



**HAL**  
open science

# TeMaCo: Système de rééducation fonctionnelle par la tête, les mains et le corps

Constance Bault, Céline Jost

► **To cite this version:**

Constance Bault, Céline Jost. TeMaCo: Système de rééducation fonctionnelle par la tête, les mains et le corps. IHM'24 - 35e Conférence Internationale Francophone sur l'Interaction Humain-Machine, AFIHM; Sorbonne Université, Mar 2024, Paris, France. hal-04500024

**HAL Id: hal-04500024**

**<https://hal.science/hal-04500024>**

Submitted on 11 Mar 2024

**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.

# TeMaCo : Système de rééducation fonctionnelle par la tête, les mains et le corps

## TeMaCo : Functional rehabilitation system with head, hands and body

CONSTANCE BAULT, Laboratoire CHArt, Université Paris 8, France

CÉLINE JOST, Laboratoire CHArt, Université Paris 8, France

Cette démonstration présente TeMaCo, un dispositif permettant de rendre les séances de rééducation post-AVC plus ludiques et plus motivantes. Le système est prévu pour être le moins invasif possible en équipant électroniquement un bandeau pour récupérer les mouvements de la tête, un bracelet métacarpien pour récupérer les mouvements de la main, et une planche d'équilibre pour récupérer les informations sur l'équilibre. Plusieurs mini jeux sérieux permettent d'expérimenter l'interaction avec chacun de ces trois objets et de montrer comment ce dispositif s'utilise dans le cadre d'une séance de rééducation. L'objectif de ce travail sera ensuite d'étudier la manière dont on peut impliquer une personne sur le long terme en conduisant plusieurs évaluations avec des patients.

This demonstration aims to present TeMaCo, a device designed to make post-stroke rehabilitation sessions more playful and motivating. The system is intended to be as non-invasive as possible by electronically equipping an headband to capture head movements, a metacarpal bracelet to capture hand movements, and a balance board to gather information on balance. The demonstration will showcase a mini serious game allowing the experimentation of interaction with each of these three objects and demonstrate how this device is used in the context of a rehabilitation session. The objective of this work will then be to study how one can engage a person in the long term by conducting multiple evaluations with patients.

CCS Concepts: • **Applied computing** → **Health informatics**; • **Human-centered computing** → **Human computer interaction (HCI)**.

Mots Clés et Phrases Supplémentaires: objets connectés, rééducation, implication

Additional Key Words and Phrases: connected object, rehabilitation, involvement

### Reference:

Constance Bault and Céline Jost. 2024. TeMaCo : Système de rééducation fonctionnelle par la tête, les mains et le corps. *IHM '24 : Actes étendus de la 35<sup>e</sup> conférence Francophone sur l'Interaction Humain-Machine, March 25–29, 2024, Paris, France*

## 1 INTRODUCTION

Dans le cadre de leur pratique, les ergothérapeutes sont amenés à proposer des exercices de rééducation à leurs patients (motricité, cognition...). Dans le cas d'un suivi post-AVC, où le patient doit récupérer un maximum de capacités avec des séances intensives, les exercices sont nombreux et répétitifs, et cela peut conduire à un manque de motivation et donc d'engagement. Or, il est maintenant bien connu que la motivation et l'état psychologique sont des éléments intrinsèques au processus de réadaptation et/ou rééducation. De plus, pour certains patients en début de rééducation, les exercices sont répétitifs et peu (voire pas) ludiques ou écologiques (en ergothérapie, une activité « écologique » désigne une activité menée dans un environnement qui se doit être le plus proche de celui du patient, voire lui-même). Par exemple, les patients hémiplésiques se voient auto-mobiliser leur membre paralysé en faisant des mouvements en forme de 8 répétitifs sur une table. L'objectif de notre travail est de rendre le patient acteur de sa rééducation, tout en le plongeant dans un univers qui lui correspond, et ainsi renforcer sa motivation et son engagement pour maximiser sa récupération. Ainsi, la problématique principale de notre projet est d'étudier les bénéfices de l'apport de la contextualisation ludique à des séances de rééducation. Pour faire cela, nous proposons d'équiper le patient et le

