

Réadaptation Post-AVC

Gant robotisé et réalité virtuelle
pour la récupération de la main

Camille E. Proulx, PhD
Chercheuse post doctorale
École polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL)



Sujet

Découvrez comment un **gant robotisé**, combiné à la **réalité virtuelle** non immersive, peut soutenir la **récupération fonctionnelle** de la main après un AVC.

1

Survol des grandes étapes de développement de la technologie

2

Démonstration de la technologie

3

Réflexion/discussion sur l'intégration de la technologie en milieu clinique



Vie personelle



Réadaptation



Les meilleures pratiques AVC^{1,2}



Débuter
rapidement



Thérapie basée
sur l'activité



Réadaptation
engageante et
stimulante



Combinaison
de plusieurs
modalités



Répétition
massive

Les contraintes contextuelles



Temporelle



Équipement



Personnelle



Financière

Ma piste de solution

La récupération sensorimotrice de la main post-
AVC

Le développement d'une nouvelle intervention qui permet la **répétition massive de mouvements de la main à l'extérieur du temps de thérapie conventionnelle** en contexte **RFI!**



Recherche dans la littérature

4,5

Review Article

Review of the effects of soft robotic gloves for activity-based rehabilitation in individuals with reduced hand function and manual dexterity following a neurological event

Camille E Proulx^{1,2}, Myrka Beaulac¹, Mélissa David¹,
Catryne Deguire¹, Catherine Haché¹, Florian Klug³,
Mario Kupnik³, Johanne Higgins^{1,4} and Dany H. Gagnon^{1,4}



Somesthetic, Visual, and Auditory Feedback and Their Interactions Applied to Upper Limb Neurorehabilitation Technology: A Narrative Review to Facilitate Contextualization of Knowledge

Camille E. Proulx^{1,2}, Manouchka T. Louis Jean¹, Johanne Higgins^{1,2}, Dany H. Gagnon^{1,2} and Numa Dancause^{3,4}



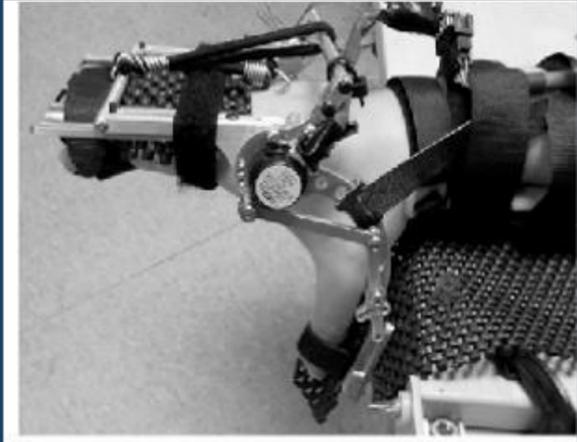


Figure. The FES Hand Glove 200



Gloreha Lite Glove



Gloreha professional



VAEDA

HandinMind

Assistive mode

Therapeutic mode

Hardware & assistive software

1. Arm
2. Connection
3. User controls
4. Gear
5. Control unit
6. Batteries
7. Strap-wrap
8. Jaw strap

Therapeutic software:

- Simultaneous finger coordination**
Adapt different hand postures in order to control tools or avoid bumps
- Strength**
Modulate hand aperture with different levels of resistance in order to control tools or avoid bumps
- Sequential finger coordination (& motor memory)**
Coordinate thumb opposition movements in order to play a song



Recherche dans la littérature ^{4,5}

Review Article

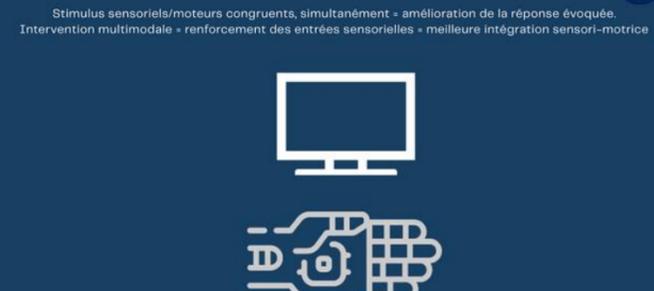
Review of the effects of soft robotic gloves for activity-based rehabilitation in individuals with reduced hand function and manual dexterity following a neurological event

Camille E Proulx^{1,2}, Myrka Beaulac¹, Mélissa David¹,
Catryne Deguire¹, Catherine Haché¹, Florian Klug³,
Mario Kupnik³, Johanne Higgins^{1,4} and Dany H. Gagnon^{1,2}



Somesthetic, Visual, and Auditory Feedback and Their Interactions Applied to Upper Limb Neurorehabilitation Technology: A Narrative Review to Facilitate Contextualization of Knowledge

Camille E. Proulx^{1,2}, Manouchnka T. Louis Jean¹, Johanne Higgins^{1,2}, Dany H. Gagnon^{1,2}
and Num...





