

Stage de Master 2 Informatique spécialité Image et 3D :

Réalisation d'outil à but pédagogique d'immersion en données de sciences de la Terre en réalité virtuelle et réalité augmentée

Lieux du stage : Institut Terre et Environnement de Strasbourg, EOST, 5 rue Descartes, 67000 Strasbourg, et ICube, Campus d'Illkirch

Encadrement : Renaud Toussaint, géophysicien, DR CNRS, ITES, renaud.toussaint@unistra.fr et Jérôme Grosjean, Maître de conférences en informatique de l'Université de Strasbourg, ICube, grosjean@unistra.fr

Le but du stage de recherche est de développer des outils de pédagogie tridimensionnelle (3D) / en situation immersive (360°, réalité augmentée, réalité virtuelle) au service de la diffusion des connaissances et des résultats de recherche en sciences de la Terre et de l'Univers. La réalisation sera faite à l'aide de langage de programmation de jeux vidéo avec bibliothèques de réalité augmentée, par exemple Unity / Vuforia, d'accès libre (maîtrisés à un niveau basique par R Toussaint), ou d'autres outils maîtrisés dans l'équipe Informatique Géométrique et Graphique du Laboratoire ICube.

Les progrès des technologies de réalité augmentée, réalité virtuelle permises par la recherche en imagerie numérique et en technologie sont utilisées dans la communauté du jeu vidéo, et liées à l'explosion de la culture populaire technologique (telle que celle des « FabLabs », des « Makers », des « Hackatons » ...). Ces technologies peuvent également être mises en œuvre avec une vocation de vulgarisation et de développement de supports à vocation éducative, pour faire partager des représentations avec des informations améliorées pour les étudiants en formation, le grand public et les scolaires. Notamment, cela permet de représenter des objets naturels de science de la Terre à échelle réduite, ou sur des terrains lointains et de façon immersive. C'est l'objectif du présent stage.

En particulier, pour la représentation de la Terre, la réalité augmentée permet de visualiser le caractère sphérique ou tridimensionnel des données à représenter. Par exemple, on peut visualiser des cartes de tomographie de vitesse des ondes sismiques, des historiques de la configuration des continents pour comprendre la tectonique des plaques, avec un aspect dynamique (film sur sphères), des représentations des anomalies de gravité, des cartes de température, vitesses de courants maritimes, température de la terre à différentes profondeurs, concentrations des gaz à effets de serre au cours des années, de manière globale. Les explications sur les champs représentés, issus de la communauté de l'ITES et collaborateurs, sont illustrés par la représentation des objets virtuels manipulables à l'aide de téléphones portables standards, de façon similaire à des jeux de réalité augmentée populaires tels « Pokemon Go » ®.

La réalité virtuelle permet de présenter les terrains accessibles aux géologues, et partager les affleurements qui mènent à la compréhension de la Terre de manière immersive.

Le/la stagiaire de Master 2 développera une application immersive de VR qui peut fonctionner sur un casque (tel qu'oculus par exemple), et une application d'AR qui peut tourner sur des téléphones ou tablettes fonctionnant sous un OS courant, tel Android par exemple, afin de créer un objet pédagogique « augmenté » des explications et manipulations d'objets virtuels (terre animée présentant l'évolution et/ou l'intérieur de la terre telle qu'imaginée par la sismologie, et en général la géophysique, ainsi que surface de la Terre imagée par satellites, notamment pour la température / composition).

Le but est de créer un objet pédagogique « augmenté » des explications et manipulations d'objets virtuels :

. Un volet Terre animée présentant l'évolution et/ou l'intérieur de la terre telle qu'imaginée par la sismologie, et en général la géophysique, ainsi que surface de la Terre imagée par satellites, notamment pour la température / composition), en réalité augmentée (AR).

. Catalogue de sismicité issu des travaux des chercheurs de l'ITES, permettant la représentation tridimensionnelle des structures des profondeurs de la Terre, en réalité virtuelle (VR) immersive sur un casque de type oculus.

. Représentation d'images et vidéos 360 issues des travaux de terrain des chercheurs de science de la Terre de l'Institut Terre et Environnement de Strasbourg.

Les données présentées sont issues des travaux de chercheurs de l'ITES, leurs collaborateurs ou sont des données pédagogiques libres d'accès. Elles serviront à développer des outils de vulgarisation pour les animations du Musée de sismologie de l'EOST, pour la Fête de la science, ainsi que pour des animations du Jardin des Sciences et des supports pédagogiques de formations de la Maison pour la Science en Alsace au service des professeurs. Internationalement, elles seront réalisées en collaboration avec des partenaires de l'Université de Cambridge, Paula Koelemeijer, et du centre d'excellence PoreLab de l'Université d'Oslo. Elles seront présentées dans des conférences scientifiques internationales comme l'EGU et l'AGU, dans les sessions dédiées à la vulgarisation et la représentation 3D.

