

# Projet de spécialité Calcul Scientifique

## Déplacements géométriques par diffusion d'une fonction distance, application aux membranes cellulaires.

Emmanuel Maitre

15 avril 2016

### 1 Thème général

Une classe d'algorithmes pour générer des déplacements d'hypersurfaces (courbes en 2D, surfaces en 3D) consiste à alterner deux étapes : construire une fonction distance à l'interface par redistanciation, et convolution par un noyau dépendant du mouvement désiré. Cette deuxième étape correspond à résoudre une équation de type chaleur. Ces algorithmes sont des extensions du célèbre algorithme de Bence, Merriman, Osher (BMO), qui appliquait la convolution à une fonction indicatrice, suivie d'une étape de seuillage. Le type de mouvements qu'il est possible de simuler avec cette classe d'algorithmes comprend les mouvements par courbure moyenne, et plus généralement ceux faisant intervenir des fonctions de la courbure et de ses dérivées.

L'intérêt par rapport à la résolution d'une EDP modélisant directement ce déplacement est que celle-ci est en générale non linéaire, alors que la présente approche ne demande que la résolution d'une équation de type chaleur (l'étape de convolution est en effet équivalente à la résolution d'une telle EDP), ce qui peut être fait très simplement.

### 2 Sujet

Dans ce projet de spécialité, l'objectif sera de comprendre ce type d'algorithmes et de les étendre à des cas non traités dans les articles. Dans un premier temps, on testera les algorithmes de type BMO en les implémentant sous FreeFEM++ (diffusion + seuillage). Puis celui correspondant à la diffusion d'une fonction distance, ce qui impliquera d'implémenter une redistanciation. Après avoir validé ces algorithmes et les avoir comparés sur des mouvements géométriques classiques, on réfléchira à les étendre à d'autres mouvements, qui interviennent notamment en biomécanique cellulaire. Dans ce contexte les membranes sont considérées comme inextensibles et cherchent à minimiser leur courbure moyenne.

Les différentes étapes sont donc

1. Implémentation de l'algorithme BMO diffusion + seuillage et test.
2. Implémentation de l'algorithme diffusion d'une fonction distance + redistanciation et test.
3. Comparaison des deux méthodes.
4. Extension à des mouvements de membranes cellulaires : comment implémenter la condition d'inextensibilité ?

**Documents à télécharger sur le cloud du LJK :**

<https://cloud-ljk.imag.fr/index.php/s/DMyE8AobiRP8y2W>