



HAL
open science

La mécanique des organes “mous” pour planifier, voire guider les gestes chirurgicaux lors d’interventions

Yannick Tillier

► **To cite this version:**

Yannick Tillier. La mécanique des organes “mous” pour planifier, voire guider les gestes chirurgicaux lors d’interventions. Colloque ESI 2016, May 2016, Evry, France. hal-01485661

HAL Id: hal-01485661

<https://hal.science/hal-01485661>

Submitted on 9 Mar 2017

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.

La mécanique des organes «mous» pour planifier, voire guider les gestes chirurgicaux lors d'interventions.

Yannick TILLIER – yannick.tillier@mines-paristech.fr

Il y a différents moyens de classer les matériaux. La propriété fondamentale qui nous intéresse ici est de savoir s'ils sont issus du vivant ou non. De cette propriété dépendent en effet les essais mécaniques qui serviront à caractériser leur comportement mécanique. L'étude du comportement d'un matériau vivant présente un double intérêt : mieux comprendre comment fonctionne un organe ou un tissu pour mieux le réparer ou le remplacer dans le cas d'une lésion (implantologie, prothèse) ou pour modéliser son comportement le plus fidèlement possible au sein d'un simulateur, dans le cadre d'une chirurgie ou médecine assistée par ordinateur (planification opératoire, chirurgie augmentée, à visée pédagogique ...) ou de tout autre type de simulation (prévention routière, balistique ...). Force est de constater que les simulateurs chirurgicaux ont encore du mal à s'imposer, hormis dans quelques niches (planification d'intervention en neurochirurgie, implantologie dentaire ...). Une des raisons majeures invoquées il y a encore quelques années était qu'ils demeuraient en deçà du seuil de réalisme requis. C'est dans ce contexte que nous avons développé un certain nombre d'outils, tant

expérimentaux que numériques qui ont pour objectif commun de permettre une meilleure caractérisation du comportement mécanique des tissus du vivant et de proposer des lois de comportement représentatives de ce comportement afin d'enrichir les codes de calculs numériques. En tenant compte notamment des possibilités offertes par les méthodes d'identification par analyse inverse, nous avons par exemple conçu et réalisé une machine d'essai transportable (« pince rhéobiol »), utilisable à proximité



Figure 2 : Essai d'indentation d'utérus (pince rhéobiol)

d'un bloc opératoire (Figure 1). Il s'agit d'une machine d'indentation dont l'extrémité hémisphérique de 5 mm de diamètre a été choisie de telle sorte qu'elle soit du même ordre de grandeur que celles des pinces chirurgicales utilisées en laparoscopie. Elle a permis entre autre

d'identifier le comportement mécanique de tissus mous tels que l'utérus ou le placenta et d'autoriser ainsi la modélisation d'opérations rencontrées en chirurgie gynécologique [1], spécialité qui se place comme le promoteur historique de la coelioscopie et qui se prête plus facilement à la simulation numérique que la chirurgie ouverte. Plus récemment, une machine de traction biaxiale adaptée aux caractéristiques

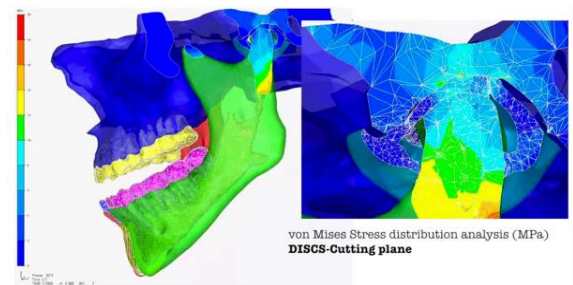


Figure 1 : Modélisation numérique d'une opération de distraction symphysaire. Prédiction des contraintes dans l'articulation temporomandibulaire

mécaniques des tissus mous a été réalisée pour caractériser notamment le comportement hyperélastique anisotrope des valves cardiaques. Une caractérisation fine des propriétés mécaniques des tissus vivants ouvre des perspectives intéressantes en termes de modélisation chirurgicale. Dans le domaine de la chirurgie maxillofaciale, nous nous sommes par exemple récemment intéressés aux modifications des contraintes mécaniques engendrées par une opération de distraction symphysaire au niveau de l'articulation temporo-mandibulaire, afin de déterminer un gradient de distraction optimal et d'éviter la survenue de pathologie articulaire (Figure 2) [2].

- [1] Paccini A, Tillier Y, Delotte J, Saidi-Olivier M, Durand-Reville M, Chenot J-L. Three-dimensional Finite Element Modeling of an Uterus Surgery. *Int J Form Process* 2007;10:125–36. doi:10.3166/ijfp.10.125-136.
- [2] Savoldelli C, Bouchard P-O, Manière-Ezvan A, Bettega G, Tillier Y. Comparison of stress distribution in the temporomandibular joint during jaw closing before and after symphyseal distraction: a finite element study. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2012;41:1474–82. doi:10.1016/j.ijom.2012.06.005.