Stimulus sensoriels/moteurs congruents, simultanément = amélioration de la réponse évoquée.
Intervention multimodale = renforcement des entrées sensorielles = meilleure intégration sensori-
motrice



Recherche dans la littérature

4,5

Review Article

Review of the effects of soft robotic gloves for activity-based rehabilitation in individuals with reduced hand function and manual dexterity following a neurological event

Camille E Proulx^{1,2}, Myrka Beaulac¹, Mélissa David¹,
Catryne Deguire¹, Catherine Haché¹, Florian Klug³,
Mario Kupnik³, Johanne Higgins^{1,4} and Dany H. Gagnon^{1,4}



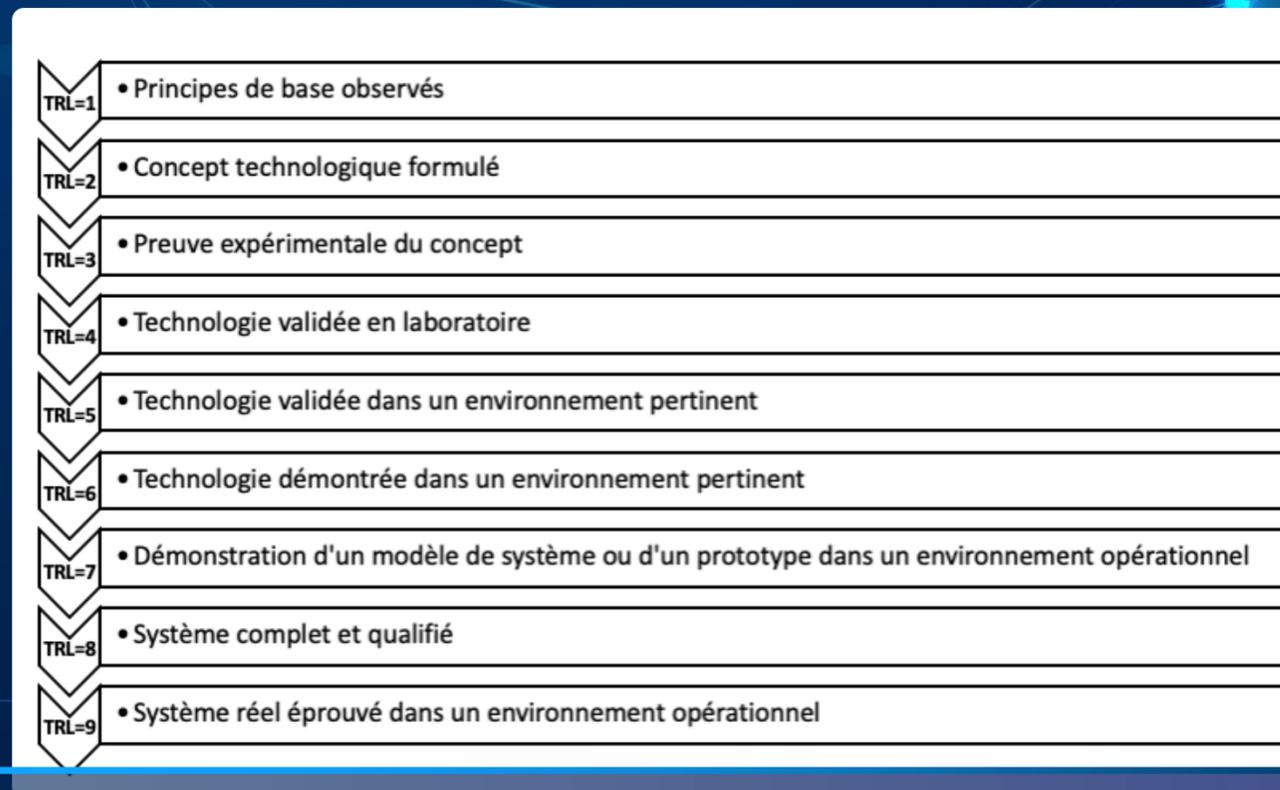
Somesthetic, Visual, and Auditory Feedback and Their Interactions Applied to Upper Limb Neurorehabilitation Technology: A Narrative Review to Facilitate Contextualization of Knowledge

Camille E. Proulx^{1,2}, Manouchnka I. Louis Jean¹, Johanne Higgins^{1,2}, Dany H. Gagnon^{1,2} and Numa Dancause^{3,4}