matériel (ici une planche d'équilibre) de façon à pouvoir récupérer les mouvements de sa tête et de ses mains ainsi que les informations sur son équilibre général. Ces informations sont utilisées dans des jeux sérieux qui permettent au patient d'être plongé dans un univers ludique et d'avoir un retour d'information sur ses actions. Au stade actuel, nous proposons des activités pour faire du réveil moteur (pour des personnes qui sont hémiplegiques par exemple) et pour travailler l'équilibre et la coordination (dans le cadre d'un syndrome cérébelleux où le cervelet est lésé par exemple). Déplacer la main permettrait d'agir avec des éléments dans le jeu comme déplacer une balle à l'écran ou atteindre des cibles. Cet outil TeMaCo permet une gamification des séances de rééducation et probablement, pourrait accroître la motivation des patients et augmenter leur engagement dans le processus.

## 2 OBJECTIFS SCIENTIFIQUES

En Interaction Humain-Machine, où un humain interagit avec un système informatique qui peut prendre plusieurs incarnations (robot, personnage virtuel, téléphone, environnement domotique, etc.), la question de l'implication de l'humain est centrale pour pouvoir atteindre les objectifs fixés par l'utilisation de ce système. On parle souvent d'engagement [18][10][20], mais on trouve aussi de nombreux travaux sur la motivation [5][8][19], les interactions à long terme [3][16], le flow [6][22][4], la volition [4][12][9], etc. Les concepts étudiés sont variés car, à l'heure actuelle, on ignore encore ce qui permettrait une implication active de l'humain sur le long terme dans un programme de santé [4][12][17][2][15][11]. Nous choisissons donc volontairement ce mot « implication » car il semble neutre et met en évidence la difficulté du choix du ou des bons concepts. Ce projet consiste à apporter une réponse aux trois questions suivantes en explorant les concepts clefs de l'implication, en recensant les échelles de mesure de ces concepts, et en évaluant TeMaCo :

- Quels sont les éléments à mettre dans les outils technologiques pour permettre à une personne de rester engagée dans un programme de santé ?
- Quels facteurs vont encourager une personne à s'investir sur le long terme dans son programme ?
- Comment peut-on créer des habitudes de vie durables ou faire évoluer durablement les habitudes de vie ?

La question de la durée est une problématique à part entière. L'effet de nouveauté aide à impliquer une personne sur le court terme. Mais cette implication cesse rapidement notamment à cause de l'effet d'habituation. Dans un précédent travail, nous avons recensé au moins 13 effets qui peuvent altérer l'implication de la personne (dans une interaction Humain-Robot) [14]. La problématique principale porte donc sur deux aspects : l'implication de la personne et la durée de cette implication. A l'heure actuelle, on ne sait pas comment la technologie peut impliquer une personne sur le long terme dans le cadre d'un coaching [19][22][13], d'un programme de santé [5][8][7][1][21], d'un programme sportif [15], etc. C'est une question transversale à beaucoup de disciplines. TeMaCo doit donc être utilisé dans une série d'évaluations conduites dans le but de répondre à ces questions.

## 3 FONCTIONNALITÉS

Comme le montre la Figure 1, TeMaCo est un outil composé de trois objets connectés situés à trois zones du corps : un bandeau à porter sur la tête pour récupérer la position et l'orientation de la tête ; un bracelet métacarpien pour récupérer les mouvements de la main ; et une planche d'équilibre pour travailler sur l'équilibre. Chacun des trois objets (indépendamment ou non) permet d'interagir avec un environnement 3D (visible sur un écran) afin de réaliser des tâches à travers un jeu sérieux. Chaque objet se connecte à l'ordinateur en bluetooth et est composé d'une mini carte équipée d'un ESP32 ainsi que d'un accéléromètre. Le dispositif se veut le plus simple et le plus léger possible. Les trois objets peuvent être utilisés en même temps mais, dans le cadre d'une rééducation, un seul objet est utilisé à la fois.

