

Sommaire

Introduction générale	- 1 -
Chapitre I : Structure Osseuse et Biomécanique du Système de la colonne vertébrale	
I.1. Introduction	2
I.2. Bref historique	2
I.3. Domaines d'application de la biomécanique	4
I.4. Structure et comportement mécanique de l'os humain	6
I.4.1. Os cortical ou compact	7
I.4.2. Os spongieux ou trabéculaire	8
I.5. Comportement mécanique de l'os	8
I.6. Conclusion	9
Chapitre II : Anatomie et physiologie du rachis	
II.1. ANATOMIE DESCRIPTIVE DU RACHIS LOMBAIRE	11
II.1.1. Les plans de référence	11
II.1.2. La Colonne vertébrale	12
II.1.3. Les disques intervertébraux	13
II.1.4. Le rachis humain	15
II.1.4.1. Le Rachis lombo-sacré	15
II.1.4.2. Le rachis lombaire	16
II.1.4.3. Les vertèbres thoraciques	17
II.1.4.4. Les vertèbres cervicales	19
II.1.4.5. Le rachis sacré ou sacrum	20
II.1.4.6. Le rachis coccygien ou coccyx	21
II.1.5. Le Bassin	21
II.1.6. Les articulations intervertébrales	22
II.1.6.1 Le disque intervertébral	22
II.1.6.2. Les articulations zygapophysiales	23
II.1.6.3. Les ligaments périphériques	23
II.1.6.3.1. Le ligament longitudinal antérieur	23
II.1.6.3.2. Le ligament longitudinal postérieur	23
II.1.6.3.3. Les ligaments de l'arc postérieur	24
II.1.6.3.3.1. Le ligament jaune	24
II.1.6.3.3.2. Le ligament supra-épineux	24
II.1.6.3.3.3. Les ligaments interépineux	24
II.1.6.3.3.4. Les ligaments intertransversaires	24
II.1.6.3.3.5. Le ligament ilio-lombaire	24
II.1.7. Le système musculaire	25
II.1.8. Aspects vasculaires et neurologiques	26
II.1.9. Les efforts appliqués au rachis dorso-lombaire	27
II.1.9.1. Charges physiologiques observées dans le rachis lombaire	27
II.1.10. Hernies discales	28

II.1.11. Ostéoporose	29
II.1.12. Les implants rachidiens	29
II.1.12.1. Introduction	29
II.1.12.2. Les systèmes d'ostéosynthèse	29
II.1.12.2.1. Les systèmes à tiges	31
II.1.12.2.2. Les plaques	31
II.1.12.2.3. Les cages intersomatiques	31
II.1.12.2.4. La prothèse discale	32
II.1.13. Les différents types des prothèses pro discal	32
II.1.14. Conclusion	33
Chapitre II : Caractéristiques mécaniques des matériaux constituant l'articulation intervertébrale	
III.1. Caractéristiques mécaniques des matériaux constituant l'articulation intervertébrale	35
III.1.1. Introduction	35
III.1.2. Tissu cortical	35
III.1.3. Tissu spongieux	37
III.1.4. Tissu discal	38
III.1.5. Tissu ligamentaire	41
III.2. Cinématique articulaire	43
III.3. Mobilité du rachis lombaire	44
III.3.1. Amplitudes des mobilités intervertébrales thoraciques avec lombo-sacré.	46
III.4. Conclusion	48
Chapitre IV : Étude et Analyse des efforts excentrés appliqués à la colonne vertébrale	
IV.1. Étude et Analyse des efforts excentrés appliqués à la colonne vertébrale	50
IV.1.1. Introduction	50
IV.1.2. Modèles élastiques linéaires isotropes décrivant le comportement de la colonne vertébrale (DVI)	50
IV.1.3. Géométrie et modèle 3D de la colonne vertébrale	51
IV.1.3.1. La colonne vertébrale (lombaire + 2 vertèbres thoraciques)	51
IV.1.4. Construction du modèle de la colonne vertébrale	52
IV.1.4.1. Les vertèbres	52
IV.1.4.2. Le sacrum	54
IV.1.4.3. Les disques intervertébraux et les nucleus	55
IV.1.4.4. Les composantes du rachis lombaire	58
IV.1.5. Modélisation numérique de la colonne vertébrale (lombaire + 2 vertèbres thoraciques)	59
IV.1.5.1. Introduction	59
IV.1.6. Modélisation par éléments finis	62
IV.1.6.1. Introduction	62
IV.1.6.2. Application aux modèles numériques	63
IV.1.6.3. Définition du problème	63
IV.1.6.3.1. Conditions aux limites	63
IV.1.7. Les différents cas de chargement	64