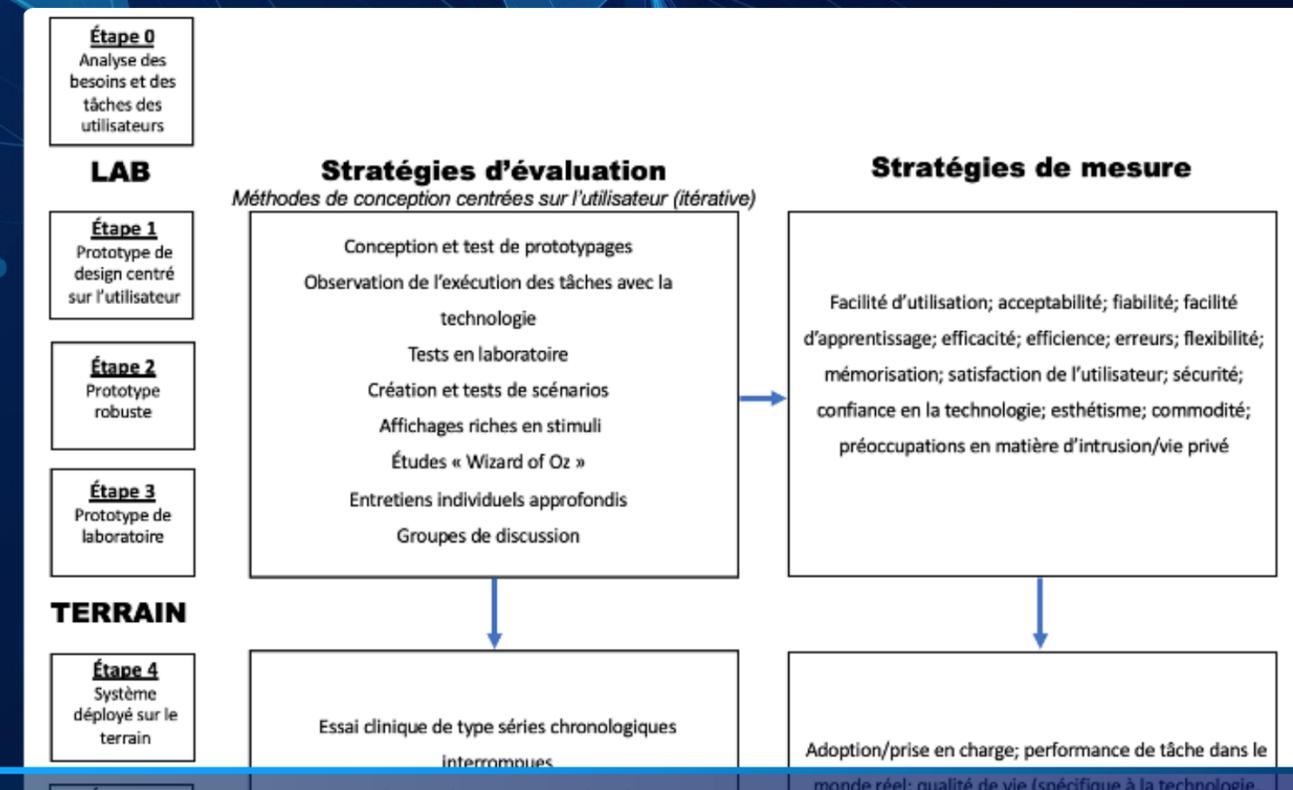


Modèles de développement

6,7



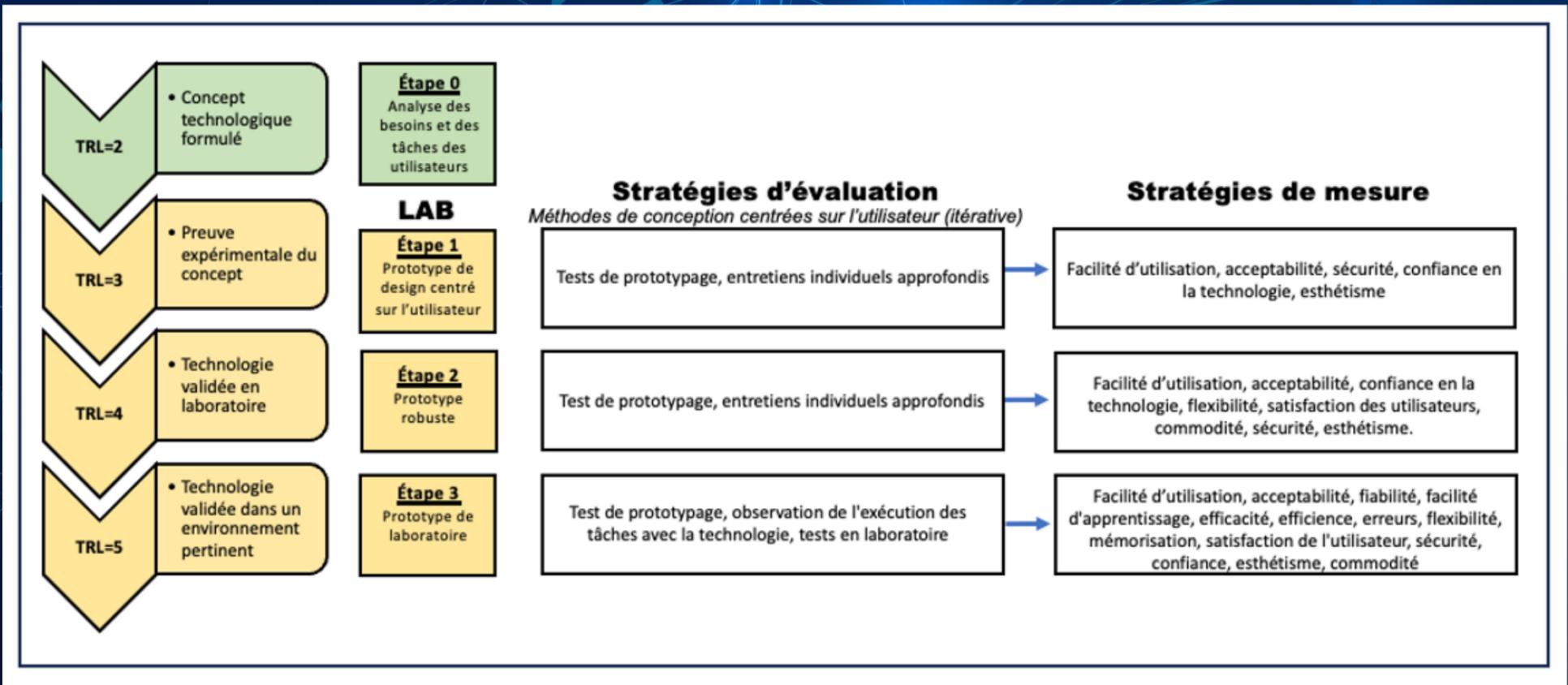
Traduction libre des différents niveaux de maturité de la technologie
(Technology Readiness Level-TRL)