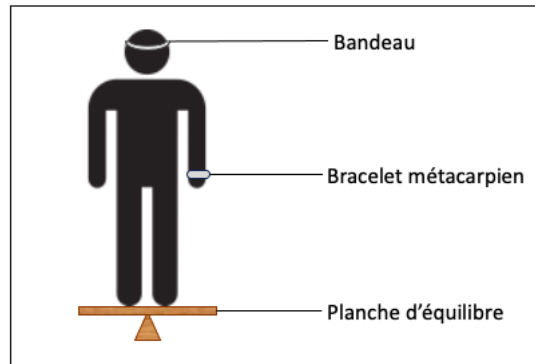


FIG. 1 – Schéma du dispositif TeMaCo

Une fois l'objet connecté, le système lance le jeu approprié en fonction de l'objet détecté. Le jeu commence par une phase d'apprentissage où le patient (aidé par son ergothérapeute s'il ne peut pas bouger seul) doit effectuer une action pour apprendre à interagir avec le système. Avec la tête et la main, il pourra bouger sur les axes X, Y et Z. Mais avec la planche d'équilibre, les mouvements sont limités à 2 directions et le patient agira sur un seul axe. Comme il s'agit d'un démonstrateur, les 3 mini-jeux sont volontairement courts. Avec la tête, la personne devra sélectionner des lettres pour reconstituer le mot "Bravo". Avec la main, la personne fera du suivi de trajectoire où le but est de suivre un chemin sans en sortir. Enfin, le jeu avec la planche d'équilibre aura pour but de contrôler le déplacement d'une balle pour ramasser des objets en évitant que celle-ci ne tombe de la planche.

### 3.1 Domaine d'application

Les applications sont très généralisables et les domaines d'application sont variés. Dans le domaine de la santé, ce système pourra être utilisé pour différentes sortes de rééducation/réhabilitation : cognition, réveil moteur, équilibre etc. Il a aussi des applications pour la stimulation cognitive et l'apprentissage. En effet, les exercices du jeu permettront de :

- Augmenter l'attention et la concentration sur la tâche,
- Augmenter la motivation et la recherche de performance,
- Développer des stratégies de compensation,
- Travailler les fonctions exécutives,
- Travailler les fonctions visuo-spatiales et le suivi oculo-manuel,
- Travailler la plasticité cérébrale en général.

## 4 REMERCIEMENTS

Nous remercions vivement l'Institut Carnot Cognition et l'Université Paris 8 pour leur soutien financier et nous remercions également Léo Briquet, Meiling Tian et M'hamed Zian pour leur participation au développement.

## RÉFÉRENCES

- [1] Arfan Ahmed, Nashva Ali, Anna Giannicchi, Alaa A Abd-alrazaq, Mohamed Ali Siddig Ahmed, Sarah Aziz, and Mowafa Househ. 2021. Mobile applications for mental health self-care : A scoping review. *Computer Methods and Programs in Biomedicine Update* 1 (2021), 100041.
- [2] Morghane Aubert, Céline Clavel, and Jean-Claude Martin. 2020. Applications pour le changement de comportement : quelle approche pour une implication active et éthique des utilisateurs?. In *Workshop sur les Affects, Compagnons artificiels et Interactions*.

