

## P50 Parallélisation de la méthode FDTD & photonique des diatomées

Encadrant 1 : Kevin HEGGARTY

Département : Optique

Encadrant 2 : Yvon KERMARREC

Département : LUSI

Partenaire extérieur : Pierre-Emmanuel DURAND, [pierre-emmanuel.durand@univ-ubs.fr](mailto:pierre-emmanuel.durand@univ-ubs.fr),

Laboratoire de Biotechnologie et Chimie Marines (EA3884), Université de Bretagne Sud

Mots clés : Programmation parallèle, méthodes numériques, photonique, diatomées, biomimétique

### ● CONTEXTE :

*Les diatomées (fig 1) sont des micro-algues qui possèdent un squelette (frustule) en silice structuré à l'échelle du micron. L'étude des propriétés optiques du frustule est un thème de recherche sur lequel travaille le LBCM (PE Durand). Pour cela des simulations numériques de l'interaction de la lumière avec le frustule sont effectuées à l'aide de la méthode FDTD (Finite Domain Time Difference). Étant données la taille des structures simulées et la résolution nécessaire, ces calculs nécessitent d'utiliser beaucoup de mémoire et de temps. Pour réduire fortement ces deux paramètres, il est nécessaire de faire appel à des techniques de parallélisation. Deux pistes sont actuellement étudiées : l'utilisation d'un cluster (Telecom Bretagne, UBS-IRISA, IFREMER) de calcul travaillant notamment sous MPI (Message Passing Interface) et à l'aide de GPU (Graphics Processing Unit) sous CUDA (Compute Unified Device Architecture).*

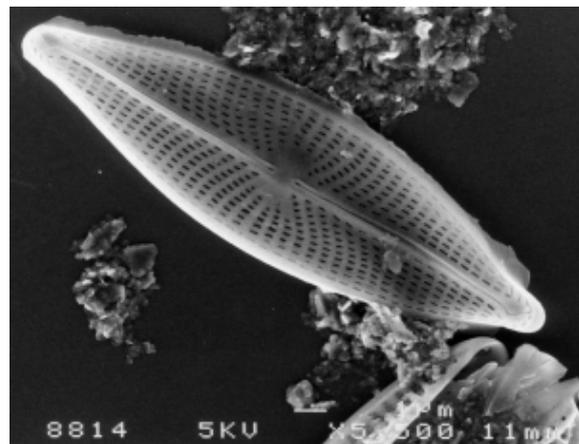
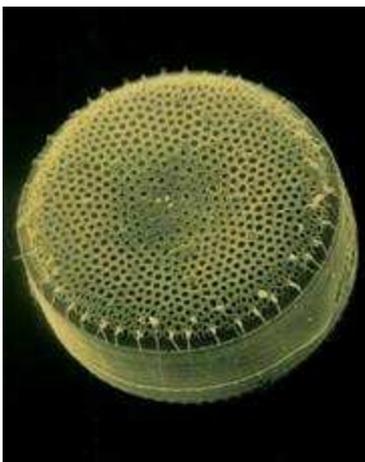


Figure 1: Images obtenues par microscopie électronique de deux exemples de diatomées

● **DESCRIPTIF SUCCINCT DU PROJET :**

*Le but de ce projet est de développer une méthode optimale permettant de simuler l'interaction de la lumière avec le frustule des diatomées de taille réaliste dans un temps de calcul raisonnable avec les moyens de calcul existants (cluster, GPU(Graphics Processing Unit) ...)*

*Les points qui devront être abordés dans ce but sont :*

- Comment paralléliser la méthode FDTD ? Étudier éventuellement une autre méthode.*
- Quelle technique de parallélisation utiliser pour cela : MPI, CUDA ou autre ?*
- Mettre en œuvre ces méthodes et les tester sur un modèle de frustule.*

*L'idée est de partir de codes de calculs existants (MEEP, Xsvit ...), de les évaluer sur un cas pratique, de voir leurs possibilités et limites, pour ensuite développer un code dédié à ce problème en C ou C++. Si ce code développé est pleinement opérationnel, une fabrication de diatomée synthétique simplifiée (bio-mimétique) sera menée dans les salles blanches du Dépt Optique dans le but de vérifier les simulations de l'étape précédente.*

● **LIVRABLES :**

- Rapport sur l'étude de la parallélisation de la FDTD 30 %*
- Rapport sur l'évaluation des codes existants 20 %*
- Développement d'un code source de calcul parallèle utilisant la méthode FDTD 40 %*
- Rapport et démonstration de la simulation de l'interaction de la lumière avec le frustule d'une diatomée 10 %*

● **OBJECTIFS PEDAGOGIQUES :**

A l'issue de ce projet les élèves devraient être capables de :

- Modéliser numériquement les propriétés électromagnétiques de micro- et nano-structures*
- Programmer de façon parallèle la méthode FDTD en C ou C++ sur un cluster*
- Programmer de façon parallèle sur un GPU.*
- Simuler l'interaction de la lumière avec une structure diélectrique*

● **PRE-REQUIS:**

Identifier quelques connaissances utiles au bon déroulement du projet

- Programmation en C, C++*
- Programmation parallèle*
- Notions d'optique et électromagnétisme.*