

Modélisation numérique de l'assise médicale spécifique à la formation d'escarres de pression

He Thong BUI^a, Philippe LESTRIEZ^b, Karl DEBRAY^c, Didier PRADON^d

- a. Université de Reims Champagne Ardenne, GRESPI/MAN, Reims, France,
he-thong.bui@etudiant.univ-reims.fr
- b. Université de Reims Champagne Ardenne, GRESPI/MAN, Reims, France,
philippe.lestriez@univ-reims.fr
- c. Université de Reims Champagne Ardenne, GRESPI/MAN, Reims, France,
karl.debray@univ-reims.fr
- d. Hôpital Universitaire Raymond Poincaré, Laboratoire d'Analyse du
Mouvement, Garches, France
didier.pradon@aphp.fr

Résumé:

Cet article, propose un modèle éléments finis 3D d'un fessier humain en contact avec un coussin en nid d'abeille à base de thermoplastique polyuréthane (TPU). L'objectif est d'étudier la pression à l'interface fessier/coussin, afin d'améliorer le confort du patient se déplaçant en fauteuil roulant, en particulier dans le cadre de la prévention d'escarres. Pour différents cas de figures de coussins disponibles sur le marché, les résultats numériques démontrent que le coussin à base de TPU est un des coussins les plus appropriés et adaptés pour réduire la formation d'escarres.

Abstract:

This paper proposes a 3D FE model of a half buttock human that contact to a honeycomb cushion which is made from thermoplastic polyurethane (TPU). The purpose of this paper is to study of pressure at the buttock/cushion, to improve the comfort for patients in wheelchairs, particularly in the context of the prevention of ulcers. For different cases of cushions that are available on the market, the numerical results indicate the honeycomb cushion (based TPU) is more suitable and adaptable to reduce the formation of pressure ulcers.

Mots clés: Coussin, fessier, nid d'abeille, escarre, éléments finis, fauteuil roulant

L'étude de l'inconfort d'un coussin d'assise est un point de recherche important dans le cadre de nombreux domaines tels que l'automobile, l'aviation, le médical... Pour les personnes handicapées, les problèmes quotidiens d'assise de longue durée peuvent occasionner une certaine gêne et causer des pathologies cutanées appelées escarres. En particulier, les pressions dues au chargement qui apparaissent principalement entre les tubérosités ischiatiques et les tissus mous, sont essentiellement dues aux problèmes de contact, de friction et à la chaleur à l'interface fessier/coussin.

Ce problème a été étudié par différents auteurs qui exploitent la distribution des contraintes à l'interface fessier/coussin avec des modèles éléments finis bi ou tridimensionnels [1, 2, 3, 4]. Cependant, ces études ne prennent pas en compte les pressions qui apparaissent sur le fessier et génèrent des escarres.

Ce travail, propose un modèle éléments finis 3D (logiciel Abaqus) afin de modéliser le problème d'assise d'un fauteuil roulant, entre un fessier humain et un coussin en nid d'abeille à base de thermoplastique polyuréthane (TPU) [6, 7]. Le principal objectif est d'estimer au mieux la distribution des pressions et des déformations à l'interface fessier/coussin, afin de montrer l'apport en termes de confort de ce type de coussin par rapport à d'autres, dans le cadre de la prévention des escarres.

Deux modèles hyper-viscoélastiques appropriés aux matériaux concernés ont été utilisés. Le modèle de fessier retenus s'appuie sur la norme ISO 16840-2 (2007) [8]. Le modèle de fessier utilisé est un modèle "Zygote HumanFactors" associé à la position assise avec un repose-pieds [9] (figure 1).

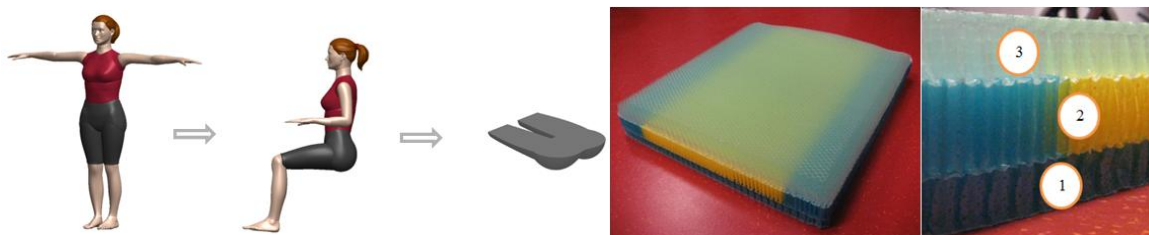


Figure 1: Zone fessière d'un modèle Zygote et le coussin nid d'abeille en TPU

Le coussin modélisé, de marque « Stimulite® HoneycombCushion » est constitué de trois couches en nid d'abeilles hexagonales (figure 1). La figure 2 illustre le modèle éléments finis 3D demi-fessier/coussin que nous avons développé.

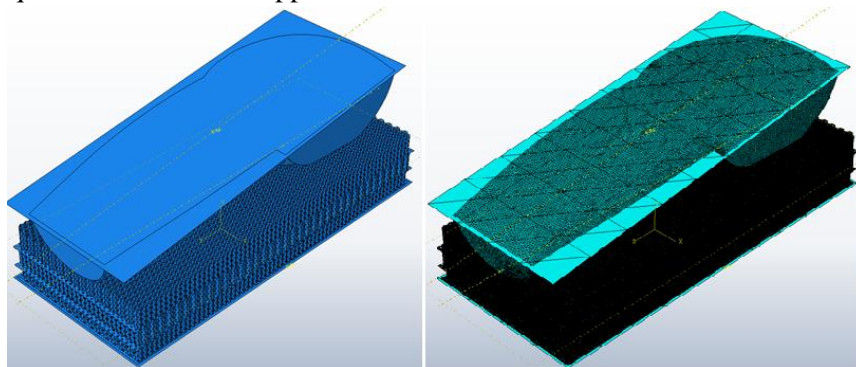


Figure 2: CAO et maillage 3D du modèle éléments finis fessier/coussin

Sur la figure 3 est représentée la distribution de la pression, qui est particulièrement intéressante car elle intègre la déformation du fessier et donc son influence sur la réduction du flux sanguin. Cela peut être la cause de l'apparition d'escarres sur le fessier.