Traduction libre du Modèle explicatif du processus de développement et d'évaluation d'une technologie de Schulz et al., (2015)

Les différentes étapes de développement

- 01 Valider l'utilité d'un gant souple robotisé pour la réadaptation de la main
 - Ergo (n=14)
- 02 Co-développer un programme d'intervention stimulant avec un gant et une interface RV
 - Personnes AVC (n=14)
- 03 Évaluer le faisabilité, la sécurité, la satisfaction et l'efficacité du programme
 - Personnes AVC (n=11)



Les différentes étapes de développement ⁸

01

Valider l'utilité d'un gant souple robotisé pour la réadaptation de la main

- Ergo (n=14)

02

Co-développer un programme d'intervention stimulant avec un gant et une interface RV

- Personnes AVC (n=14)

03

Évaluer le faisabilité, la sécurité, la satisfaction et l'efficacité du programme

- Personnes AVC (n=11)



bTrained
Canada

UdeM

Université
de Montréal

Réadaptation - AVC

User Name:

Add New
User

User
Configuration

Exercise
Menu

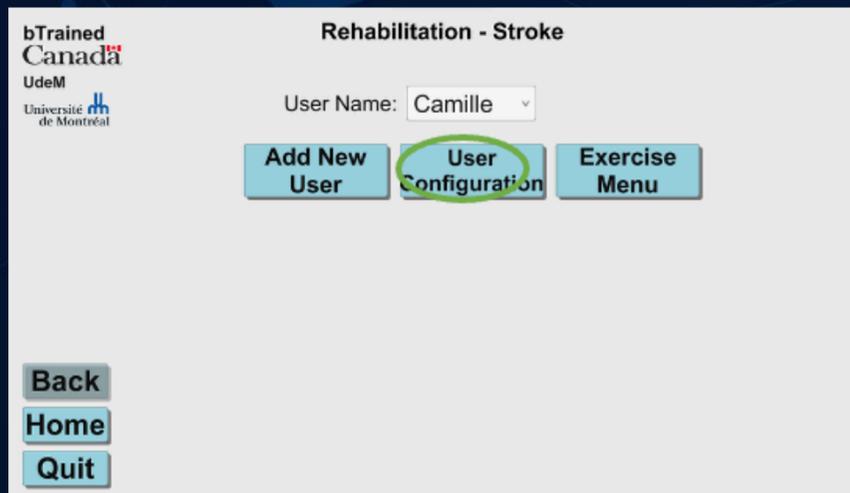
Back

Home

Quit

btrained2.0

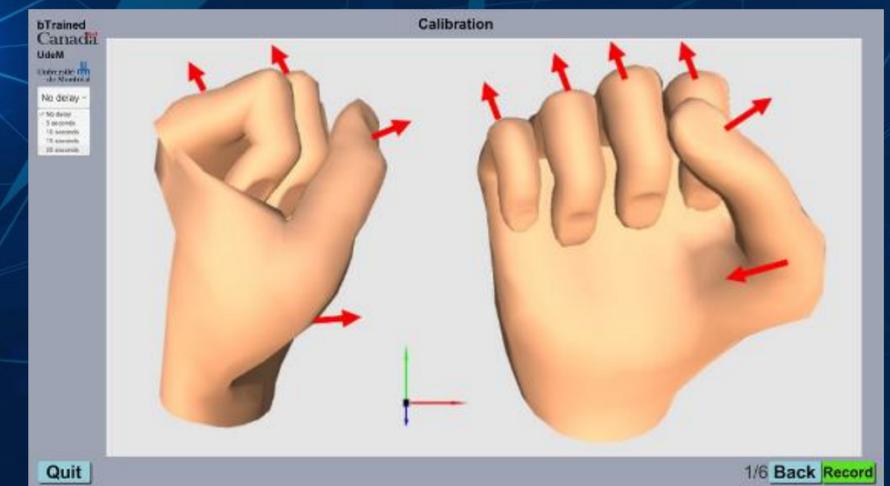
Modifications apportées avant l'étude de faisabilité



