

Ateliers – Fête des Géosciences en Guadeloupe (2022)

L'objectif de la campagne Manta-ray est d'étudier la zone de subduction des Petites Antilles.

Mais, c'est quoi une zone de subduction ? Pourquoi et comment l'étudie-t-on ? Pourquoi dit-on que c'est l'activité de cette zone qui génère la sismicité aux Antilles, et notamment les tremblements de terre ?

Pour répondre à ces questions, nous nous invitons à **venir visiter le village des Géosciences à Vieux-Habitants**. Nous serons ravis de vous accueillir dans nos ateliers pédagogiques le **dimanche 26 juin pour le grand public** et le **lundi 27 juin pour les élèves des écoles primaires de la Côte-sous-le-vent**. Venez échanger avec nous, et nous vous ferons découvrir nos travaux et leurs implications dans la compréhension de problématiques sociétales qui vous concernent !



Ateliers – Fête des Géosciences en Guadeloupe (2022)

1. Exposition « Photo » autour de la campagne Manta-Ray : Qu'est-ce qu'une campagne océanographique ?

Une campagne océanographique consiste à réaliser une série d'expériences scientifiques et technologiques sur un site particulier afin de collecter des échantillons et d'acquérir des données par mesure *in situ*. Elle se déroule généralement sur plusieurs semaines, voire plusieurs mois, et mobilise un nombre assez important de personnes.

La campagne Manta-Ray a pour but de mieux comprendre la zone de subduction des Petites Antilles et l'activité sismique de la région. Elle dure 9 semaines et mobilise plus de 50 personnes sur le navire océanographique «L'Atalante». A bord, une véritable microsociété se met en place, où se côtoient des personnes de métiers très variés (scientifiques, marins, membres d'équipages, etc.). C'est l'ensemble des activités de chacun qui permet d'assurer la vie à bord et le bon déroulement des opérations.

Cette exposition montre quelques morceaux choisis d'instant de vie à bord.

2. Les reliefs sous-marins

La connaissance des fonds marins passe en premier lieu par la cartographie de leur relief, c'est-à-dire la mesure et la représentation de leurs formes. Les cartes bathymétriques représentent en 2 dimensions (longitude, latitude), donc « à plat », le relief des fonds marins. Pour réaliser de telles cartes nous utilisons des appareils qui mesurent la distance entre la coque du bateau et les fonds marins : des sondeurs multifaisceaux.

Le but de l'expérience de ce stand est d'illustrer en 3 dimensions, donc en relief, ce que représente une carte bathymétrique en 2 dimensions, à plat. Pour cela vous serez amenés à modeler un paysage en relief dans un bac à sable en réalité augmentée, pour qu'il ressemble trait pour trait aux reliefs du fond marin.

3. Caractérisation des structures profondes du fond océanique (profil sismique et carotte)

Pour étudier les aléas naturels sous-marins, nous employons différentes méthodes.

Il existe des méthodes directes comme l'échantillonnage de fond de mer par carottage. Cette technique permet de prélever directement du sédiment du fond sur une épaisseur de plusieurs mètres afin de déterminer ses propriétés géologiques, chimiques et géotechniques. Les résultats obtenus permettent d'identifier, voire de dater, des événements qui se sont déroulés dans le passé (glissements de terrain, éruptions volcaniques, variation des émissions des fluides, etc.), pour faire des scénarios réalistes sur la trajectoire future du système géologique étudié.

Nous utilisons également des méthodes indirectes basées sur les ondes acoustiques telles que la sismique. Elle permet d'imager les structures dans le sous-sol. Concrètement, un signal acoustique est généré avec de l'air comprimé. Ce signal se propage dans le sous-sol océanique, une partie est réfléchi aux limites des couches de la Terre, puis enregistrée par des hydrophones et géophones posés sur le

Ateliers – Fête des Géosciences en Guadeloupe (2022)

fond de mer et tracté derrière le bateau. Cette technique permet d'imager les couches fines des structures superficielles de la Terre jusqu'aux structures des plaques tectoniques à 30-40 km de profondeur.

L'atelier se propose de vous faire découvrir ces structures du sous-sol océanique des Antilles avec des profils sismiques et de présenter des échantillons des sédiments, résultats de campagnes antérieures.

4. Les séismes en milieu marin (OBS + tectonique)

Les séismes résultent du mouvement relatif des plaques tectoniques, mais comment cela fonctionne-t-il?

