

Gestion des incertitudes en conception architecturale : application à un implant intervertébral

Auteurs : Hanen Oueslati *, Claire Guillebaud, Yann Ledoux, Denis Teissandier, Sidi Mohammed Elachachi

Laboratoire : I2M Bordeaux.

Résumé :

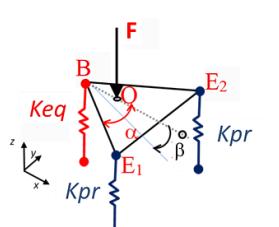
La phase de conception architecturale correspond à l'étape au cours de laquelle le problème de conception est défini et structuré. Cette phase est critique, car les décisions prises à ce stade orientent l'ensemble du processus de conception. De plus, elle est affectée par des incertitudes aléatoires et épistémiques qui influencent la solution finale. Leur identification et leur intégration sont essentielles pour soutenir les choix du concepteur.

Cette étude compare deux méthodes de structuration en conception architecturale, appliquées au même cas d'étude : la méthode OIA (Observation–Interprétation–Agrégation) et la méthode développée par Ashby. Le cas d'étude concerne la conception sous incertitudes d'un implant intervertébral destiné à restaurer la mobilité lombaire après une dégénérescence discale.

L'implant est modélisé à partir de son comportement mécanique afin d'évaluer l'effet des variables de conception et de leurs incertitudes sur la réponse du système. Trois variables sont considérées : la longueur des vis notée L_E , l'angle d'implantation notée α et la rigidité de l'implant notée Kpr . Les paramètres sont représentés par des distributions normales à partir desquelles des échantillons sont générés à l'aide de la méthode de Monte Carlo. Les réponses du système, en particulier l'angle de déviation β et le déplacement vertical ΔE , sont évaluées pour différentes postures.

Les méthodes sont analysées selon leur capacité à gérer les incertitudes, à organiser les informations disponibles et à guider la recherche de solutions adaptées à la condition pathologique du patient tout en respectant les contraintes imposées. Cette étude se concentre sur la manière dont chaque méthode structure le problème de conception et soutient le processus de décision en présence d'incertitudes.

Mots-clés : conception sous incertitudes, conception architecturale, méthode OIA, méthode d'Ashby, implant intervertébral, prise de décision.



F: applied compressive load
 K_{eq} : equivalent stiffness of the spinal segment
 K_{pr} : equivalent stiffness of the intervertebral implant
 L_{eq} : distance between points B and O
 L_{pr} : distance between point B and points E_i
 α : pedicle screws insertion angle
 β : deviation angle of the loaded implant
 ΔE : vertical displacement at point E_i

Figure 1 – Modèle mécanique équivalent de l'implant.

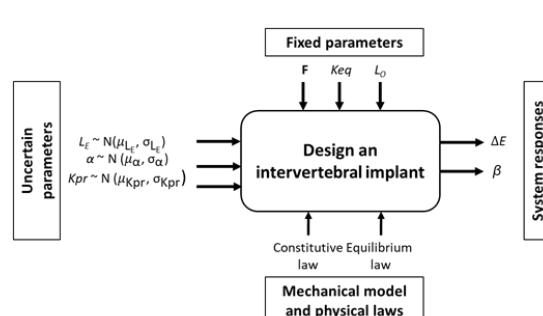


Figure 1 – Paramètres d'entrée et de sortie de la conception de l'implant selon le formalisme IDEF0.