



**HAL**  
open science

# Etudier l'acceptabilité des interfaces cerveau-ordinateur en rééducation motrice post-AVC pour proposer des protocoles personnalisés en fonction du profil du patient

Elise Grevet, Franck Amadiou, Margaux Izac, Léa Pillette, Jacques Py, D. Gasq, Camille Jeunet-Kelway

## ► To cite this version:

Elise Grevet, Franck Amadiou, Margaux Izac, Léa Pillette, Jacques Py, et al.. Etudier l'acceptabilité des interfaces cerveau-ordinateur en rééducation motrice post-AVC pour proposer des protocoles personnalisés en fonction du profil du patient. SOFMER 2023 - 38e congrès de la Société Française de Médecine Physique et de Réadaptation, Oct 2023, Le Havre, France. pp.1-1, 2023. hal-04345813

**HAL Id: hal-04345813**

**<https://hal.science/hal-04345813>**

Submitted on 14 Dec 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 4.0 International License



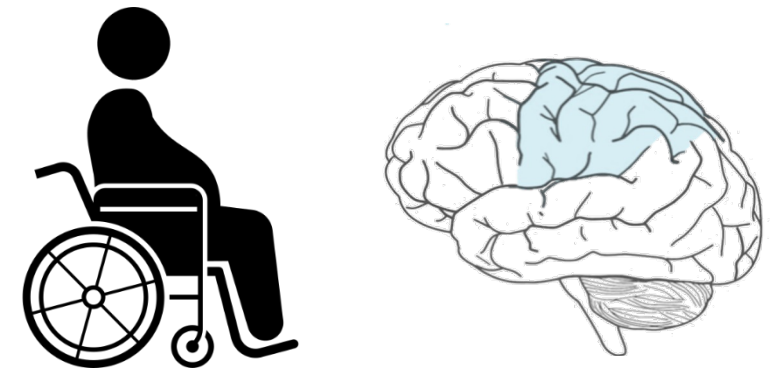
# Étude de l'acceptabilité des interfaces cerveau-ordinateur (ICO) en rééducation motrice post-AVC pour proposer des protocoles personnalisés en fonction du profil du patient

E. Grevet<sup>1</sup>, K. Forge<sup>2</sup>, S. Tadiello<sup>3</sup>, M. Izac<sup>1</sup>, F. Amadiou<sup>2</sup>, L. Brunel<sup>3</sup>, L. Pillette<sup>1</sup>, J. Py<sup>2</sup>, D. Gasq<sup>4,5,\*</sup> and C. Jeunet-Kelway<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> CNRS, EPHE, INCIA, UMR5287, Université of Bordeaux, Bordeaux, France, <sup>2</sup> CLLE, Université of Toulouse, CNRS, Toulouse, France, <sup>3</sup> Université Paul Valéry Montpellier 3, EPSYLON EA 4556, Montpellier, France, <sup>4</sup> ToNIC, Université of Toulouse, INSERM, Toulouse, France, <sup>5</sup> Centre Hospitalier Universitaire Toulouse, Toulouse, France

