



# L'apport des technologies XR à la prévention de la perte d'autonomie

Arnaud Boujut  
Matinée Scientifique de l'IFRATH

7 mai 2026

# Prévenir la perte d'autonomie fonctionnelle

**Activités de la vie quotidienne** : Katz et al. (1963)

Se nourrir ; S'habiller ; Se laver ; Utiliser les toilettes ;  
Se déplacer

**Activités instrumentales de la vie quotidienne** : Lawton &  
Brody (1969)

Préparer les repas ; Faire le ménage ; Gérer son budget ;  
Prendre ses médicaments ; Faire les courses ; Utiliser les  
transports ; Communiquer



Les troubles cognitifs figurent parmi les facteurs ayant une forte association avec le déclin fonctionnel

(e.g., Stuck et al. 1999)

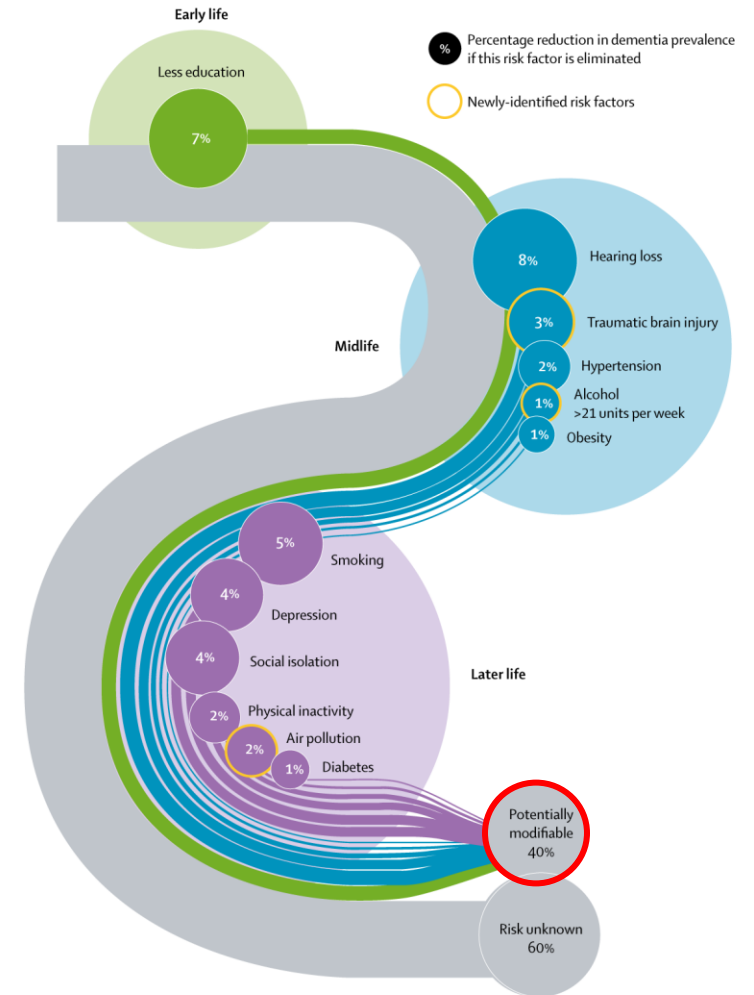
Les activités cognitives stimulantes (e.g., les loisirs, l'éducation, la profession) ont un impact majeur sur le vieillissement cognitif (e.g., Stern, 2021)

Les interventions cognitives pourraient réduire de manière significative la prévalence de l'inactivité cognitive

(Barnes & Yaffe, 2011)



**Risk factors for dementia**  
An update to the *Lancet* Commission on Dementia prevention, intervention, and care presents a life-course model showing that 12 potentially modifiable risk factors account for around 40% of worldwide dementias



Livingston G, Huntley J, Sommerlad A, et al. Dementia prevention, intervention, and care: 2020 report of the *Lancet* Commission. *The Lancet* 2020.

# L'un des principaux défis des interventions cognitives

## La généralisation vers la vie quotidienne



LUMOSITY HOME / BRAIN GAMES / ATTENTION GAMES

### Trouble Brewing

In this game, your task is to fill multiple coffee orders at once. The more orders you take on, the harder it becomes to fill them successfully. This task challenges divided attention — your ability to simultaneously respond to multiple tasks

#### Divided Attention

Divided attention refers to the ability to simultaneously respond to multiple tasks or task demands.

Sign up to play



# Transfer is quite limited

Trends in Cognitive Sciences



© 2020 American Psychological Association  
ISSN: 0096-3445

Journal of Experimental Psychology: General

2020, Vol. 150, No. 4, 729-738  
<http://dx.doi.org/10.1037/xge0000773>

Opinion

Cognitive Training Does  
General Cog

CLINICAL TRIAL article

Front. Neurol., 03 December 2020 | <https://doi.org/10.3389/fneur.2020.606873>

Brain Training Habits Are Not Associated With Generalized Benefits to  
Cognition: An Online Study of Over 1000 “Brain Trainers”



s, and Adrian M. Owen

Giovanni Sala<sup>1,3</sup> and Fernand

**Effects of Computerized Updating and Inhibition Training  
in Older Adults: The ACTOP Three-Arm Randomized  
Double-Blind Controlled Trial**

