



HAL
open science

Modèle mécanique de développement de tissus biologiques

Yoann Chélin

► **To cite this version:**

Yoann Chélin. Modèle mécanique de développement de tissus biologiques. Doctiss 2012, Jun 2013, Montpellier, France. hal-00799411

HAL Id: hal-00799411

<https://hal.science/hal-00799411>

Submitted on 12 Mar 2013

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Modèle mécanique de développement de tissus biologiques

Yoann Chélin

Mécanique et génie civil

yoann.chelin@univ-montp2.fr

Directeur de thèse : Bernard Maurin, co-encadrant : Patrick Cañadas

Résumé

Le modèle numérique proposé a pour but de simuler le développement de tissus biologiques épithéliaux et se base sur la mécanique des milieux granulaires (1). Une telle modélisation donne aux cellules « virtuelles » une plasticité de forme et une capacité de libre auto-organisation. Ceci permet de reproduire le comportement mécanique des cellules et leur organisation, résultant en un tissu spécifique tel que celui observé sur l'œuf de *Ciona Intestinalis*.

Mots Clés : Modélisation mécanique, milieux granulaires, tissus biologiques

Introduction

La modélisation des systèmes vivants est complexe au regard des phénoménologies et de la multiplicité des paramètres. Dans le modèle mécanique proposé, les cellules composant l'épithélium et disposées aléatoirement sur la surface d'une sphère peuvent se mouvoir librement. Elles sont représentées par des éléments de matière (« grains ») de taille et de nombre croissants, liés par des actions à distance et de

contact. Cette approche permet de simuler le comportement mécanique des cellules en interaction avec leurs plus proches voisines, comme celui observé biologiquement. La morphogénèse modélisée ici porte sur celle de l'œuf de *Ciona Intestinalis* qui est un modèle classique en biologie du développement.

Résultats

Les tissus résultats des simulations sont étudiés comme les tissus biologiques (2), c'est à dire en comptant le nombre de voisins de chaque cellule (figure 1a) et pour chaque tissu. Les résultats numériques obtenus avec différentes vitesses de croissance permettent de retrouver les observations expérimentales faites sur l'œuf de *Ciona Intestinalis* (figures 1b et 2).

Figure 1 : (a): Tissu numérique issu d'une simulation. Les chiffres sur chaque cellule correspondent à: numéro de la cellule/nombre de ses voisins.

(b): œuf de *Ciona Intestinalis* (3)

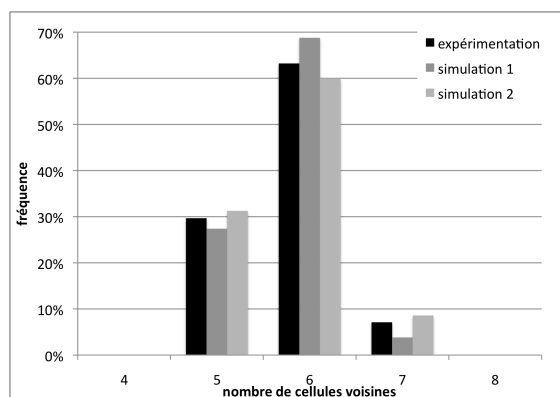
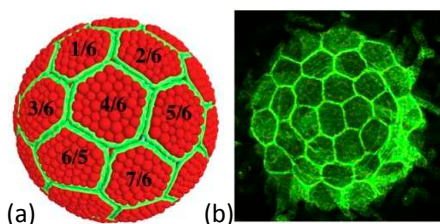


Figure 2 : Fréquence moyenne du nombre de cellules voisines pour différentes séries de résultats.

Conclusion

Cette modélisation permet de générer des tissus virtuels présentant des caractéristiques similaires à celles des tissus biologiques. La dynamique de croissance peut-être contrôlée, ce qui modifie l'organisation du tissu et le nombre moyen de voisins des cellules. Cela donne ainsi la possibilité d'obtenir des topologies analogues à celles observées biologiquement et, par la suite, de tester des paramètres difficilement accessibles à l'expérimentation.

Références

1. C. Voivret, PhysRevLett 102, 178001, 2009.
2. M. C. Gibson, Nature vol. 442, pp. 1038--1041, 2006.
3. K. Azzag, « Origine de la stabilité morphogénétique dans les épithéliums de métazoaires », thèse UM2, p13, 2011.