

Table des matières

Préface	1
Cédric LAURENT	
Introduction	3
Cédric LAURENT	
Chapitre 1. Biomécanique du foie : caractérisations, modélisations et applications cliniques	27
Simon CHATELIN, Philippe GARTEISER et Bernard E. VAN BEERS	
1.1. Anatomie et problématiques cliniques	27
1.1.1. Anatomie détaillée	27
1.1.2. Principales pathologies du foie	29
1.1.3. Principales applications de la biomécanique du foie	30
1.2. Caractérisations biomécaniques expérimentales	31
1.2.1. Caractérisations du parenchyme hépatique	32
1.2.2. Influence du système vasculaire sur la réponse mécanique	36
1.2.3. Influence de la capsule sur la réponse mécanique	37
1.3. Élastographie pour le diagnostic de la fibrose, de la cirrhose, de l'inflammation et des tumeurs hépatiques.	38
1.3.1. Élastographie ultrasonore	38
1.3.2. Élastographie par résonance magnétique	40
1.4. Modélisation mécanique	43
1.4.1. Géométrie et conditions aux limites	43
1.4.2. Lois de comportement	44
1.5. Conclusion et perspectives	47
1.6. Remerciements	47
1.7. Bibliographie	48

Chapitre 2. Biomécanique de la peau : caractérisations, modélisations et applications au scalp	61
Yves VALLET et Cédric LAURENT	
2.1. Anatomie et propriétés de la peau	62
2.1.1. Anatomie et microstructure	62
2.1.2. Caractéristiques mécaniques	63
2.2. Caractérisation des propriétés mécaniques de la peau	65
2.2.1. Caractérisation <i>ex vivo</i>	68
2.2.2. Caractérisation <i>in vivo</i>	70
2.3. Imagerie de la peau	73
2.4. Modélisation du comportement mécanique de la peau	76
2.5. Un cas particulier : le scalp	78
2.5.1. Anatomie et spécificités du scalp	78
2.5.2. Vers la simulation numérique du comportement du scalp	79
2.6. Bibliographie	82
Chapitre 3. Biomécanique de la cornée.	95
Chloé GIRAUDET et Jean-Marc ALLAIN	
3.1. Anatomie et problématique clinique	95
3.2. Caractérisation expérimentale	102
3.2.1. Imagerie	102
3.2.2. Caractérisation mécanique.	105
3.3. Modélisation du comportement mécanique	119
3.4. Biomatériaux	121
3.5. Remerciements	122
3.6. Bibliographie	122
Chapitre 4. Modélisation biomécanique de la langue humaine	129
Maxime CALKA, Pascal PERRIER, Michel ROCHETTE et Yohan PAYAN	
4.1. Introduction	129
4.2. Anatomie de la langue : environnement, topologie et partitionnement	130
4.3. État de l'art sur la modélisation biomécanique de la langue humaine	132
4.4. Notre modèle 3D par éléments finis de la langue humaine	134
4.4.1. Géométrie et maillage	134
4.4.2. Lois de comportement	135
4.4.3. Conditions aux limites	137
4.5. Simulations numériques	138
4.5.1. Simulations transitoires	138
4.5.2. Activations temporelles des muscles de la langue	138
4.5.3. Déplacements de la langue	140

4.5.4. Trajectoires de la langue	140
4.6. Discussion	145
4.7. Perspective : réduction de modèle pour la simulation en temps réel.	146
4.8. Conclusion	146
4.9. Bibliographie	147

Chapitre 5. Caractérisation biomécanique du disque de l'articulation temporo-mandibulaire 151

Lara TAPPERT, Adrien BALDIT et Pawel LIPINSKI

5.1. Description anatomique et géométrique de l'articulation temporo-mandibulaire et de ses disques	152
5.1.1. L'articulation temporo-mandibulaire	152
5.1.2. Le disque de l'articulation temporo-mandibulaire.	154
5.2. Biomécanique du disque de l'articulation temporo-mandibulaire	160
5.2.1. Les essais biomécaniques sur le disque de l'articulation temporo-mandibulaire	163
5.2.2. La simulation de l'articulation temporo-mandibulaire	173
5.3. Les perspectives sur l'étude du disque de l'articulation temporo-mandibulaire	176
5.4. Bibliographie	177