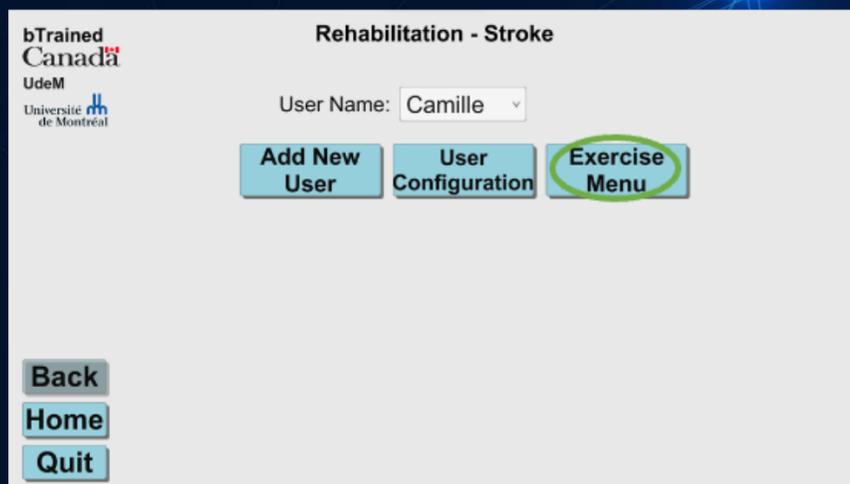
Page principale



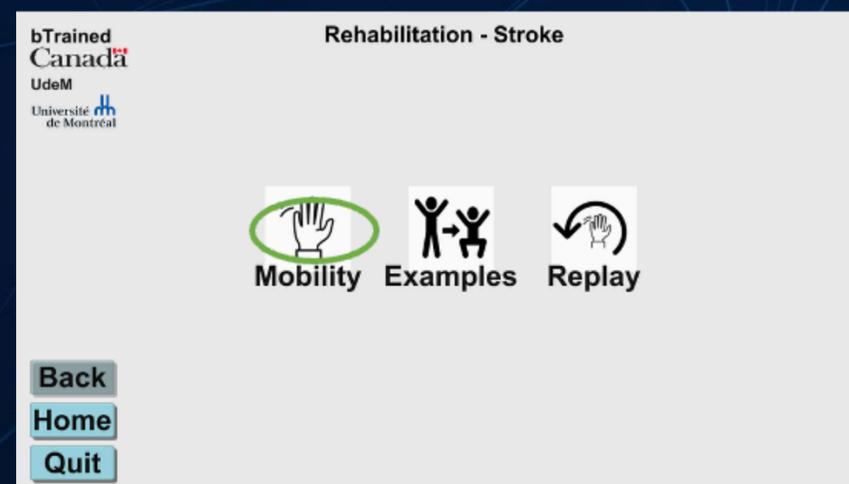
Configuration



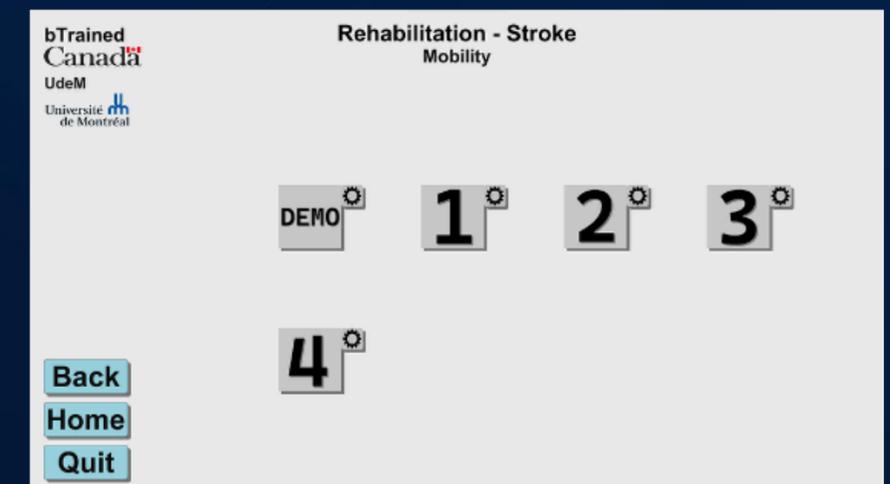
Calibration



Page principale



Menu exercice



Exercices de mobilité

btrained2.0

Modifications apportées avant l'étude de faisabilité

bTrained
Canada
UdeM
Université
de Montréal

Exercise completed

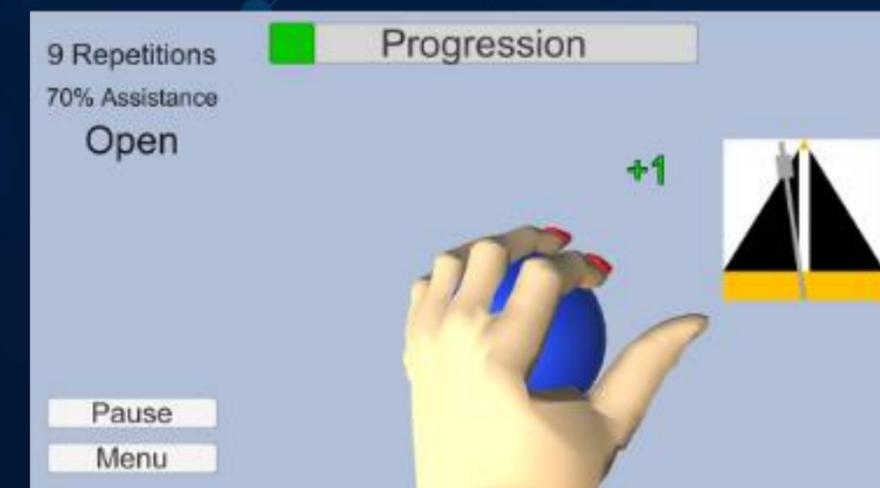
63 Seconds
16 Repetitions
70% Assistance

