

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION GENERALE

Chapitre I : A) description du rachis

1.1 Introduction.....	1
1.2 Plans de référence.....	2
I.2. Le rachis dans son ensemble.....	2
I.2.1 Posture rachidienne.....	4
I.2.2 Vertèbres et bassin.....	5
I.2.3.1 Bassin.....	5
I.2.3.2 vertèbres lombaires.....	7
I.2.3.3 vertèbres thoraciques et thorax.....	7
I.3. Le rachis cervical.....	7
I.3.1 les structures osseuses.....	7
a) occipital C ₀	8
b) atlas C ₁	10
c) axis C ₂	11
d) les vertebres cervicales type C3 à C7.....	11
I.3.2 dimensions des vertèbres cervicales.....	12
I.3.3 Les disques intervertébraux.....	13
I.3.4 Les ligaments.....	15
I.3.5 Les muscles.....	17
a) muscles rachidiens céphaliques.....	17
I.4. spécificités du comportement du cou.....	22
I.4.1 propriétés du comportement du cou.....	22
I.4.1.1 comportement non linéaire.....	22
I.4.1.2 comportement visco-élastique.....	22
I.4.1.3 vertèbres.....	23
I.4.1.4 Le disque intervertébral.....	24
I.4.1.5 Les ligaments.....	25
I.4.1.5 Les muscles.....	25
I.5. comportement d'une unité vertébrale fonctionnelle.....	25
B) Méthode de planification des expériences	
I.6. Méthode de planification extrémale des expériences.....	27
I.6.1 introduction.....	27
I.6.2 plans d'expériences.....	28
I.6.1.1 Le plan d'expériences du premier ordre.....	28
a) plan d'expériences de type 2 ^k	28
b) plan d'expériences de type 2 ^{k-p}	28

/6.1.2 Le plan d'expériences du deuxième ordre.....	29
a) plan d'expériences de type 3^k	29
b)) plan d'expériences de type 2^k3^k	30
/6.1.3 Le modèle mathématique.....	31
/6.1.4 analyse de régression.....	31
C) silicone	
/7. silicone élastomère.....	32
/8 Conclusion.....	33

Chapitre II : Partie expérimentale

II.1. Introduction.....	
II.2. Analyse bibliographique étiologies et mécanismes de l'usure chez l'être humain.....	35
II.3. L'usure par fatigue.....	40
II.4. Analyse bibliographique sur le remplacement du disque intervertébral....	41
II.4. Partie expérimentale.....	42
II.4.1 Distribution des poids des têtes.....	43
II.4.2 présentation de la 1 ^{ère} expérience.....	44
II.4.2.1-Description du 1 ^{er} banc d'essai.....	45
II.4.2.2-Méthode de planification extrême des expériences.....	47
II.4.2.3-Caractéristiques des paramètres d'expérimentation.....	48
II.4.2.4-Exécution des expériences.....	50
II.4.2.5- Résultats et interprétations.....	51
a) cas particulier.....	52
II.4.3. présentation de la 2 ^{ème} expérience.....	54
II.4.3.1- Description du 2 ^{ème} banc d'essai.....	55
a) caractéristiques des paramètres d'expérimentation.....	57
b) Matériaux utilisés.....	57
II.4.3.2-Exécution des expériences.....	58
II.4.4 Résultats et discussions.....	59
II.4.5 détermination de la durée de vie du silicone.....	60
II.6. Conclusions	61

Chapitre III : Modélisation géométrique

III.1. introduction.....	67
III.2. Analyse bibliographique.....	68
III.3. Matériel et méthode.....	69

III.4. Méthode des éléments finis.....	72
III.4.1 Formes d'éléments classiques.....	73
a) Éléments à une dimension.....	73
b) Éléments à deux dimensions	74
III.4.2 Éléments de référence.....	74
a) éléments rectangulaires.....	75
a) éléments cubiques.....	77
b) éléments triangulaires.....	77
III.5. méthodes des éléments finis en élasticité.....	79
III.6. Modèles biomécaniques.....	84
III.6.1 type d'éléments à considérer dans notre simulation.....	84
III.7. Conclusion.....	85

Chapitre IV : Modélisation numérique par les éléments finis

IV.1.Introduction.....	86
IV.2. Modélisation par éléments finis.....	87
IV.3. propriétés des matériaux.....	89
IV.4. Concentrations de contraintes.....	92
IV.4.1 contraintes de compression.....	92
IV.4.2 Déplacement sous la pression.....	95
IV.5. Influence de la charge de compression sur le disque.....	96
IV.6. Influence de la charge de compression Sans disque nucleus.....	97
IV.7. Influence du moment sagittal sur le disque.....	98
IV.8. Influence du moment axial sur le disque.....	99
IV.9. Influence du moment latéral sur le disque.....	100
IV.10. Variation de contraintes sous l'effet de la flexion sagittale.....	101
IV.11. Variation des contraintes sous l'effet de la flexion latérale.....	103
IV.12. Variation des déplacements sous l'effet de la flexion latérale.....	103
IV.13. Variation de contraintes sous l'effet de la torsion.....	104
IV.14. Variation de déplacements sous l'effet de la torsion.....	104
IV.15. Validation des résultats.....	105
IV.16. Conclusion.....	106
conclusion générale et perspectives	107
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	110
Annexe A : Algorithme de calcul.....	113
Annexe B : Poids des têtes.....	116