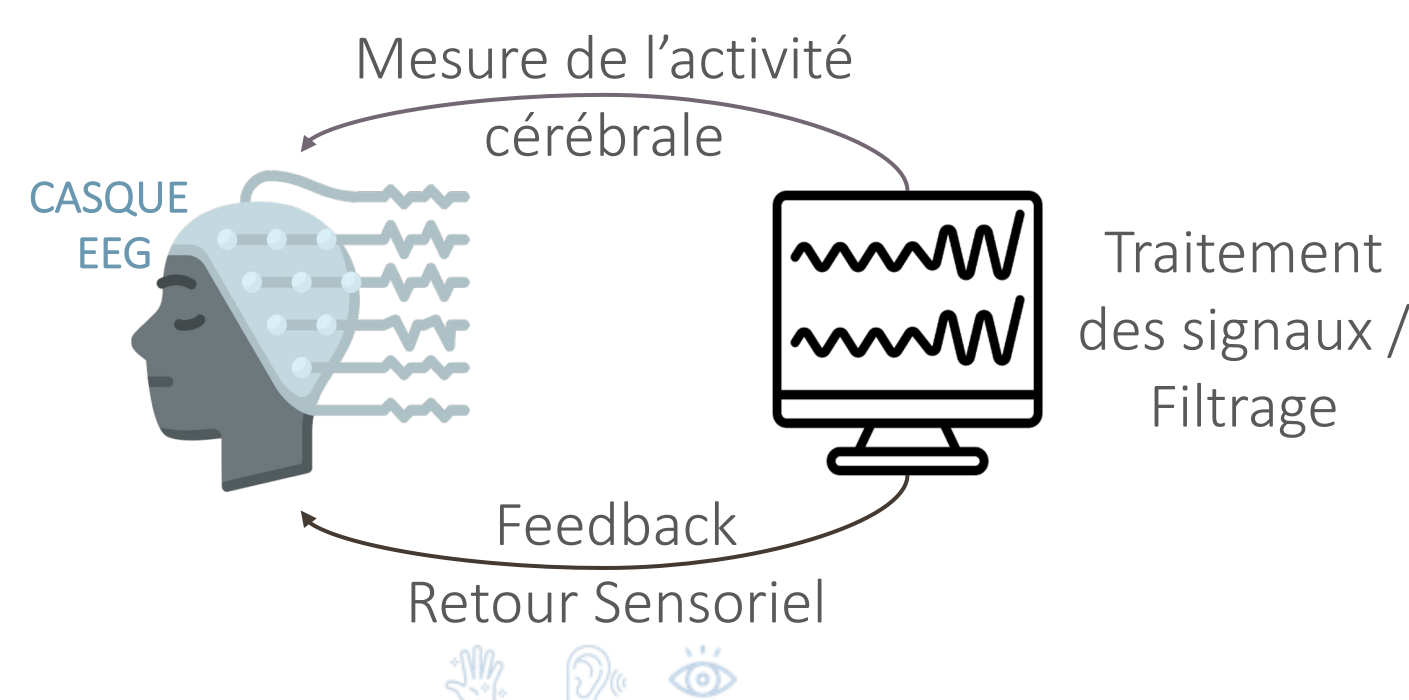
\* co-derniers auteurs

## 1. INTRODUCTION – Pourquoi s'intéresser à l'acceptabilité des ICO ?

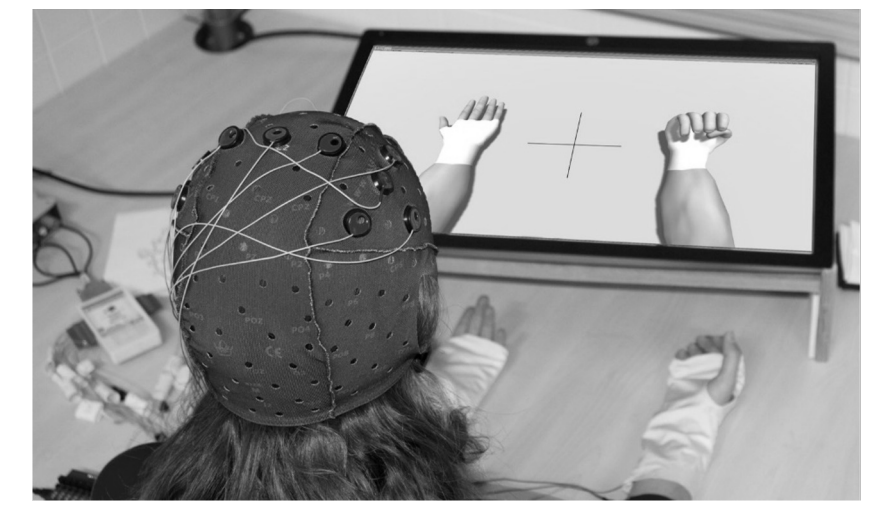


Après l'AVC, de nombreux handicaps physiques persistent[1].

**OBJECTIF :** utiliser l'amélioration de l'acceptabilité comme un moyen d'optimiser l'efficacité et l'utilisabilité des ICO



ICO: permettent de favoriser la récupération motrice [2] - renforcement de la plasticité synaptique.