Chapitre 6. Biomécanique du disque intervertébral 183

Pascal SWIDER

6.1. Introduction.	183
6.2. Anatomie du rachis, du disque et problématiques cliniques	184
6.2.1. Anatomie du rachis	184
6.2.2. Anatomie du disque et problématiques cliniques	187
6.2.3. Discussion sur quelques problématiques cliniques	188
6.2.4. Propriétés mécaniques structurales du disque intervertébral.	191
6.2.5. Propriétés de transport du disque intervertébral	193
6.3. Modélisation du disque intervertébral	194
6.4. Disque intervertébral et stratégies thérapeutiques	198
6.5. Conclusion et perspectives.	198
6.6. Bibliographie.	199

Chapitre 7. Biomécanique du ligament croisé antérieur (LCA) 207

Cédric LAURENT

7.1. Introduction : physiologie et pathologies du LCA	207
7.1.1. Anatomie et microstructure	207

7.1.2. Fonction du LCA	209
7.1.3. Problématiques cliniques	210
7.2. Caractérisation mécanique du LCA.	212
7.2.1. Caractérisation <i>ex vivo</i> des propriétés mécaniques du LCA	212
7.2.2. Définitions des sollicitations physiologiques.	214
7.3. Modélisation biomécanique du LCA.	218
7.3.1. Lois de comportement	218
7.3.2. Intégration dans des simulations numériques.	221
7.4. Vers l'ingénierie tissulaire du LCA.	223
7.4.1. Cahier des charges et défis	223
7.4.2. État de l'art.	224
7.4.3. Exemple de solution issue d'une démarche numérique.	225
7.4.4. Vers l'ingénierie d'un complexe os-LCA-os	228
7.5. Bibliographie.	228

Chapitre 8. Mécanorégulation dans les tissus mous : application aux calcifications artérielles 243

Madge MARTIN, Claire MORIN et Stéphane AVRIL

8.1. Introduction.	243
8.1.1. Contexte	243
8.1.2. Structure des parois des grandes artères élastiques	244
8.1.3. Mécanique des parois dans les grandes artères élastiques	246
8.2. Mécanorégulation des artères	248
8.2.1. Le mécanostat	248
8.2.2. Mécanotransduction par les cellules artérielles	250
8.2.3. Mécanosome vasculaire	251
8.2.4. Molécules mécano-régulées contrôlant le remodelage vasculaire.	254
8.3. Biochimie de la calcification médiale artérielle (AMC).	257
8.3.1. Mécanismes de l'AMC.	259
8.3.2. AMC : une perturbation du mécanostat ?	263
8.3.3. Perspectives sur la modélisation en biologie des systèmes de l'AMC dans la CKD-MBD.	264
8.4. Conclusion	273
8.5. Glossaire	274
8.6. Bibliographie.	275

Chapitre 9. Biomécanique du tissu osseux et de ses interactions avec les tissus environnants. 289

Émilie SAPIN-DE BROSSES et David MITTON

9.1. Introduction.	289
----------------------------	-----

9.2. Anatomie et physiologie de l'os, de l'échelle macroscopique à l'échelle moléculaire	290
9.2.1. Le squelette humain	290
9.2.2. Os cortical et os spongieux	290
9.2.3. Microstructure de l'os cortical et spongieux	291
9.2.4. Les cellules osseuses et leurs fonctions	293
9.2.5. L'os à l'échelle moléculaire.	294
9.3. Imagerie des tissus osseux et principales caractéristiques morphologiques	295
9.4. Comportement mécanique de l'os et méthodes de caractérisation. . . .	298
9.4.1. Conservation, température, hydratation : des facteurs clés pour la mesure des propriétés mécaniques des tissus biologiques	298
9.4.2. Caractérisation des structures osseuses à l'échelle macroscopique : données mécaniques accessibles et méthodologies mises en œuvre	299
9.4.3. Comportement élastique linéaire anisotrope des tissus osseux . .	302
9.4.4. Visco-élasticité des tissus osseux.	306
9.4.5. Endommagement des tissus osseux et mécanique de la rupture. .	306
9.5. Interactions du tissu osseux avec les tissus environnants et implications cliniques	307
9.5.1. Interface os-moelle osseuse : implication dans l'ostéoporose et les tumeurs osseuses	307
9.5.2. L'os sous-chondral : un acteur majeur dans l'évolution de l'arthrose	308
9.6. Conclusion et perspectives.	311
9.7. Bibliographie.	312
Conclusion	321
Cédric LAURENT	
Liste des auteurs	341
Index	343