

# Visualisation 3D immersive de résultats de simulations numériques couplées (dynamique océanique / cycle du carbone)

## Porteurs du projet :

- **Thierry Duval**, IMT Atlantique – Lab-STICC ([thierry.duval@imt-atlantique.fr](mailto:thierry.duval@imt-atlantique.fr))
- **Laurent Mémery**, LEMAR/IUEM ([laurent.memery@univ-brest.fr](mailto:laurent.memery@univ-brest.fr))

**Mots clés** : Réalité Virtuelle, Représentation 4D, Aide à l'interprétation de résultats de simulations

**Budget demandé** : 3000€ pour financement d'un stage niveau M2 ou équivalent

## Résumé du projet

Fournir un premier prototype d'outil de visualisation 3D interactif et immersif permettant l'exploration de champs 4D et la visualisation croisée de plusieurs variables.

Ces travaux s'appuieront sur un premier démonstrateur réalisé dans le cadre d'une collaboration entre les 2 porteurs du projet, et ils pourraient ensuite se poursuivre au travers d'une thèse.

## Contexte

Ce sujet est en relation avec les activités de recherche menées par le LEMAR dans le but de mieux comprendre et mieux modéliser le fonctionnement de la pompe biologique de carbone. La modélisation numérique de cette pompe se base sur la mise en œuvre et l'utilisation de modèles couplant la dynamique de l'océan et la biogéochimie du carbone et des éléments associés (azote, phosphore, fer, ...). La taille imposante des produits de ces modèles (les équations sont discrétisées sur une grille spatiale de ~ 200x400x50 points), le nombre très important de variables (plusieurs dizaines), associés aux interactions non linéaires multiples entre ces variables, rendent l'analyse des sorties des simulations lourde et « compliquée ».

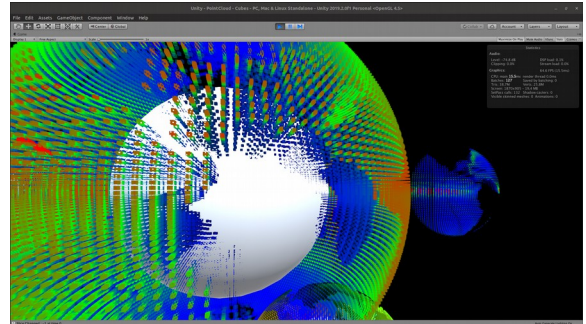
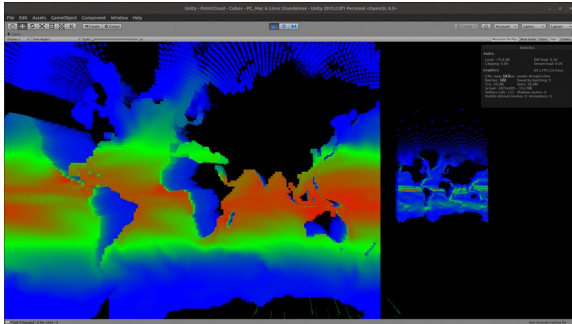
## Objectif du projet

Aider à l'interprétation des sorties de ce type de modèle par l'intermédiaire d'outils de visualisation dynamique 4D (espace 3D + temps). Il s'agit de visiter la « topologie » de la distribution des variables (température, courants, nitrates, chlorophylle, zooplancton, particules détritiques, ...) pour en avoir une vision synoptique, variable dans le temps et en déduire des tendances et structures générales. Cette approche exploratoire doit viser à tester l'hypothèse sous-jacente, à savoir que des outils de visualisation adaptés et efficaces permettent d'apporter une approche complémentaire, non redondante aux outils classiquement utilisés par la communauté des modélisateurs en sciences marines. Basés sur des cartographies de sorties de modèles et sur des statistiques relativement simples, ces outils sont par ailleurs souvent définis a priori et figés, ce qui peut limiter la vision du comportement du système. Il est intéressant de vérifier si une approche alternative permet de faire émerger des caractéristiques non directement accessibles aux approches classiques. Il est important que l'outil mis en place puisse explorer les différents champs 4D d'une manière souple et rapide et dans la mesure du possible puisse considérer simultanément plusieurs de ces champs, leurs variabilités et les liens/corrélations associés. A titre d'exemple, on peut s'intéresser plus particulièrement à des situations « extrêmes » (situations associées à des valeurs de variables qui se trouvent dans les queues de distribution, éventuellement rares). Le projet évoluera de l'étude d'une variable relativement bien connue (comme température ou chlorophylle), vers la visualisation croisée de deux variables et plus. L'outil générique développé devra à terme pouvoir être utilisé sur toutes les variables du système. Il est à noter que ce projet commencera nécessairement par une phase d'« initiation » à l'océanographie et aux cycles biogéochimiques, appuyée en partie sur de la bibliographie, la connaissance de l'objet étudié étant un prérequis au développement d'outils adaptés à l'étude du comportement de l'objet lui-même.

