



**HAL**  
open science

# Les exosquelettes de rééducation : facteurs influençant leur utilisation, avantages et limites en rééducation clinique

Nawal Ouendi, Rémy Hubaut, Eugénie Avril, Sylvia Pelayo, Françoise Anceaux, Laura Wallard

## ► To cite this version:

Nawal Ouendi, Rémy Hubaut, Eugénie Avril, Sylvia Pelayo, Françoise Anceaux, et al.. Les exosquelettes de rééducation : facteurs influençant leur utilisation, avantages et limites en rééducation clinique. 12ème Colloque EPIQUE, ARPEGE - Association pour la Recherche en Psychologie Ergonomique et Ergonomie, Jul 2023, PARIS, France. hal-04163633

**HAL Id: hal-04163633**

**<https://uphf.hal.science/hal-04163633>**

Submitted on 21 Jul 2023

**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.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

# ÉPIQUE 2023 : Les exosquelettes de rééducation : facteurs influençant leur utilisation, avantages et limites en rééducation clinique

Catégorie de soumission : RESUME ETENDU DE COMMUNICATION COURTE

---

**RÉSUMÉ** Malgré l'efficacité des exosquelettes de rééducation, ces derniers sont encore peu utilisés lors de la prise en charge clinique. Le but de cette étude était d'analyser les facteurs influençant l'utilisation d'exosquelettes en clinique mais également d'évaluer la perception des thérapeutes. Afin de caractériser ces paramètres, le questionnaire *SUS* ainsi qu'un entretien semi-directif, basé sur le modèle *UTAUT*, ont été menés auprès de 18 thérapeutes. Les entretiens mettent en évidence les facilitateurs perçus par les thérapeutes, tels que l'intensité du mouvement, la complémentarité avec la rééducation conventionnelle. Les entretiens ont également montré les éventuelles barrières perçues comme le manque de maîtrise, les bugs. Les résultats du *SUS*, quant à eux, ne montrent aucun effet utilisateur (e.g., expérience en rééducation robotisée, durée d'utilisation des exosquelettes, expertise en clinique, genre, etc.). En conclusion de cette étude, les thérapeutes expriment leur réelle envie de les utiliser car selon eux les exosquelettes de rééducation présentent une réelle plus-value dans la prise en charge rééducative.

**MOTS-CLÉS** exosquelette de rééducation ; technologie d'assistance ; recherches expérimentales ; *System Usability Scale* (*SUS*); Modèle *UTAUT*

---

## 1. INTRODUCTION

De nos jours, les orthèses motorisées des membres inférieurs, également appelées exosquelettes motorisés, sont de plus en plus utilisées en rééducation de la marche (Baud et al., 2021). Cette dernière se définit comme l'application de méthodes thérapeutiques (manuelles et/ou instrumentales) dans le but de restaurer et de récupérer les fonctions motrices par l'optimisation de la marche, ainsi que de réduire les conséquences des lésions cérébrales sur les fonctions motrices ; mais aussi en mettant en œuvre d'éventuelles stratégies motrices de remplacement des fonctions endommagées (Wallard et al., 2017). Le Lokomat<sup>®</sup> est actuellement l'exosquelette le plus utilisé en clinique et notamment dans la rééducation de personnes présentant des troubles posturo-locomoteurs (Wallard et al., 2015 ; 2018). Le Lokomat<sup>®</sup> fait partie des premiers exosquelettes de rééducation associant un tapis roulant avec allègement corporel à une orthèse robotisée pour les membres inférieurs (Hocoma, 2009 ; Colombo et al., 2000 ; David, 1989). Ces méthodes de rééducation se basent principalement sur un processus d'automatisation du mouvement de marche *via* un travail sur la répétition intensive de ce dernier. A ce jour, les exosquelettes de rééducation sont malheureusement encore très peu utilisés par les thérapeutes. A cela j'ajoute le peu de recherche étudiant les apports et les limites de ce type de dispositif, avec un versant analysant les notions d'acceptabilité et d'acceptation chez les professionnels de la santé.