**MAIS...** l'efficacité et l'utilisabilité restent insuffisants pour permettre un usage en soins courants [3,4].

**HYPOTHÈSES** ↗ acceptabilité par une **personnalisation** des protocoles ICO

Patients: ↘ anxiété ↗ engagement

↗ efficacité & utilisabilité des ICO en termes d'améliorations motrices

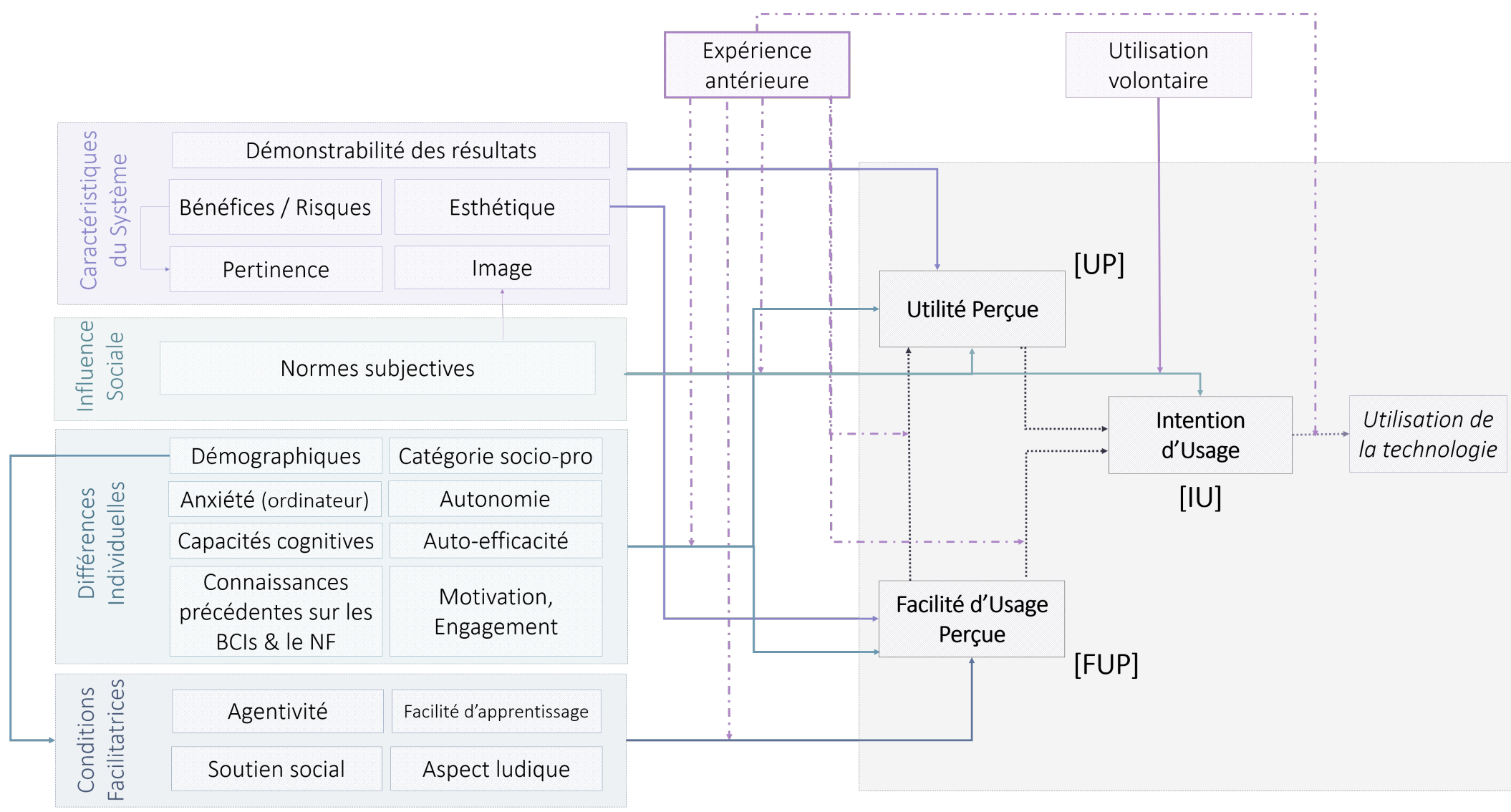
### REVUE DE LA LITTÉRATURE

L'acceptabilité des ICO est principalement étudiée comme un attribut de la satisfaction de l'utilisateur (i.e., une dimension de l'expérience utilisateur) [3]: chez les patients post-AVC : Morone et al., 2015.