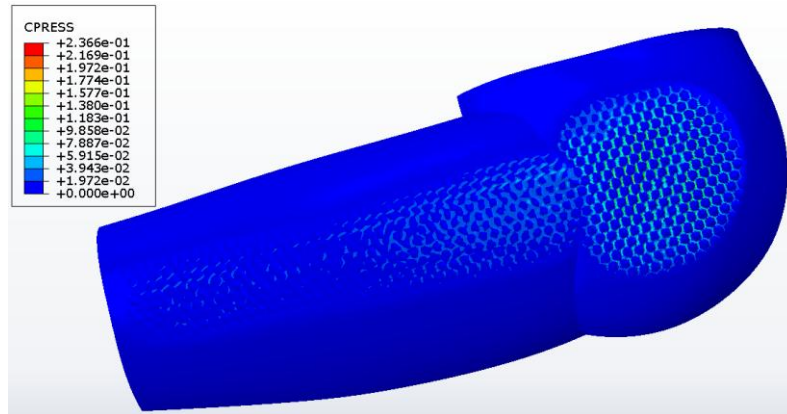


Figure 3: Illustration la pression de contact à l'interface du fessier

Dans notre étude, la pression calculée sur le fessier est suffisante pour générer des changements pathologiques d'escarres (MAKHSOUS et al [5], HUSAIN [10] et BUCKI et al. [11]). Cela montre la capacité de notre modèle à prévoir l'apparition d'escarres et d'améliorer le confort par rapport à d'autres approches (GRUJICIC et al. [4], VERVER et al. [1],...).

Dans ce travail, une méthodologie éléments finis a été développée avec un modèle 3D fessier/coussin. Cette méthode permet d'illustrer les résultats de la pression à l'interface fessier/coussin, ce qui permet d'identifier et de prédire les dommages du fessier. L'utilisation de notre modèle a permis la comparaison des coussins disponibles sur le marché (coussin en Polyuréthane mousse, coussin SAF 6060...) et a démontré que le coussin de marque « Stimulite® HoneycombCushion » est plus adapté pour limiter la formation d'escarres dus à la pression. Par la suite, cette première approche, sera améliorée avec un couplage faisant intervenir les flux thermique et fluide.

Références

- [1] M. M. Verver, J. van Hoof, C. W. J. Oomens, J. S. H. M. Wismans, et F. P. T. Baaijens, « A Finite Element Model of the Human Buttocks for Prediction of Seat Pressure Distributions », *Comput. Methods Biomech. Biomed. Engin.*, vol. 7, n° 4, p. 193-203, août 2004.
- [2] D. M. Brienza, P. E. Karg, M. Jo Geyer, S. Kelsey, et E. Treffer, « The relationship between pressure ulcer incidence and buttock-seat cushion interface pressure in at-risk elderly wheelchair users », *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, vol. 82, n° 4, p. 529-533, avr. 2001.
- [3] C. Y. Tang, W. Chan, et C. P. Tsui, « Finite Element Analysis of Contact Pressures between Seat Cushion and Human Buttock-Thigh Tissue », *Engineering*, vol. 02, n° 09, p. 720-726, 2010.
- [4] M. Grujicic, B. Pandurangan, G. Arakere, W. C. Bell, T. He, et X. Xie, « Seat-cushion and soft-tissue material modeling and a finite element investigation of the seating comfort for passenger-vehicle occupants », *Mater. Des.*, vol. 30, n° 10, p. 4273-4285, déc. 2009.
- [5] M. Makhsous, Dohyung Lim, R. Hendrix, J. Bankard, W. Z. Rymer, et Fang Lin, « Finite Element Analysis for Evaluation of Pressure Ulcer on the Buttock: Development and Validation », *IEEE Trans. Neural Syst. Rehabil. Eng.*, vol. 15, n° 4, p. 517-525, déc. 2007

- [6] L. Bartolomé, A. Aginagalde, A. B. Martínez, M. A. Urchegui, et W. Tato, « Experimental characterization and modelling of large-strain viscoelastic behavior of a thermoplastic polyurethane elastomer », *Rubber Chem. Technol.*, vol. 86, n° 1, p. 146–164, 2013.
- [7] V. Kanyanta et A. Ivankovic, « Mechanical characterisation of polyurethane elastomer for biomedical applications », *J. Mech. Behav. Biomed. Mater.*, vol. 3, n° 1, p. 51–62, janv. 2010.
- [8] ISO 16840-2:2007, Détermination des caractéristiques physiques et mécaniques des dispositifs de répartition de pression - Coussins d'assise
- [9] [http:// www.3dscience.com/humanfactors](http://www.3dscience.com/humanfactors)
- [10] T. Husain, « An experimental study of some pressure effects on tissues, with reference to the bed-sore problem », *J. Pathol. Bacteriol.*, vol. 66, n° 2, p. 347–358, 1953.
- [11] M. Bucki, V. Luboz et al. « Patient-specific finite element model of the buttocks for pressure ulcer prevention - linear versus non-linear modelling » *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering*, Taylor & Francis, 2012, 15 (S1), pp.38-40