

MODELISATION DE L'USURE INTERVERTEBRALE CERVICALE C5/C6, PAR LA METHODE DE PLANIFICATION EXTREMALE DES EXPERIENCES.

Mohammed BENDOUKHA, Ahmed HEBBAR

Laboratoire de Modélisation Numérique et Expérimentale des Phénomènes Mécaniques.
Département de mécanique, université Ibn Badis de Mostaganem
Courriel : bendoukham@yahoo.fr

Communication soumise au JENM 2011
Thème A : Mécanique des contacts et tribologie

Mots clés : méthodes des plans d'expériences, vertèbres cervicales, usure, cervicarthrose.

I-RESUME

Les méthodes statistiques de planification extrême des expériences, sont très utilisées actuellement dans tous les domaines de la recherche scientifique, car elles présentent une multitude d'avantages parmi ces derniers, on peut citer : la laboration des modèles mathématiques décrivant le comportement du phénomène étudié avec une grande précision d'une part, et de l'autre c'est la possibilité d'avoir une interaction entre plusieurs paramètres influents contrairement aux autres méthodes mathématiques connues.

Nous avons appliqué ces méthodes à l'étude des effets tribologiques inter-apophysaire d'une unité vertébrale fonctionnelle (U.F) C5/C6 faisant partie du rachis cervical. Pour ce faire nous avons réalisé un banc d'essai sur lequel nous avons choisi les paramètres les plus prépondérants (vitesse, angle intervertébral, et charge) et nous avons quantifié les surfaces usées obtenues au contact de l'os sur le silicone. En utilisant la méthode de planification des expériences nous avons élaboré le modèle mathématique décrivant le phénomène tribologique, objet de cette contribution.

II-Expérimentation

II.I-Etude de la distribution des poids des têtes

L'étude statistique des poids des têtes de 200 personnes dont l'âge est situé entre 20 et 60 ans a permis d'obtenir la distribution suivante :

A travers les courbes obtenues, nous avons abouti à ce que la fréquence relative atteint son maximum pour la classe 5, autrement dit pour des sujets ayant des poids de leurs têtes aux environs de 5 kg. Ceci nous permettra d'affirmer que c'est cette valeur que nous allons prendre en considération pour analyser le plan de charge que subiront les vertèbres cervicales

II.II- modèle d'usure interapophysaire

Nous avons réalisé un banc d'essai sur lequel nous avons réalisé nos expériences. Ce dernier se compose de deux parties cylindriques dans lesquelles nous avons logé deux vertèbres

fixées chacune sur une partie. Un axe vertical soudé à la partie supérieure nous permettant de placer les charges correspondant aux poids des têtes et aux charges éventuelles portées par ces dernières. Les rotations d'angle (X_2), d'une verticale sur l'autre, dans les plans horizontal et vertical sont assurées par le mouvement de translation alternatif du coulisseau de l'outil limeur sur une course de 90 mm; affecté du paramètre (X_1) matérialisant les vitesses respectives 34 et 72 coups/mn.

Les charges appliquées (X_3) au système sont au nombre de trois (30 N, 60 N et 90 N). Le matériau utilisé en substitution du disque intervertébral est le silicone lastomère ayant comme caractéristiques: une dureté 60 HRC et une résistance à la traction de 6.5 MPa

Parameters	Unit	- 1	0	1	ΔX_i
Speed of sliding piece (X_1)	Steep/min	34	53	72	19
Angle (X_2)		0	9	18	9
Load (X_3)	N	30	60	90	30

Tableau 1 : les paramètres influents

IV. Résultats et interprétations :

Considérant uniquement les coefficients de régression significatifs répondant aux conditions du test de Student, le modèle aura la forme:

$$Y(X_i, \beta_i) = 19.80 + 1.668X_1 + 1.607X_2 + 2.5X_3 + 1.093X_2X_3 - 1.704X_3^2$$

La valeur expérimentale du critère de Fischer est $F_{exp} = 1,385$; Le modèle (2) d'critère donc le phénomène d'une manière adéquate.

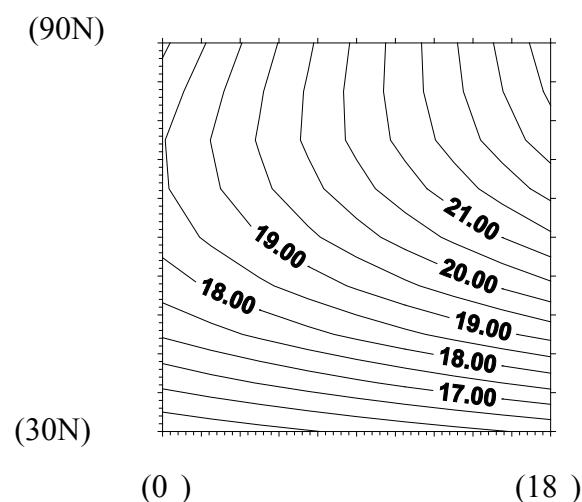


FIG.1- effets de l'angle et la charge sur l'usure en maintenant la vitesse moyenne ($X_1=0$)

V. Conclusions :

Nos expériences nous ont permis d'aboutir à un modèle mathématique décrivant l'usure du cartilage adhérentement, tout en montrant les interactions entre les paramètres influents, les surfaces de réponses obtenues nous permettent de conclure que les mouvements intervertébraux en présence des charges accélèrent le phénomène d'usure.

Nous avons aussi montré que les trois paramètres pondérés choisis, ont un effet notable sur l'usure des disques. En effet, la charge et les mouvements surtout anormaux, avec des vitesses variables sont les principales causes des maladies du rachis cervical, dont on pourra citer les myélopathies cervicales et en particulier la cervicarthrose