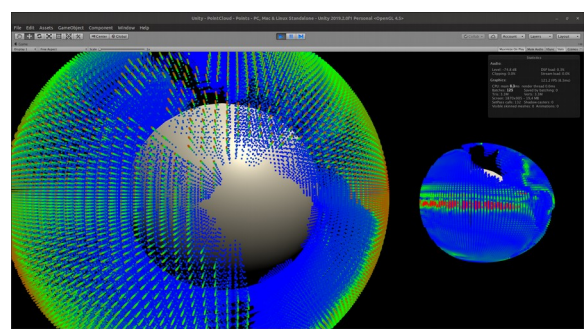
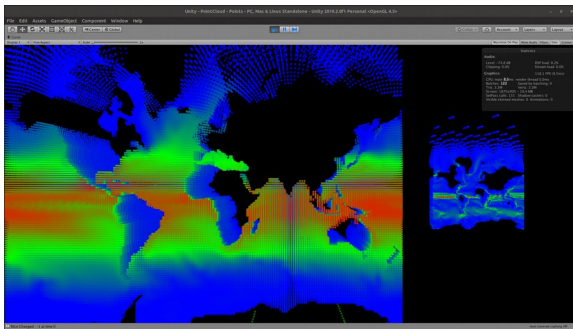
# Visualisation 3D immersive de résultats de simulations numériques couplées (dynamique océanique / cycle du carbone)

Quelques visuels déjà obtenus avec le premier démonstrateur :

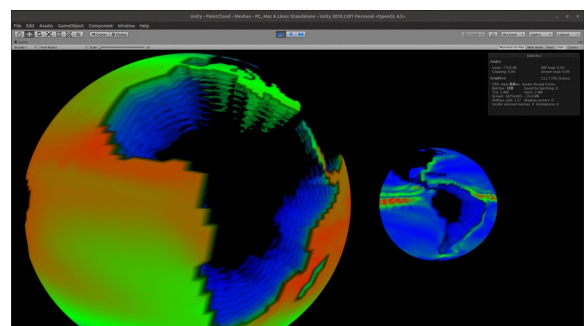
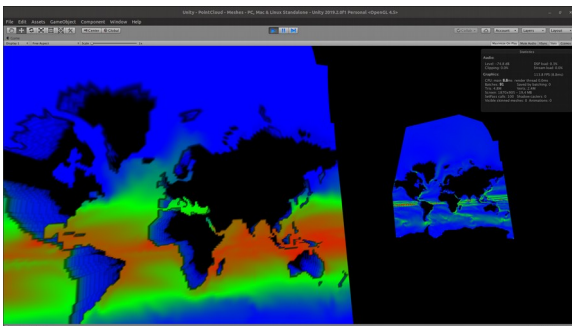
- des nuages de points associés à un shader qui visualise des cubes, pour représenter la température de l'eau (à gauche) et la vitesse des courants (à droite)



- des nuages de points associés à un shader qui visualise des points, pour représenter la température de l'eau (à gauche) et la vitesse des courants (à droite)



- des nuages de points associés à un shader qui visualise des surfaces, pour représenter la température de l'eau (à gauche) et la vitesse des courants (à droite)



- des nuages de points associés à un shader qui visualise des surfaces, pour représenter la salinité de l'eau (à gauche), la température de l'eau (au centre en haut), la vitesse des courants (à droite), et un mix des trois (au centre en bas)