Les thématiques choisies devraient permettre à la fois de visualiser des phénomènes globaux, à l'échelle terrestre, des temps longs, avec des phénomènes à différentes échelles géologiques, ainsi pour l'aspect zone critique et écosphère que l'aspect fini de notre planète, avec des représentations globales, et des évolutions climatiques globales, avec la représentation des températures, fontes de glaces terrestres, évolution de concentrations de gaz à effet de serre.

Le premier type de support, testé lors de la Nuit des Musées 2019 au Musée de Sismologie de l'Université, et lors de la Fête de la Science 2022, est illustré sur les Figures 1 et 2 .

On représentera notamment : Le champ de gravité terrestre, sensible à sa structure interne (le Géoïde), des observables et notions d sismologie, comme les enregistrements globaux de propagation d'ondes sur des réseaux de stations (des « Shakemaps »), des simulations de propagation d'ondes (sismiques ou de gravité, i.e. vagues de tsunami), des modèles de tomographie globale permettant de comprendre l'histoire de la dynamique globale terrestre, des cartes d'anomalies magnétiques, des cartes de température terrestre et de flux de chaleur, des vidéos d'histoire de la tectonique, des visualisations de la convection mantellique.



Fig. 1 : Manipulation virtuelle de la Terre, représentation dynamique de l'historique de la sismicité globale sur 10 ans sur un globe virtuel, test de faisabilité lors de la nuit des Musées 2019 au musée de sismologie. Le participant manipule une image sur une carte filmée par un ordinateur. A l'incrustation écran, un globe terrestre apparaît associé à l'image présentée et tenue à la main. Sur ce globe virtuel défile un catalogue global de sismicité sur 10 ans, présenté comme un film se déroulant sur un globe terrestre.

Un test préliminaire de ce type d'outil est illustré sur la vidéo suivante, avec lien de téléchargement à la fin : <https://pod.unistra.fr/video/28797-virtual-earth-demo-earthvarious/>



Fig. 2 : présentation d'outil pédagogique AR « Earthvarious »

Le deuxième type d'outil envisagé est un outil immersif, permettant de visualiser un champ de données à 360° à l'aide d'un smartphone et/ou un casque de réalité virtuelle. Cet outil a déjà été utilisé avec succès lors de plusieurs fêtes de la Science – cf Fig 3 et 4 ci-dessous.



Figure 3 : illustration d'activité pédagogique avec le public lors de la Fête de la Science 2017, à l'aide d'un casque à bas cout (<15 euros) et d'un smartphone, pour illustrer des activités de terrain de géologie. Photo extraite du compte Twitter de M. Busser, photographe de l'IPHC, lors d'un passage vers l'atelier animé par R Toussaint. Cette photo sera réutilisée pour la communication / le programme de la Fête de la Science 2018.



Fossés d'effondrement par dissolution – subsidence, Dolines, mer Morte (Sinkholes)



Miroir de Faille normale, Mer morte



Figure 4 : Exemple de panneaux disponibles pour le public lors de la Fête de la Science 2017, permettant d'accéder à des affleurements d'intérêt géologique avec un point de vue immersif à 360°.

Des images immersives dont il est question sont visibles sur le site <https://www.360cities.net/profile/renaud-toussaint>

Elles ont notamment servi à réaliser un horizon de Strasbourg pour les spectacles du planétarium de Strasbourg. Dans le présent stage, on propose d'étendre les représentations immersives aux missions d'urgence faites après des tremblements de terre, notamment lors de récentes missions du BCSF ReNaSS de l'EOST après le tremblement de terre de l'Aquila en Italie, ainsi que réaliser des films immersifs pédagogiques sur des objets d'intérêt géologique en Alsace, comme par exemple les résurgences naturelles de pétroles, les massifs gréseux des Vosges du Nord, et les failles en bordure de la plaine alsacienne.

L'autre type de représentations de sites géologiques que l'on mettra en œuvre est une représentation en réalité augmentée, permettant de manipuler l'objet géologique, comme réalisées de façon préliminaire par RT et visibles sur ce site grand public de réalité virtuelle / réalité augmentée :

<https://sketchfab.com/renaud71/models>