



HAL
open science

titre de l'ouvrage : Ergonomie : 150 notions clés

Fabien Clanché, Gérôme Gauchard

► To cite this version:

Fabien Clanché, Gérôme Gauchard. titre de l'ouvrage : Ergonomie : 150 notions clés. Ergonomie : 150 notions clés, <https://www.dunod.com/sciences-humaines-et-sociales/ergonomie-150-notions-cles>; Edition DUNOD, 2021, 9782100831050. <hal-03247692>

HAL Id: hal-03247692

<https://hal.science/hal-03247692v1>

Submitted on 3 Jun 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire HAL, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Copyright - All rights reserved

Modélisation et simulation numérique

Généralités

La modélisation et simulation numérique en ergonomie sont des techniques utilisées lors d'une conception centrée sur l'Homme. Elles sont applicables, soit aux produits, soit aux situations de travail, afin d'évaluer les facteurs humains lors de l'interaction homme-produit ou lors d'une activité de travail. L'introduction, à la fin des années 1980, du mannequin numérique en condition dynamique dans les logiciels de Conception Assistée par Ordinateur (CAO) permet de simuler, dans l'espace et dans le temps, les comportements gestuels et posturaux induits lors de la réalisation d'une tâche.

L'usage de la simulation, qui contribue indéniablement à l'amélioration des conditions de travail, nécessite de créer un modèle numérique intégrant l'ensemble des contraintes techniques, humaines et organisationnelles afin de refléter au plus proche l'activité réelle d'un opérateur et les contraintes physiques subies.

Les applications de ces techniques

L'essor d'une industrie nouvelle, aussi nommée Industrie 4.0 ou Industrie du futur, nécessite de repenser la place de l'humain et de ses interactions avec des machines de plus en plus collaboratives. La maquette et le mannequin numériques (cf. figure 1), utilisés comme objet frontière, favorisent une communication et donc une coordination entre des domaines très différents comme en organisation, en contrôle-commande, en anthropologie ou encore en biomécanique.

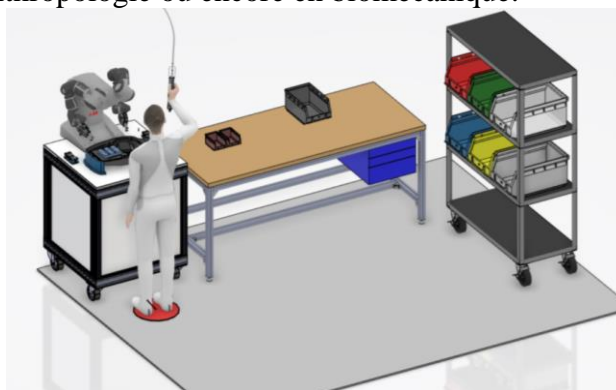


Figure 1 : Illustration d'une simulation ergonomique réalisée avec la 3DEXPERIENCE

On comprend ainsi que la simulation de l'activité constitue un véritable outil d'aide à la conduite de projet et à la planification de processus ayant pour objectif de réduire les coûts et les délais et d'améliorer l'adaptation du travail à l'Homme.

En ergonomie, la prévention de l'apparition des troubles musculosquelettiques, première cause de maladie professionnelle en France, constitue un enjeu important nécessitant d'être pris en compte dès la phase de conception de la situation de travail. Le recours aux mannequins numériques, intégrant des données anthropométriques paramétrables, permet d'envisager différentes conditions de travail à l'aide de la simulation des postures et des différents évaluateurs biomécaniques tels que EAWS, RULA, équations du NIOSH, chacun adapté à un type d'activité.

Les études d'accessibilité lors de la phase de conception, permettent une utilisation optimale des espaces, mais aussi de prévoir et d'évaluer les risques, afin de mettre en œuvre des mesures de prévention et de protection garantes de la sécurité des travailleurs.