Nombre limité d'études & absence de cadre théorique → **besoin d'un modèle de l'acceptabilité des ICO** qui permettrait de personnaliser l'entraînement avec ICO à chaque patient

## 2. METHODES – Modéliser l'acceptabilité des ICO pour la rééducation post-AVC

### (A) Conception d'un modèle d'acceptabilité des ICO



Principaux modèles sources: *Technology acceptance model (TAM3)* [4], *Unified theory of acceptance and use of technology (UTAUT2)* [5], *Components of user experience (CUE)* [6]

### (B) Implémentation d'un questionnaire basé sur le modèle



- ❖ 1 facteur = au moins 3 questions
- ❖ 2 vidéos explicatives
- UP & IU ont été mesurés avant (UP1/IU1) et après la 2<sup>nd</sup> vidéo (UP2/IU2)

N = 140 patients post-AVC

### (C) Evaluation de la qualité du questionnaire et du modèle

- ❖ Cohérence des facteurs [*cohérence "intra-facteurs"*]: *Alpha de Cronbach* → 13/17 facteurs avec une bonne cohérence
- ❖ Structure du modèle [*cohérence "inter-facteurs"*]: *Analyse factorielle confirmatoire* → 3/5 indices avec de bonnes valeurs

### (D) Analyse des résultats du questionnaire pour définir des scénarios de personnalisation

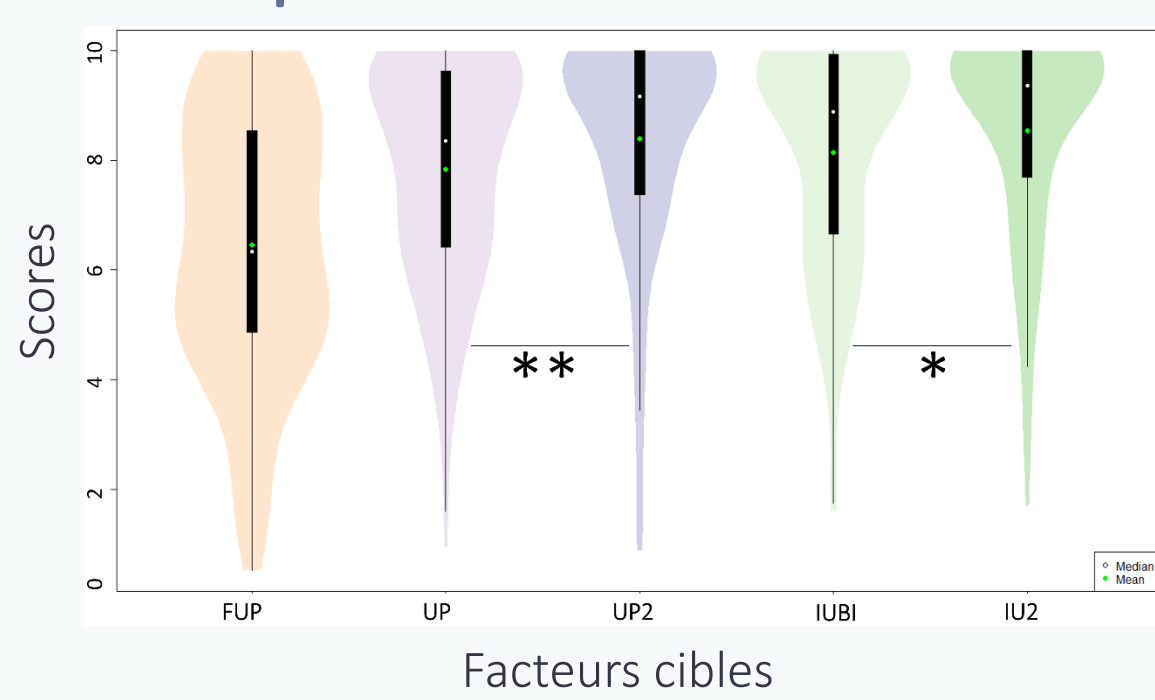
- [I]** (i) Analyse en composantes principales (ACP) : réduire le nombre de facteurs
- (ii) Méthode Elbow : déterminer le nombre de clusters à partir des facteurs conservés.

- [II]** (i) K-mean clustering: répartir les répondants en clusters (1 cluster ⇔ 1 type de profil de patients).
- (ii) Pour chaque cluster : *régressions et corrélations* pour identifier les facteurs à personnaliser.

- [III]** (i) Arbre de classification : classer les nouveaux sujets dans leur cluster.
- (ii) « Leave-one-out cross validation » (LOOV) : valider l'arbre construit.