- [3] Timothy W Bickmore and Rosalind W Picard. 2005. Establishing and maintaining long-term human-computer relationships. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)* 12, 2 (2005), 293–327.
- [4] Claudia Bullerjahn, Johanne Dziewas, Max Hilsdorf, Christina Kassl, Jonas Menze, and Heiner Gembris. 2020. Why adolescents participate in a music contest and why they practice—the influence of incentives, flow, and volition on practice time. *Frontiers in Psychology* 11 (2020), 561814.
- [5] Clemence Chassan. 2021. *Auto-rééducation et sclérose en plaques : les stratégies pour une application mobile motivante*. Ph.D. Dissertation. Paris 8.
- [6] Mihaly Csikszentmihalyi. 1988. The flow experience and its significance for human psychology. *Optimal experience : Psychological studies of flow in consciousness* 2 (1988), 15–35.
- [7] Ludovic David. 2019. *Conception et évaluation d'un système de réalité virtuelle pour l'assistance à l'auto-rééducation du membre supérieur post-AVC*. Ph.D. Dissertation. Université Paris Saclay (COMUE).
- [8] Florian Debackere, Céline Clavel, Alexandra Rören, François Rannou, Christelle Nguyen, Viet-Thi Tran, Isabelle Boutron, Yosra Messai, and Jean-Claude Martin. 2023. Démarche de conception participative d'une application mobile motivationnelle pour l'autogestion de la lombalgie chronique : Co-design process of a motivational mobile application for the self-management of chronic low back pain. In *Proceedings of the 34th Conference on l'Interaction Humain-Machine*. ACM New York, NY, USA, 1–17.
- [9] Silvia Di Filippo, Annamaria Servadio, Paola Bellucci, Giovanni Fabbrini, Cinzia Niolu, Rita De Santis, Marco Tofani, and Giovanni Galeoto. 2020. Validation and cross-cultural adaptation of the volitional questionnaire in an Italian population with psychiatric disorders : a cross-sectional study. *Occupational Therapy in Health Care* 34, 1 (2020), 19–31.
- [10] Kevin Doherty and Gavin Doherty. 2018. Engagement in HCI : Conception, Theory and Measurement. *ACM Comput. Surv.* 51, 5, Article 99 (nov 2018), 39 pages. <https://doi.org/10.1145/3234149>
- [11] Axelle Gelineau, Hugo Landais, Anaïck Perrochon, Iouri Bernache-Assollant, and Stéphane Mandigout. 2021. Motivation of stroke victims in self-rehabilitation at home through video games. *Trajectoires Humaines Transcontinentales* 11 (2021).
- [12] Hagit Harel-Katz and Eli Carmeli. 2019. The association between volition and participation in adults with acquired disabilities : A scoping review. *Hong Kong Journal of Occupational Therapy* 32, 2 (2019), 84–96.
- [13] Céline Jost, Marine Grandgeorge, Brigitte Le Pévédic, and Dominique Duhaut. 2013. Are robots our future coaches?. In *IEEE ISR 2013*. IEEE, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ISR.2013.6695626>
- [14] Céline Jost, Brigitte Le Pévédic, Marine Grandgeorge, Marie Le Menn, Farah Arab, Charles Tijus, et al. 2020. MemoRob : Studying Robots Distractor Effects. *Modelling, measurement and control C* 81, 1-4 (2020), 55–61.
- [15] Philipp M Kopp, Veit Senner, and Peter Gröpel. 2020. Regular exercise participation and volitional competencies. *Sport, Exercise, and Performance Psychology* 9, 2 (2020), 232.
- [16] Iolanda Leite, Carlos Martinho, and Ana Paiva. 2013. Social robots for long-term interaction : a survey. *International Journal of Social Robotics* 5 (2013), 291–308.
- [17] D Naudin, R Gagnayre, C Marchand, and G Reach. 2018. Éducation thérapeutique du patient : une analyse du concept de motivation. *Médecine des maladies Métaboliques* 12, 1 (2018), 79–87.
- [18] Christopher Peters, Ginevra Castellano, and Sara de Freitas. 2009. An exploration of user engagement in HCI. In *Proceedings of the International Workshop on Affective-Aware Virtual Agents and Social Robots* (Boston, Massachusetts) (*AFFINE '09*). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, Article 9, 3 pages. <https://doi.org/10.1145/1655260.1655269>
- [19] David Rei, Céline Clavel, Jean-Claude Martin, and Brian Ravenet. 2020. PADMEH : Personality-based Adaptive moDel for Mobile E-Health. In *Fourth HUMANIZE workshop on Transparency and Explainability in Adaptive Systems through User Modeling Grounded in Psychological Theory*. ACM.
- [20] Sara Simblett, Faith Matcham, Sara Siddi, Viola Bulgari, Chiara Barattieri di San Pietro, Jorge Hortas López, José Ferrão, Ashley Polhemus, Josep Maria Haro, Giovanni de Girolamo, Peter Gamble, Hans Eriksson, Matthew Hotopf, and Til Wykes. 2019. Barriers to and Facilitators of Engagement With mHealth Technology for Remote Measurement and Management of Depression : Qualitative Analysis. *JMIR Mhealth Uhealth* 7, 1 (30 Jan 2019), e11325. <https://doi.org/10.2196/11325>
- [21] Ariel Teles, Ivan Rodrigues, Davi Viana, Francisco Silva, Luciano Coutinho, Markus Endler, and Ricardo Rabêlo. 2019. Mobile Mental Health : A Review of Applications for Depression Assistance. In *2019 IEEE 32nd International Symposium on Computer-Based Medical Systems (CBMS)*. IEEE, 708–713. <https://doi.org/10.1109/CBMS.2019.00143>
- [22] Karen Wesson and Ilona Boniwell. 2007. Flow theory—its application to coaching psychology. *International Coaching Psychology Review* 2, 1 (2007), 33–43.