Les analyses d'interaction entre l'Homme et les équipements robotisés sont utilisés comme support à leur programmation afin, entre autres, d'assurer une génération des trajectoires exemptes de collision.

Avant le déploiement des systèmes physiques et de la mise en situation de travail, une étape de vérification ergonomique est nécessaire. Elle doit être réalisée en immersion à la première personne dans plusieurs scénarios de réalité virtuelle dont le rendu de la maquette numérique est visuellement réaliste. Cette activité immersive permet d'impliquer les opérateurs dans une démarche participative avec les concepteurs et les décideurs. Pour permettre la comparaison de plusieurs scénarios d'activités de travail, un système de capture des mouvements tridimensionnels synchronisé avec des capteurs de mesure de l'activité musculaire et cardiaque, permet de quantifier de manière précise les sollicitations posturo-locomotrices générées.

Les outils logiciels et les projets de recherche

Les éditeurs de logiciels spécialisés dans la CAO sont les premiers à avoir numérisé l'expertise du métier d'ergonome, permettant ainsi, d'une part, une analyse en amont des facteurs humains et, d'autre part, un travail de conception optimisée. Les offres logicielles, leaders du marché, telles que la 3D Expérience module Delmia Ergonomics de Dassault Systèmes ou encore Jack Human de Siemens proposent ainsi une utilisation multi-métiers, notamment entre les concepteurs et les ergonomes. De nouveaux acteurs PME, comme HRV Simulation, proposent des solutions technologiques simplifiées et plus accessibles aux ergonomes.

En recherche, la communauté internationale Digital Human Modeling a sélectionné en 2019, 1 275 articles et 209 posters parmi plus de 5 000 soumissions. Une part importante des travaux concerne la constitution de larges bases de données, comme HADRIAN, alimentées par de multiples études et dont la finalité est de mettre au point des modèles de prédiction de mouvement humains.

On peut citer, le projet de recherche exploratoire de l'Université de Lorraine, Introduction Impact of intelligent collaborative devices such as Cobots in the service of Human activity at work in consistence with the challenges of Industry of the Future, regroupant 5 laboratoires et fédérant des actions de recherches en organisation, en santé et en adaptation système.

Limites et perspectives

L'utilisation des techniques de modélisation et de simulation requiert des compétences en programmation de mannequin numérique, en conception de système mais également en biomécanique afin de simuler une activité d'humaine au comportement réaliste. Le coût économique s'avère donc considérable pour de nombreux industriels, notamment dans les PME, qui doivent aussi faire l'acquisition de plusieurs licences logicielles au coût important.

Ces dernières années se sont développées des simulations d'activité de travail au réalisme convaincant. Néanmoins, ces solutions comportent encore de nombreux verrous scientifiques et techniques, notamment en termes de prédiction des efforts physiques et de prise en compte des capacités fonctionnelles inter-individuelles. L'ensemble des techniques de simulations ergonomiques que nous avons détaillé ne peut se substituer à une démarche expérimentale auprès d'opérateurs en condition réelle de travail et donc aux stratégies comportementales individuelles.



Zhu, W. (2019). Applications and research trends of digital human models in the manufacturing industry. *Virtual Reality & Intelligent Hardware*, 1(6): 558—579

Porter, J.M. (2004). 'Beyond Jack and Jill': designing for individuals using HADRIAN. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 33 (3):.249-264



Ergonomie. Mannequin numérique. Simulation des activités humaines. Santé et sécurité au travail. Réalité-virtuelle.

Clanché Fabien
Ingénieur de Recherche
Université de Lorraine, Laboratoire DevAH
fabien.clanche@univ-lorraine.fr
30 rue du Jardin Botanique
54600 Villers-lès-Nancy

Gauchard Gérôme
Professeur des Universités
Université de Lorraine, Laboratoire DevAH
gerome.gauchard@univ-lorraine.fr
30 rue du Jardin Botanique
54600 Villers-lès-Nancy