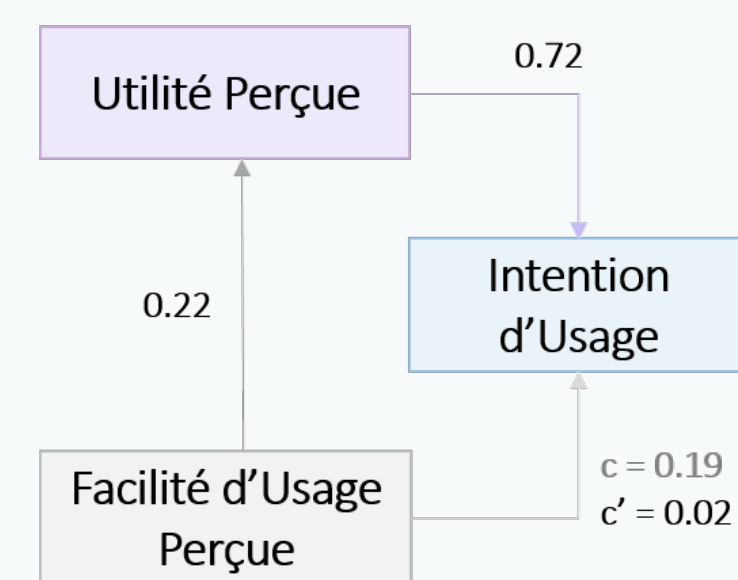
## 3. RÉSULTATS – Identifier les facteurs à prendre en compte pour la personnalisation

### 1. Niveau d'acceptabilité



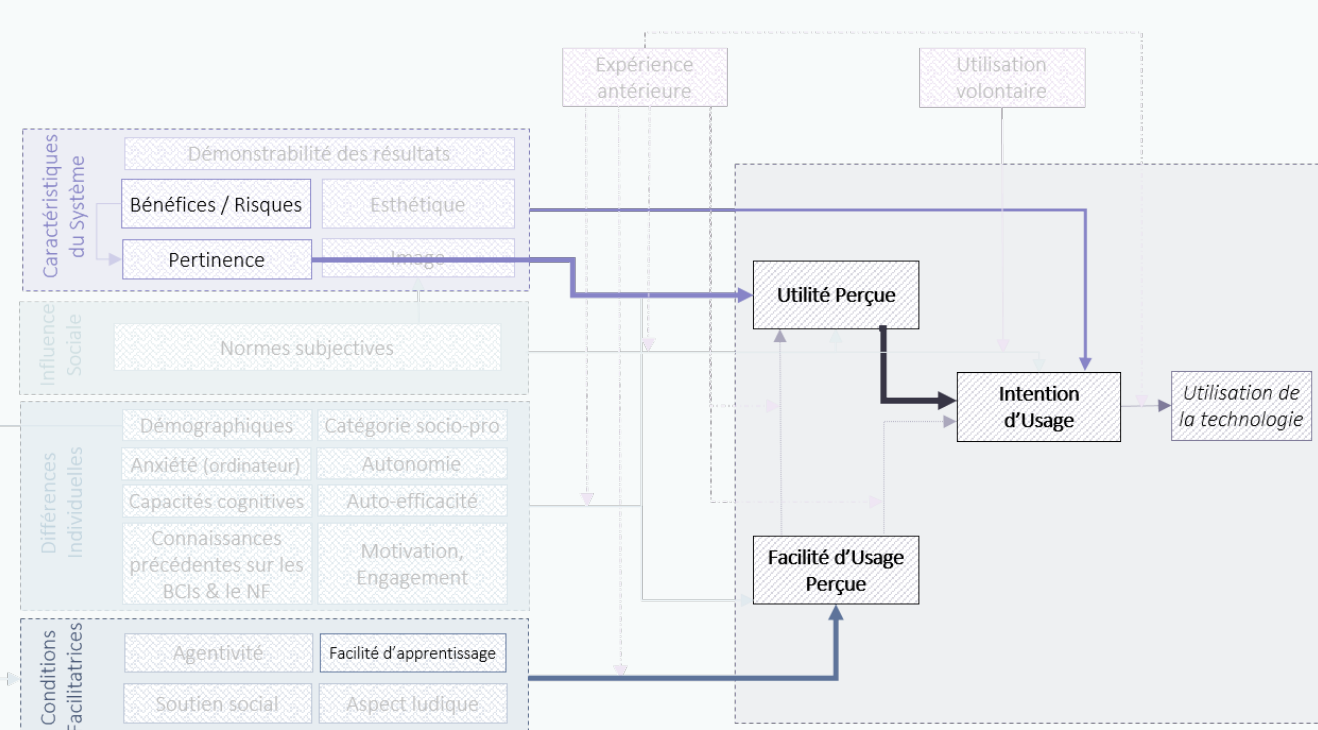
Analyses: test de Wilcoxon apparié [UP1-UP2,  $p < .005$ , IU1-IU2,  $p < .05$ ]  
Conclusion: Grande acceptabilité; Influence significative et positive de la vidéo.