Menu

See chart



Exercice Niveau 1



Exercice Niveau 3



Faisabilité du programme⁹

01 Entraînement

Taux de présence: 96% (48/50 sessions)
Taux de conformité au programme: 95% (1432min/1500min)
Durée médiane d'entraînement réel: 24min39sec/session de 30min

02 Intensité

Nombre de répétition médian/session: 260 (min=65;max=632)

03 Indépendance

Indépendance pour mettre le gant: 80% (4/5 participants)
Durée médiane pour mettre le gant seul: 46sec (min=14; max=225)
Navigation indépendante médiane: 6e séance (min=2;max=7)



Constats additionnels⁹

Sécurité, satisfaction, fonction



Sécurité

- Aucun effet indésirable
- Présence de fatigue



Satisfaction

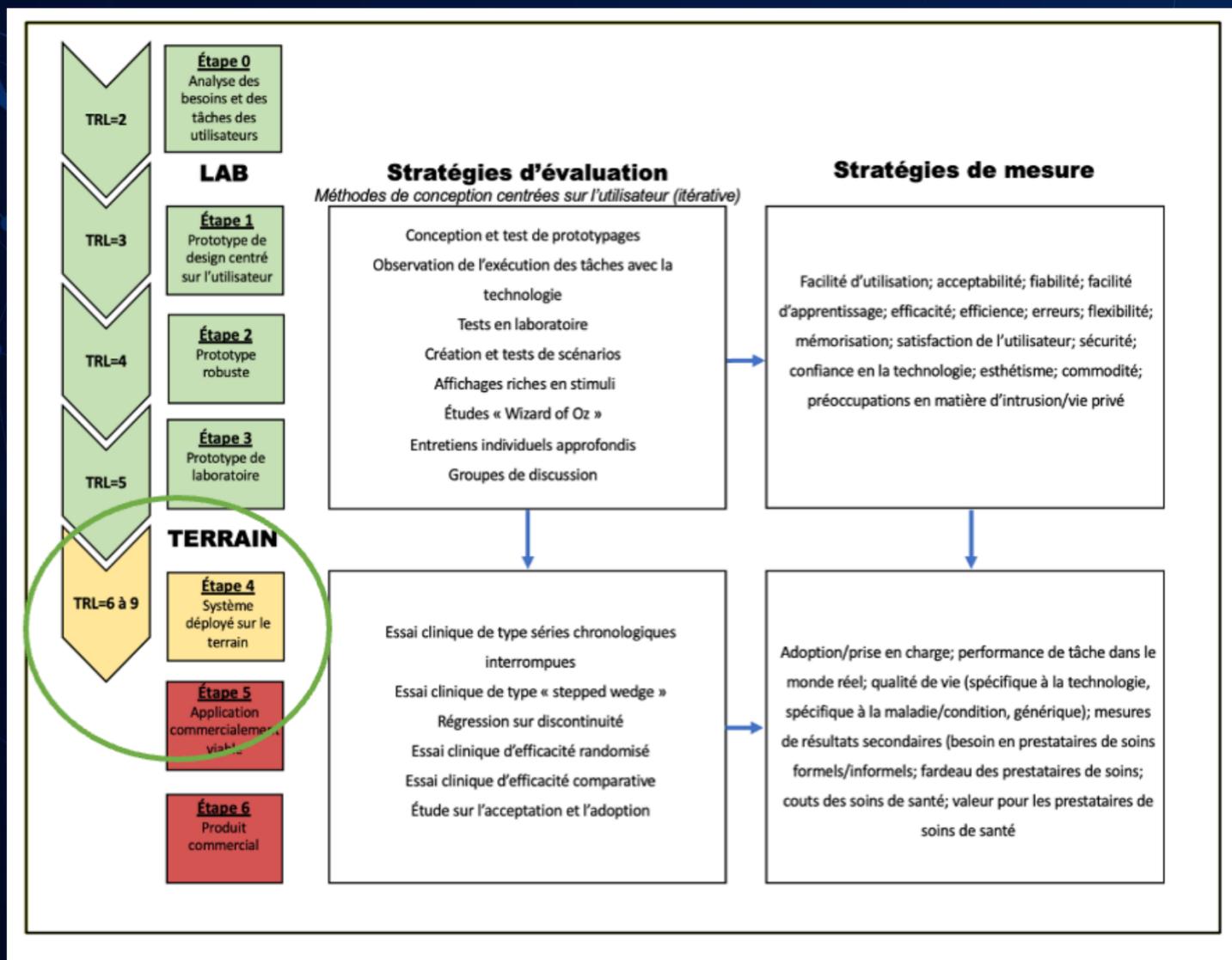
- Satisfaisant
- Motivant
- Facile d'utilisation
- Sentiment d'amélioration