Selon Bobillier-Chaumon et al. (2009), l'acceptation repose sur l'analyse de l'impact de l'utilisation de la technologie sur différents aspects de l'activité professionnelle. Les recherches font souvent appel à la notion d'acceptabilité, dont il existe deux types Nielson (1994), à savoir : « l'acceptabilité pratique » et « l'acceptabilité sociale ». Dans cette étude nous nous intéresserons à l'acceptabilité sociale qui se concentre davantage sur les expériences des personnes dans la vie réelle pendant et après l'introduction des TIC. Cela renvoie donc aux processus d'acceptation de la technologie. Bien que de nombreux modèles théoriques aient tenté de rendre compte des déterminants d'acceptation les modèles les plus utilisés restent le *TAM* (*Technology Acceptance Model*) (Davis, 1989) et ses variantes (*TAM 2,3*, *UTAUT*). Ces démarches évaluent les contraintes et les contradictions propres à l'activité lors de sa réalisation. C'est ce qu'on appelle l'acceptation située, permettant de tester la technologie dans son contexte d'utilisation, ce qui permet d'évaluer concrètement ses apports et ses limites, et

ainsi de définir son intérêt par rapport à l'activité et aux projets individuels (Bobillier-Chaumon, 2016). L'objectif de cette recherche était d'analyser et de mettre en évidence les apports et les limites influençant l'utilisation des exosquelettes en rééducation par les cliniciens lors de leur prise en charge clinique des patients adultes.

## **2. METHODE**

Ce travail a été mené de janvier 2020 à juin 2020 durant ma deuxième année de Master à l'Université Polytechnique Hauts-de-France (59) (UPHF).

### **2.1 Participants**

Les 24 établissements de France utilisant le Lokomat® ont été contactés par courriel et/ou par téléphone. Seules 6 structures ont répondu positivement. Parmi ces 6 structures, 18 cliniciens ont accepté de participer à l'étude et ont répondu au questionnaire *System Usability Scale* (SUS) (Brooke, 1986). Cependant, à cause de la crise sanitaire et des contraintes associées, seulement 8 d'entre eux ont pu passer les entretiens semi-directifs (6 entretiens effectués en présentiel, puis, 2 en entretiens téléphonique). Parmi eux, 8 étaient des kinésithérapeutes, 8 des enseignants en Activités Physiques Adaptées, et 2 Médecins.

### **2.2 Procédure**

Les entretiens en présentiel ainsi que téléphonique se déroulaient tous de la même façon dans une pièce isolée avec l'interviewé et l'examinatrice pendant une durée moyenne de 30 minutes.

### **2.3 Mesures**

#### *2.3.1 Entretiens*

La méthode choisie pour traiter nos données a été l'analyse de contenu, utilisée pour « *analyser des textes, c'est-à-dire des écrits ou des paroles enregistrées et transcrites* » (Henry et al., 1968). Pour mener ces analyses, les interviews individuels semi-directifs ont été menés à l'aide d'un guide d'entretien basés sur le modèle UTAUT (Venkatesh et al., 2000). Neuf thèmes principaux de cette méthode ont été ciblés (la performance perçue, l'effort perçu, la maîtrise, le coût, l'influence sociale, l'importance du robot dans la rééducation, les attentes, le relationnel, les thèmes émergents).

#### *2.3.2. Questionnaire SUS*

Le SUS permet d'évaluer la facilité d'utilisation du Lokomat® il se compose de 10 questions utilisant une échelle de Likert.

#### *2.3.3. Statistiques questionnaire SUS*

Pour l'étude des scores SUS, des statistiques non paramétriques ont été utilisées car les données ne suivaient pas une distribution normale. Pour cela, nous avons choisi la Mann Whitney U, qui nous permet de tester l'hypothèse que les médianes de chacun des deux groupes de données sont égales. Puis, nous avons utilisé le Kruskal Wallis Anova, un test non paramétrique alternative à l'Anova unidirectionnelle (entre groupes). De plus, Chi<sup>2</sup> a été utilisé pour comparer les distributions des réponses aux différentes échelles SUS. Pour finir, des corrélations de Pearson ont également été réalisées pour mettre en évidence les relations entre les thèmes SUS.

## **3. RESULTATS**

### **3.1 Entretiens**

L'analyse du contenu des 8 entretiens a permis de mettre en évidence les aspects facilitants l'utilisation et la non-utilisation du Lokomat® par les thérapeutes de manières quantitatives (comptabilisation du

nombre de citation et de répétition des sous-thématiques dans chaque interviews). Comme le montre la figure 1, les thématiques suscitant le plus de citation sont la maîtrise (n=74), la performance perçue (n=66) et le relationnel (n=31).

Ce que nous avons constaté est que pour la thématique maîtrise, il y a autant de citations pour les sous-items menant à une non-utilisation qu'à une utilisation de l'outil robotisé (sentiment de maîtrise, réglages/paramètres/les bugs). Pour la performance perçue, il y a plus de citation des sous-items menant à une utilisation (n=49) qu'à une non-utilisation (n=17) (figure 1).

