc.berenguer@univ-cotedazur.fr

Guy Etienne est directeur du Collège Catts Pressoir depuis 1982, conférencier international depuis 1998, PDG du Bureau d'appui en gestion scolaire depuis 2017 et membre du «Board of One Learning Planet» depuis août 2019. Professeur de chimie à la Faculté des sciences de l'Université d'État d'Haïti (1981-1985), puis professeur de didactique des sciences expérimentales à l'Université Quisqueya (1996-2008), Guy Etienne est devenu juge pour le «Global Teacher Prize» en mars 2016. getienne@cattspressoir.org

Julien Balestra Ph.D. est docteur en sismologie. Après avoir géré la maintenance et la diffusion des données du réseau SISMOS à l'école (2013-2017), il devient ingénieur de recherche à l'Université Côte d'Azur en 2017, pour son expertise dans les bases de données et de la diffusion des données de l'Observatoire EduMed. Il gère notamment le réseau EDUSEIS des Caraïbes. Responsable de la cellule Education & Outreach du laboratoire de recherche Géoazur depuis 2019. julien.balestra@univ-cotedazur.fr



Connecter professionnels, entreprises et universités