Amélioration fonctionnelle

- ARAT
- FMA-UE
- BBT
- ABILHAND

Les différentes étapes de développement



Gants robotisés commerciaux¹⁰



Google search

Google robotic glove for rehab

Tous Shopping Images Vidéos Vidéos courtes Web Vols Plus

Affiner les résultats

Meilleur À proximité En promotion Moins de 250 CHF

Sponsorisé :

							
Rehabilitation-Roboter-... 69.98 CHF Ortorex.ch Livraison gratuite	Rehabilitation robot gloves, ... 134.93 CHF NineLife CH + 9.95 CHF de f...	XUETAO Rehabilitation... 154.21 CHF NineLife CH + 9.95 CHF de f...	Rehabilitation Robot Gloves, ... 166.19 CHF NineLife CH + 9.95 CHF de f...	KWYBOW Hand Rehabilitation... 192.77 CHF NineLife CH + 9.95 CHF de f...	Rehabilitation Robot Glove for... 138.79 CHF NineLife CH + 9.95 CHF de f...	Rehabilitation Robot Gloves, ... 192.77 CHF NineLife CH + 9.95 CHF de f...	Sayorg Rehabilitation... 134.93 CHF NineLife CH + 9.95 CHF de f...

Trier par

Pertinence

Prix : ordre croissant

Prix : ordre décroissant

Note : ordre décroiss...

Prix

Moins de 250 CHF

Plus de 250 CHF

CHF CHF OK

Marque

Wish

21st Century A...