### 2. Relation entre les facteurs cibles



Analyses: analyses de médiation  $R^2 = 0.60$  ( $p < 0.001$ )  
Conclusion: L'effet de FUP sur IU est presque entièrement médié par UP.

### 3. Variables influençant le plus les facteurs cibles

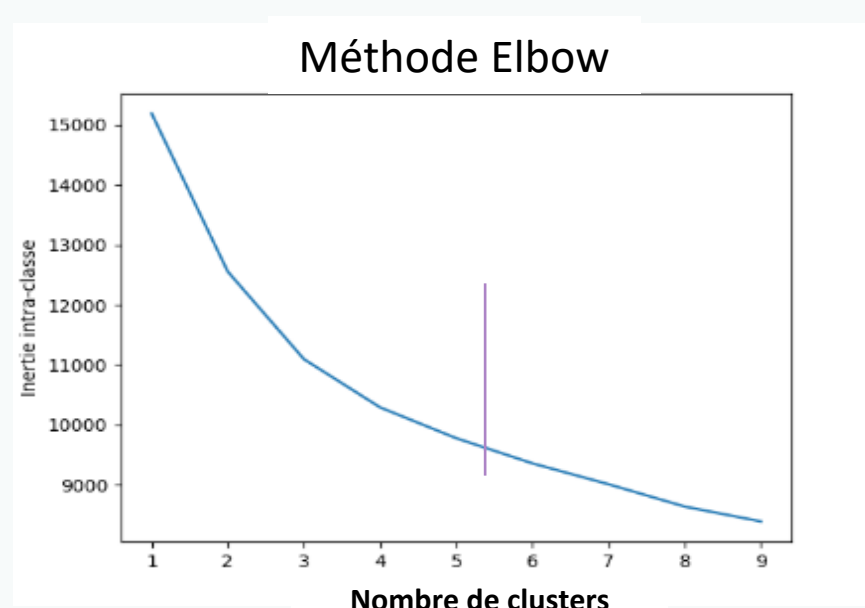


Facteurs cibles	% of var. expliquée ( $R^2$ )
IU (2)	66.79%
UP (2)	60.03%
FUP	48.53%

Analyses: régressions avec l'algorithme Elastic Net  
Conclusion: La "facilité d'apprentissage" influence le plus FUP. La "pertinence scientifique" agit sur UP, qui elle-même a une forte influence sur IU. IU est aussi modérément influencée par la "pertinence scientifique" et le "ratio bénéfices/risques".

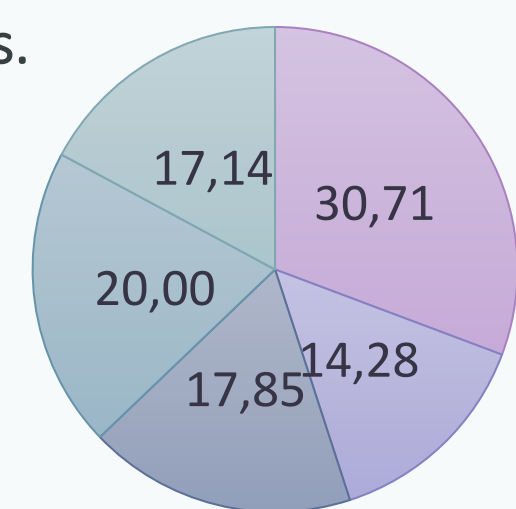
### 4. Profils de patients & personnalisation

- [I]** (i) ACP : réduction de 27 à 15 facteurs
- (ii) Méthode Elbow à partir des 15 facteurs issus de l'ACP : 5 clusters.