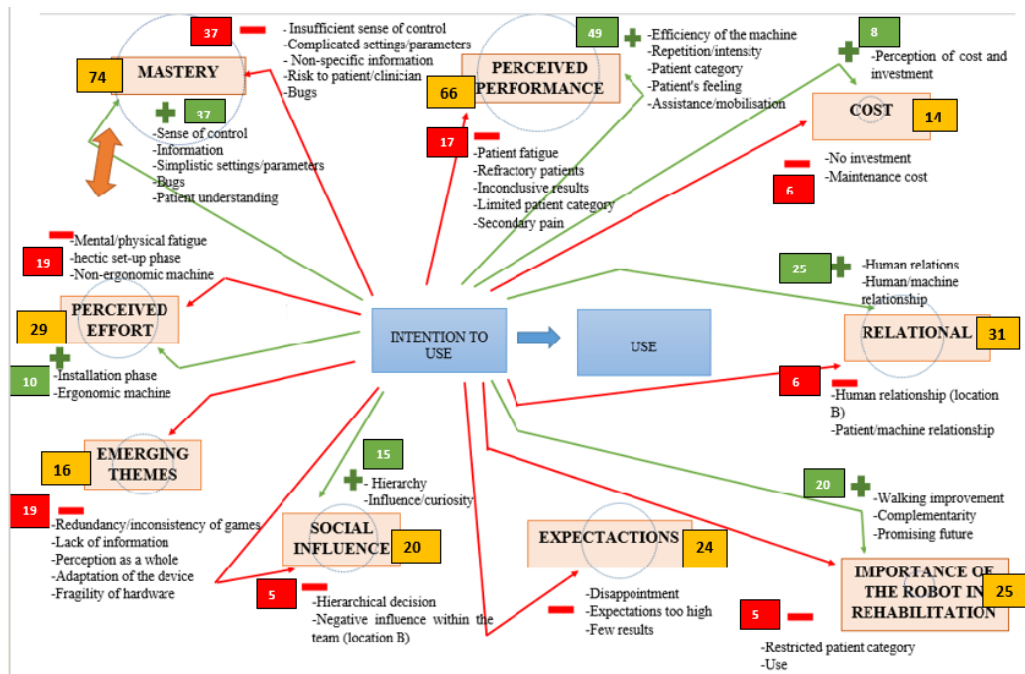


Figure 1<sup>1</sup>. Diagramme des différents facteurs influençant l'utilisation ou la non-utilisation du Lokomat®

### 3.2 Questionnaire SUS

Les résultats obtenus à partir du SUS nous montrent un score relativement faible indiquant que l'outil n'est pas idéal. Leurs résultats étaient cohérents avec leurs entretiens. Les résultats de Mann-Whitney U et Kruskal-Wallis Anova n'ont montré aucun effet significatif de l'effet genre ( $U = 20, p = 0.58$ ), de la profession ( $K = 0.70, p = 0.71$ ) ou de la durée d'utilisation du Lokomat® ( $K = 3.49, p = 0.17$ ). Les résultats présentés montrent que : les répondants du SUS déclarent utiliser souvent l'outil, malgré son manque de convivialité, le recours à un technicien semble avoir été important pour près de la moitié des répondants et qu'il existe un fort besoin de formation avant utilisation. 60% des thérapeutes semblent avoir une faible confiance, alors qu'un tiers semble confiant dans l'utilisation du Lokomat®. Les tests de Chi2 n'ont montré aucune différence entre les sexes à n'importe quelle échelle. En revanche, leur profession a montré quelques effets : On peut observer que les médecins trouvent que les gens sont moins capables d'apprendre à utiliser le système que les deux autres professions ( $\chi^2(6) = 13.10, p = 0.041$ ). Les enseignants APA ont évalué le système comme moins lourd à utiliser que les médecins et les kinésithérapeutes ont donné des réponses mitigées ( $\chi^2(6) = 13.25, p = 0.039$ ). Enfin, il y avait

<sup>1</sup> Légende :

**Rectangle orange** : 9 thèmes identifiés dans les entretiens (modèle UTAUT) **Flèches rouges** : éléments conduisant à une non-utilisation de l'exosquelette. **Flèches vertes** : éléments conduisant à l'utilisation de l'exosquelette. **Double flèche orange** : lien entre maîtrise et effort (une bonne maîtrise permet une installation plus rapide donc moins une efficacité dans l'effort perçu) **Cercles** : proportionnalité entre les cercles et le nombre de citations. **Rectangle remplissage jaune** : citations totales. **Rectangle remplissage rouge** : citations totales en non-utilisation. **Rectangle remplissage vert** : citations totales en utilisation

aussi une légère tendance dans l'effet de la profession sur l'évaluation de l'incohérence, les enseignants APA jugeant le système plus incohérent que les deux autres professions ( $\chi^2(6) = 10.63$ ,  $p=0.10$ ). Les utilisateurs qui utilisent l'appareil depuis plus longtemps trouvent le système inutilement complexe par rapport aux nouveaux utilisateurs. ( $\chi^2(4) = 10.19$ ,  $p=0.037$ ).