Magasins



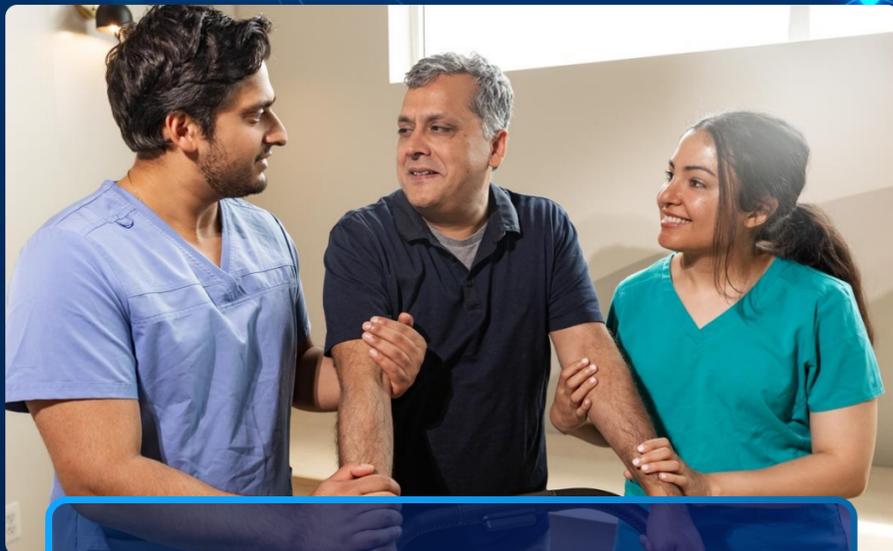




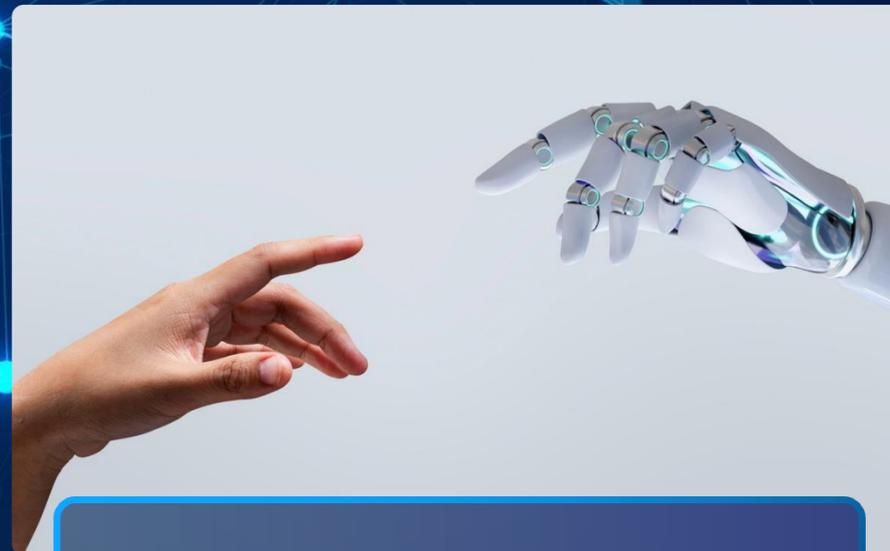




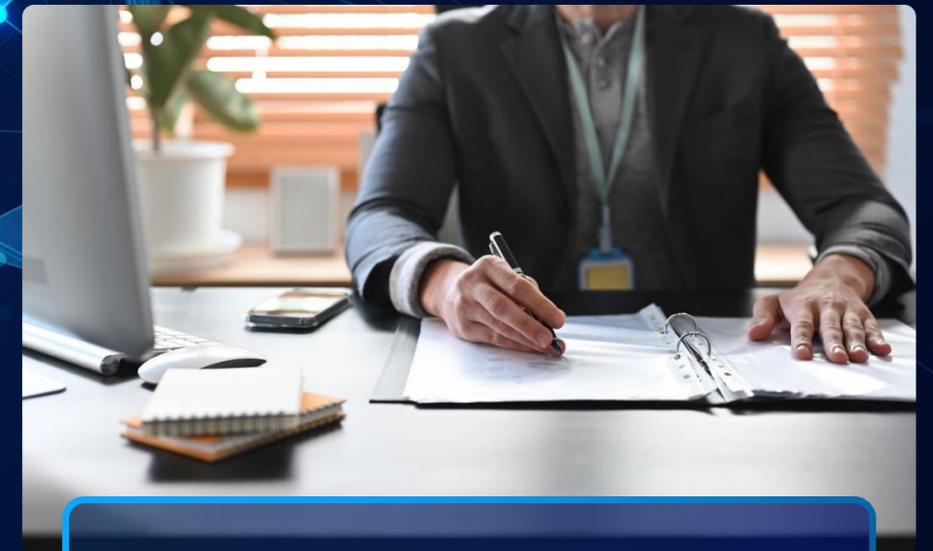
Pistes de discussion



Comment optimiser la **transition de la recherche vers la clinique** tout en conciliant l'**accessibilité rapide** de technologies disponibles sur le marché et la nécessité d'utiliser des **dispositifs validés scientifiquement**?



Selon vous, quels sont **les risques** pour la pratique professionnelle et pour les patients d'adopter des solutions **technologiques non validées scientifiquement**?



Quel rôle devraient jouer les **gestionnaires, chercheurs et cliniciens** pour orienter les décisions d'**achat et d'intégration de technologies** afin de garantir à la fois efficacité et sécurité pour les patients?

Remerciement



Dany Gagnon



Johanne Higgins



Thomas Vaughen
Mark Hewko
Denis Laroche



Marika Demers



Références

1. Teasell, R., Hussein, N., Viana, R., Madady, M., Donaldson, S., McClure, A., & Richardson, M. (2016). Stroke rehabilitation clinician handbook. London, ON: Evidence-Based Review of Stroke Rehabilitation.
2. Teasell, R., Salbach, N. M., Foley, N., Mountain, A., Cameron, J. I., Jong, A. de, Acerra, N. E., Bastasi, D., Carter, S. L., Fung, J., Halabi, M.-L., Iruthayarajah, J., Harris, J., Kim, E., Noland, A., Pooyania, S., Rochette, A., Stack, B. D., Symcox, E., ... Lindsay, M. P. (2020). Canadian Stroke Best Practice Recommendations: Rehabilitation, Recovery, and Community Participation following Stroke. Part One: Rehabilitation and Recovery Following Stroke; 6th Edition Update 2019. *International Journal of Stroke*, 15(7), 763–788. <https://doi.org/10.1177/1747493019897843>
3. Mudge, S., Hart, A., Murugan, S., & Kersten, P. (2017). What influences the implementation of the New Zealand stroke guidelines for physiotherapists and occupational therapists? *Disability and Rehabilitation*, 39(5), 511–518.
4. Proulx CE, Beaulac M, David M, Deguire C, Haché C, Klug F, et al. Review of the effects of soft robotic gloves for activity-based rehabilitation in individuals with reduced hand function and manual dexterity following a neurological event. *J Rehabil Assist Technol Eng*. 2020;7:2055668320918130.
5. Proulx CE, Louis Jean MT, Higgins J, Gagnon DH, Dancause N. Somesthetic, Visual, and Auditory Feedback and Their Interactions Applied to Upper Limb Neurorehabilitation Technology: A Narrative Review to Facilitate Contextualization of Knowledge. *Front Rehabil Sci*. 2022;7.
6. Mankins JC. Technology readiness levels. *White Pap April*. 1995;6(1995):1995.
7. Schulz R, Wahl HW, Matthews JT, De Vito Dabbs A, Beach SR, Czaja SJ. Advancing the aging and technology agenda in gerontology. *The Gerontologist*. 2015;55(5):724–34.
8. Proulx, C. (2024). Développement et faisabilité d'une intervention avec un gant souple robotisé couplé à un environnement virtuel pour la neuroréadaptation.
9. Proulx CE, Higgins J, Vaughan T, Hewko M, Gagnon DH. Poststroke Neurorehabilitation Using a Soft Robotic Glove Combined With a Virtual Environment: Preliminary Study on Feasibility, Safety, Effects, and User Satisfaction. *JMIR Neurotech* 2025;4:e69750. doi: [10.2196/69750](https://doi.org/10.2196/69750)
10. Caeiro-Rodríguez, M., Otero-González, I., Mikic-Fonte, F. A., & Llamas-Nistal, M. (2021). A systematic review of commercial smart gloves: Current status and applications. *Sensors*, 21(8), 2667.