Nombre de clusters	Inertie	%	Diminution (points de %)
1	10575	100	
2	8071,8	76,33	23,67
3	7039,4	66,57	9,76
4	6408,7	60,60	5,96
5	6068,8	57,39	3,21
6	5775,1	54,61	2,78
7	5565,7	52,63	1,98

- [II]** (i) K-mean clustering.
- (ii) Pour chaque cluster : *régressions et corrélations*.



- Cluster 1 (pertinence scientifique, facilité d'apprentissage)
- Cluster 2 (bénéfices/risques, pertinence scientifique, facilité d'apprentissage, esthétique, démontrabilité des résultats)
- Cluster 3 (bénéfices/risques, pertinence scientifique)
- Cluster 4 (aucun)

Pourcentage de patients attribués à chaque cluster & facteurs de personnalisation associés

- [III]** (i) Arbre de classification
- (ii) LOOV : Performance de classification : 65,00 % (*niveau de hasard pour  $\alpha=5%$  : 30,75%*)

Clusters réels	Clusters prédits				
	1	2	2	4	5
1	32	6	1	2	2
2	7	8	2	3	0
3	1	1	21	2	0
4	3	1	2	16	6
5	3	0	0	7	14

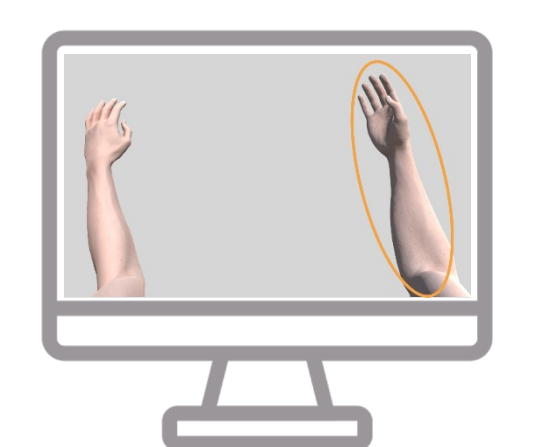
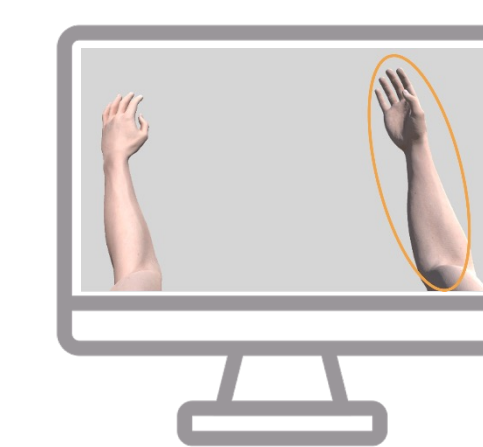
Matrice de confusion de l'arbre de classification.

## 4. PERSPECTIVE - Etude clinique contrôlée randomisée multicentrique

**OBJECTIF :** Optimiser l'acceptabilité et étudier les conséquences sur l'anxiété, l'engagement et l'amélioration motrice des patients

TÂCHE : IMAGERIE MOTRICE – CÔTÉ HÉMIPLÉGIQUE

Groupe contrôle (n=26): entraînement avec ICO standard + Groupe expérimental (n=26): entraînement ICO personnalisé en fonction du cluster



*Quelques recommandations générales pour améliorer l'acceptabilité des patients*

- ❖ Pertinence scientifique & Ratio bénéfices/risques : fournir des informations claires sur le fonctionnement de l'ICO et des preuves scientifiques de son efficacité clinique. Prendre en considération que des peurs irrationnelles ou des attentes excessives peuvent fausser le ratio bénéfices/risques, rendant inaudibles les discours scientifiques.
- ❖ Facilité d'apprentissage : les instructions doivent être claires et l'entraînement aussi motivant que possible.

CONTACT:  
elise.grevet@u-bordeaux.fr  
gasq.d@chu-toulouse.fr

FINANCEMENT: ANR-20-CE38-0008-01

### REFERENCES

- [1] Inserm (2019)
- [2] Nojima (2022), Neurorehabilitation and Neural Repair
- [3] Blain-Moraes (2012), Ergonomics
- [4] Venkatesh (2008), Decision sciences
- [5] Venkatesh (2012), MIS quarterly
- [6] Thüring and Mahlke (2007), International Journal of Psychology