Aux Antilles, ce sont les plaques Nord- et Sud-américaines qui s'enfoncent sous la plaque des Caraïbes. Ces plaques peuvent rester bloquées pendant plusieurs centaines d'années en accumulant du stress. Quand il se libère, le glissement soudain des plaques crée un séisme. **Les mouvements antérieurs des plaques peuvent être modélisés avec des logiciels dédiés, que nous allons présenter.**

Par ailleurs, pour étudier les séismes, nous utilisons des sismographes. Ce sont des instruments permettant de mesurer les mouvements du sol en réponse aux secousses sismiques. Dans l'océan, les sismographes sont déposés sur le fond de la mer. Ils sont spéciaux, car parfaitement étanches, et résistent à des pressions très élevées (jusqu'à 600 fois la pression atmosphérique). **A titre d'exemple, on montrera les sismographes développés à l'Ifremer.**

Nous allons aussi expliquer comment les séismes sous-marins peuvent générer des tsunamis, comme ceux qui ont durement frappé l'Indonésie en 2004 et le Japon en 2011. Il n'est pas possible aujourd'hui de prédire le lieu et la date d'un séisme, mais nous étudions les zones à risque, les facteurs influençant la sismicité aussi bien que la distribution temporelle des séismes.

5. Le cycle du méthane océanique et la « glace qui brûle »

Le méthane (CH₄) est un gaz très particulier, possédant des avantages et des inconvénients. Il est le composé chimique majoritaire du biogaz utilisé pour la production d'énergie. Il est aussi un gaz à effet de serre très puissant (environ 20 fois plus puissant que le dioxyde de carbone (CO₂) à l'échelle du siècle), dont le rejet dans l'atmosphère contribue au réchauffement climatique. Dans les sédiments des marges continentales, des quantités très importantes de méthane sont naturellement produites. Une partie de ce méthane est stockée sous forme d'hydrates de gaz (composé solide qui ressemble à la glace), une autre est utilisée par certaines communautés vivantes chimiosynthétiques qui colonisent les fonds océaniques ; et le reste est libéré dans la colonne d'eau, atteignant parfois la surface et transféré à l'atmosphère. Le méthane est également produit dans le sédiment de la Mangrove de

Ateliers – Fête des Géosciences en Guadeloupe (2022)

Guadeloupe, et il est important de l'étudier pour mieux comprendre le fonctionnement de cette écosystème et les services qui nous rend.

Mieux comprendre le cycle du méthane océanique permet d'apporter des éléments de réponse à des problématiques sociétales telles que l'approvisionnement en énergie, le fonctionnement des failles sismiques à l'origine des tremblements de terre, la préservation des écosystèmes sensibles à l'acidification des océans et l'évaluation de la capacité de stockage des puits naturels de carbone.

Cet atelier a pour but de vous expliquer le cycle du méthane océanique, et de vous montrer comment nous le détectons et le quantifions. Les hydrates de gaz sont les plus importants réservoirs de méthane sur la Terre. Nous vous montrerons un échantillon et nous vous expliquerons pourquoi on les appelle « la glace qui brûle ».

6. Mesure et suivi des concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère : Cycle du carbone et climat

Les gaz à effet de serre (GES), principalement le dioxyde de carbone (ou CO₂) mais aussi le méthane sont les principaux responsables du réchauffement climatique en cours. Ces gaz sont très largement émis par les activités humaines (transport, chauffage, alimentation, activités industrielles) qui font appel à l'utilisation massive de combustibles fossiles (charbon, pétrole et gaz). Une partie du CO₂ qui se retrouve ainsi stocké dans l'atmosphère est absorbé par ce qu'on appelle les puits de carbone, la végétation et les océans.

Afin de mieux comprendre et de mieux documenter le rôle et la répartition de ces gaz, il est important de suivre l'évolution de leurs concentrations à partir d'observatoires. Les mesures qui sont obtenues à partir des plateformes mobiles comme les navires sont très précieuses car elles permettent de mieux comprendre les mécanismes mis en jeu.

Durant l'atelier nous présenterons l'instrumentation mis en œuvre pour le suivi haute précision des concentrations en GES dans l'atmosphère en conditions réelles, et nous proposerons des petites expériences durant laquelle les visiteurs pourront mesurer par eux-mêmes les concentrations de CO₂ dans différents milieux (ouverts, fermés, échappement de véhicule, respiration) à partir de petits capteurs portables. Une restitution pour comprendre les résultats sera proposée également en lien avec la thématique du réchauffement climatique.