## CONCLUSION

Malgré l'utilisation croissante des nouvelles technologies, les exosquelettes de rééducation, et plus particulièrement du Lokomat®, ne semblent pas trouver leur place dans le milieu clinique. Bien que de nombreuses études aient prouvé l'efficacité du robot dans la littérature (Yeh et al., 2020 ; Pohl et al., 2007 ; Frisoli et al., 2012), il ne semble pas une option attractive pour les thérapeutes. Selon cette population, il existe de nombreux obstacles à l'utilisation d'un exosquelette robotisé. Des facteurs tels que la maîtrise, l'effort perçu et les influences sociales jouent un rôle majeur dans l'intention d'utiliser un robot de rééducation. En conclusion, à travers cette première étude, nous avons déjà pu mettre en évidence quelques facteurs importants pour le bon usage de ces exosquelettes. Malgré le nombre de participants dû à la crise sanitaire 2020, il fournit une bonne base pour de futures études.

## RÉFÉRENCES

- Baud, R., Manzoori, A. R., Ijspeert, A., & Bouri, M. (2021). Review of control strategies for lower-limb exoskeletons to assist gait. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 18(1), 1-34.
- Bobillier-Chaumon, M., & Dubois, M. (2009). L'adoption des technologies en situation professionnelle : quelles articulations possibles entre acceptabilité et acceptation ? *Le travail humain*, 72(4), 355-382.
- Chaumon, M. E. B. (2016). L'acceptation située des technologies dans et par l'activité : premiers étayages pour une clinique de l'usage. *Psychologie du Travail et des Organisations*, 22(1), 4-21.
- Brooke, J. (1996). SUS-A quick and dirty usability scale. *Usability evaluation in industry*, 189(194), 4-7.
- Colombo, G., Joerg, M., Schreier, R., & Dietz, V. (2000). Treadmill training of paraplegic patients using a robotic orthosis. *Journal of rehabilitation research and development*, 37(6), 693-700.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS quarterly*, 319-340.
- Frisoli, A., Procopio, C., Chisari, C., Creatini, I., Bonfiglio, L., Bergamasco, M., ... & Carboncini, M. C. (2012). Positive effects of robotic exoskeleton training of upper limb reaching movements after stroke. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 9(1), 1-16.
- Henry, P., & Moscovici, S. (1968). Problèmes de l'analyse de contenu. *Langages*, (11), 36-60.
- Hocoma 2009. Lokomat® – thérapie de locomotion fonctionnelle avec rétroaction augmentée.
- Nielsen, J. (1994). *Usability engineering*. Morgan Kaufmann.
- Pohl, B., Richard, Y., & Fauchereau, N. (2007). Influence of the Madden-Julian oscillation on southern African summer rainfall. *Journal of Climate*, 20(16), 4227-4242.
- Venkatesh, V., & Bala, H. (2008). Technology acceptance model 3 and a research agenda on interventions. *Decision sciences*, 39(2), 273-315.
- Wallard, L., Dietrich, G., Kerlirzin, Y., & Bredin, J. (2015). Effects of robotic gait rehabilitation on biomechanical parameters in the chronic hemiplegic patients. *Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology*, 45(3), 215-219.
- Wallard, L., Dietrich, G., Kerlirzin, Y., & Bredin, J. (2017). Robotic-assisted gait training improves walking abilities in diplegic children with cerebral palsy. *European journal of paediatric neurology*, 21(3), 557-564.
- Wallard, L., Dietrich, G., Kerlirzin, Y., & Bredin, J. (2018). Effect of robotic-assisted gait rehabilitation on dynamic equilibrium control in the gait of children with cerebral palsy. *Gait & posture*, 60, 55-60.
- Yeh, S. W., Lin, L. F., Tam, K. W., Tsai, C. P., Hong, C. H., & Kuan, Y. C. (2020). Efficacy of robot-assisted gait training in multiple sclerosis: A systematic review and meta-analysis. *Multiple Sclerosis and Related Disorders*, 41, 102034.