IV.1.8. États de l'interface	66
IV.1.9. Sélection des équations constitutives	66
IV.1.9.1. L'os vertébral	66
IV.1.9.2. Le disque intervertébral	66
IV.1.9.3. Le ligament	66
IV.1.9.4 Propriétés des matériaux utilisés dans l'étude	66
IV.1.10. Modèle d'éléments finis	67
IV.1.10.1. Maillage	67
IV.1.10.2. Maillage des différents composants	68
IV.1.11. Statistiques	70
IV.1.11.1. Distributions des contraintes dans les disques intervertébraux	71
IV.1.12. Chargement postérieur	72
IV.1.12.1. Explication de modèle mécanique	74
IV.1.12.2. Contraintes dans les disques intervertébraux (DIV)	75
IV.1.12.3. Contraintes dans le disque D_1	76
IV.1.12.4. Déformation dans les disques intervertébraux (DIV)	76
IV.1.12.5. Déformations dans le disque D_1	77
IV.1.13. Chargement antérieure	78
IV.1.13.1. Explication du modèle mécanique	78
IV.1.13.2. Contraintes dans les disques intervertébraux (DIV)	81
IV.1.13.3. Contraintes dans le disque D_1	82
IV.1.13.4. Déformations dans les DIV	82
IV.1.13.5. Déformations dans le disque D_7	83
IV.1.13.6. Comparaison des contraintes dans les DIV	85
IV.1.13.7. Comparaison des déformations dans les DIV	86
IV.1.13.8. Comparaison entre les trois cas	87
IV.1.14. Chargements composés (antérieur + postérieur)	88
IV.1.14.1. Explication de modèle mécanique	89
IV.1.14.2. Contraintes dans les DIV	90
IV.1.14.3. Contraintes dans le disque D_1	91
IV.1.14.4. Déformations dans les DIV	91
IV.1.14.5. Déformations dans le disque D_7	92
IV.1.14.6. Comparaison entre les trois cas de chargement	94
IV.1.15. Chargement latéral	96
IV.1.15.1. Explication de modèle mécanique	97
IV.1.15.2. Contraintes dans les DIV	98
IV.1.15.3. Contraintes dans le disque D_6	99
IV.1.15.4. Déformations dans les DIV	99
IV.1.15.5. Déformations dans le disque D_7	100
IV.1.16. Chargement latéral (gauche = droite).	102
IV.1.16.1. Explication de modèle mécanique	103
IV.1.16.2. Contraintes dans les DIV	104
IV.1.16.3. contraintes dans le disque D_7	105
IV.1.16.4. Déformations normales dans les DIV	106

IV.1.16.5. Déformations dans le disque D ₇	107
IV.1.17. Chargement latéral (gauche ≠ droit)	110
IV.1.17.1. Explication de modèle mécanique	111
IV.1.17.2. Contraintes dans les DIV	111
IV.1.17.3. Contraintes dans le disque D ₆	112
IV.1.17.4. Déformations dans les DIV :	113
IV.1.17.5. Déformations dans les deux disques D ₇ et D ₅	114
IV.1.18. Chargement postérieur (enfant)	117
IV.1.18.1. Explication de modèle mécanique	117
IV.1.18.2. Contraintes et déformations dans les disques intervertébraux	120
IV.1.18.3. Contraintes et déformations dans le disque D ₇	120
IV.1.18.4. comparaison des résultats des contraintes	120
IV.1.18.5. Comparaison des résultats de déformations	121
IV.1.19. Force antérieure	122
IV.1.19.1. Explication de modèle mécanique	122
IV.1.19.2. Contraintes normales dans les DIV	122
IV.1.19.3. Contraintes dans le disque D ₁	123
IV.1.19.4. Déformations élastiques normales dans les DIV	125
IV.1.19.5. Déformations dans le disque D ₁	125
IV.1.20. Chargement antérieur (femme enceint)	126
IV.1.20.1. Explication de modèle mécanique	127
IV.1.20.2. Contraintes dans les DIV	128
IV.1.20.3. Contraintes dans le disque D ₁	129
IV.1.20.4. Déformations dans les DIV	130
IV.1.20.5. Déformations dans le disque D ₆	131
IV.1.21. La compression	134
IV.1.21.1. Explication de model mécanique	134
IV.1.21.2. Contraintes dans les DIV	135
IV.1.21.3. Contraintes dans les disques D ₇ et D ₅	137
IV.1.21.4. Déformations dans les DIV	138
IV.1.21.5. Déformations dans le disque D ₇	139
IV.1.21.6. Comparaison entre les trois cas de chargements	140
IV.1.22. La torsion	141
IV.1.22.1. Explication du model mécanique	141
IV.1.22.2. Contraintes de cisaillement dans les DIV	143
IV.1.22.3. Contraintes de cisaillement dans le disque D ₁	144
IV.1.22.4. Déformations élastiques de cisaillement dans les DIV	144
IV.1.22.5. Déformations élastique de cisaillement dans le disque D ₁	145
IV.1.22.6. Conclusion	146
Conclusion générale	147
Lexique	a
Annotations	c
Tables des figures	A
Tables des tableaux	H