7. Serious Game : Explorer les grands fonds

Les océans recouvrent les 2/3 de notre planète et sont aujourd'hui au centre de recherches scientifiques de plus en plus nombreuses. Immenses, difficiles d'accès au-delà de leur surface, ils restent mal connus et nous cherchons à mieux les explorer pour y comprendre ou découvrir des

Ateliers – Fête des Géosciences en Guadeloupe (2022)

informations et des ressources essentielles pour notre avenir. Les grands fonds sont encore moins connus que le reste des "compartiments" des océans.

Ce n'est qu'en 1974 que l'homme a plongé pour la première fois sur une dorsale océanique, et vérifié de visu la dérive des continents. Ce n'est qu'en 1977 que le sous-marin Alvin observa pour la première fois les oasis de vie stupéfiantes autour des sources hydrothermales, l'une des grandes découvertes de la deuxième moitié du XXème siècle, la découverte de formes de vie que l'on pensait jusqu'alors impossibles.

Avec "Mission Grands Fonds", nous proposons une découverte ludique et innovante des grands fonds sous-marins et des domaines scientifiques qui y sont associés. Aux commandes de son ROV (robot d'exploration, ici le Victor 6000 de l'Ifremer reproduit fidèlement), le joueur devra effectuer des prélèvements de bactéries, ces premiers maillons de la vie autour des fumeurs, tout en évitant de brûler son sous-marin au contact de ces mêmes fumeurs. Il devra utiliser l'aspirateur du robot pour prélever ces étranges crevettes sans yeux, faire rentrer dans des boîtes des crabes blancs des grandes profondeurs qui refusent obstinément d'y rentrer... Ou bien aider les sismologues et géologues à recueillir plus de données sur la dérive des continents, prélever des gaz au-dessus d'une faille active et espérer œuvrer à une meilleure prévention des effets des séismes.

8. Atelier « Phénomènes de subduction »

Au cours du processus de subduction, l'avancée de la croûte océanique de l'océan Atlantique qui plonge sous la plaque Caraïbes va provoquer le développement d'un « prisme d'accrétion ». Ce prisme d'accrétion résulte du fait que les sédiments qui se trouvent sur les deux plaques qui se rapprochent, vont être raclés et s'empiler successivement au fur et à mesure du temps et du rapprochement des deux plaques. Ce processus aboutit à la formation d'un bourrelet de sédiments accrétés contre la croûte de la plaque supérieure ce qui lui donne la forme d'un prisme.

Dans les Petites Antilles, le prisme d'accrétion de la Barbade est l'un des prismes les plus caractéristiques au monde. A la latitude de la Barbade, il atteint plus de 150km de large et près de 14 km d'épaisseur. L'île de Barbade est elle-même le sommet émergé de cet énorme prisme. En Guadeloupe, il mesure encore près de 100km de large et se termine 50km au large de Désirade. Au large de Saint-Martin, il est devenu tout petit et ne concerne que les 30km à l'ouest de la Fosse.

A l'aide d'une boîte à sable nous allons modéliser la construction de ce prisme d'accrétion. Le modèle réduit utilisera du sable sec comme matériaux représentatif des sédiments océaniques et l'avancée de la croûte océanique sera représentée par une bande de papier rugueux sous le sable. En faisant avancer le papier nous verrons se développer le prisme d'accrétion.

9. Surveillance de processus de déformation tectonique : Détecter des mouvements au fond de la mer par fibre optique :

Le projet européen intitulé FOCUS (Fiber Optic Cable Use for Seafloor studies of earthquake hazard and deformation) essaye de démontrer l'utilisation de câbles de fibre optique sous-marin (par réflectométrie laser) pour détecter des faibles mouvements au fond de la mer. Dans le cadre de ce projet et en collaboration avec le Conseil Régional de la Guadeloupe,

Ateliers – Fête des Géosciences en Guadeloupe (2022)

l'opérateur de télécommunication Orange et l'Université des Antilles, une campagne de mesures par lumière laser est en cours sur les câbles de télécommunication qui relient les îles de la Guadeloupe. Les mouvements qui vont être étudiés dans les fonds marins de la Guadeloupe peuvent résulter de processus multiples :

- a) variations thermiques ;
- b) sollicitations par courants de marées ou de tempêtes / cyclones ; c) glissements gravitaires sous-marins ;
- d) coulées turbiditiques (mélange d'eau et sédiments) dans les canyons sous-marins potentiellement reliées à des crues (tempêtes et pluies torrentielles) dans les rivières ;
- e) événement tectonique (mouvement de faille / tremblement de terre) ;
- f) sollicitation anthropogénique (mouillage / ancre, chalutage, intervention volontaire).

Cet atelier comportera un interrogateur laser Brillouin, des bobines de fibre-optique et un ordinateur avec écran pour montrer quelques résultats en temps réel (toutes les minutes environ).