Arnaud Boujut<sup>1,2</sup>, Lynn Valeyry Verty<sup>1,2</sup>, Samantha Maltezos<sup>1,2</sup>, Maxime Lussier<sup>1,3</sup>, Samira Mellah<sup>1</sup>, Louis  
Bherer<sup>1,3,4</sup> and Sylvie Belleville<sup>1,2,5\*</sup>

Psychology and Aging  
2017, Vol. 32, No. 8, 732–746



Working Memory Training in Older Adults: Bayesian  
the Absence of Transfer

Sabrina Guye  
University of Zurich

**Evidence against benefits from cognitive training and  
transcranial direct current stimulation in healthy older  
adults**

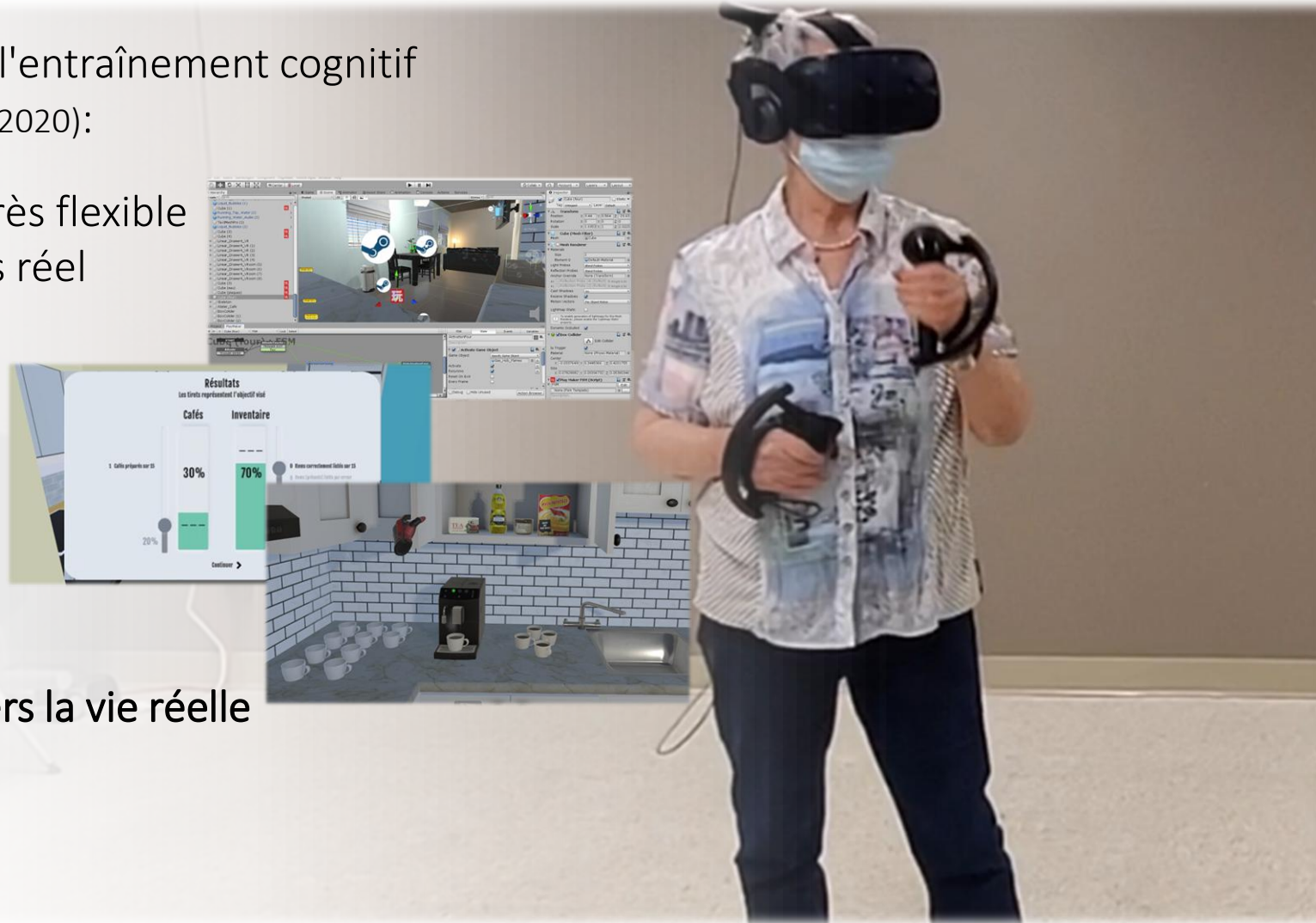
[Kristina S. Horne](#) , [Hannah L. Filmer](#), [Zoie E. Nott](#), [Ziarah Hawi](#), [Kealan Pugsley](#), [Jason B. Mattingley](#) & [Paul  
E. Dux](#)

Clai  
Bc [Nature Human Behaviour](#) **5**, 146–158 (2021) | [Cite this article](#)

# Vers des interventions cognitives plus écologiques/holistiques

Le potentiel de la RV immersive pour l'entraînement cognitif des personnes âgées (Bauer et Andringa, 2020):

- un environnement de formation très flexible
- feedback dynamiques et en temps réel
- données de haute résolution
- haut niveau de motivation
- haut niveau de flow
- multisensoriel
- haut niveau de présence
- **Comportements moteurs**
- **Intégration multisensorielle**
- **Le réalisme aiderait au transfert vers la vie réelle**



# Les technologies XR

Où "X" représente une variable inconnue couvrant différentes formes de réalités

P.A. Rauschnabel et al.

Computers in Human Behavior 133 (2022) 107289

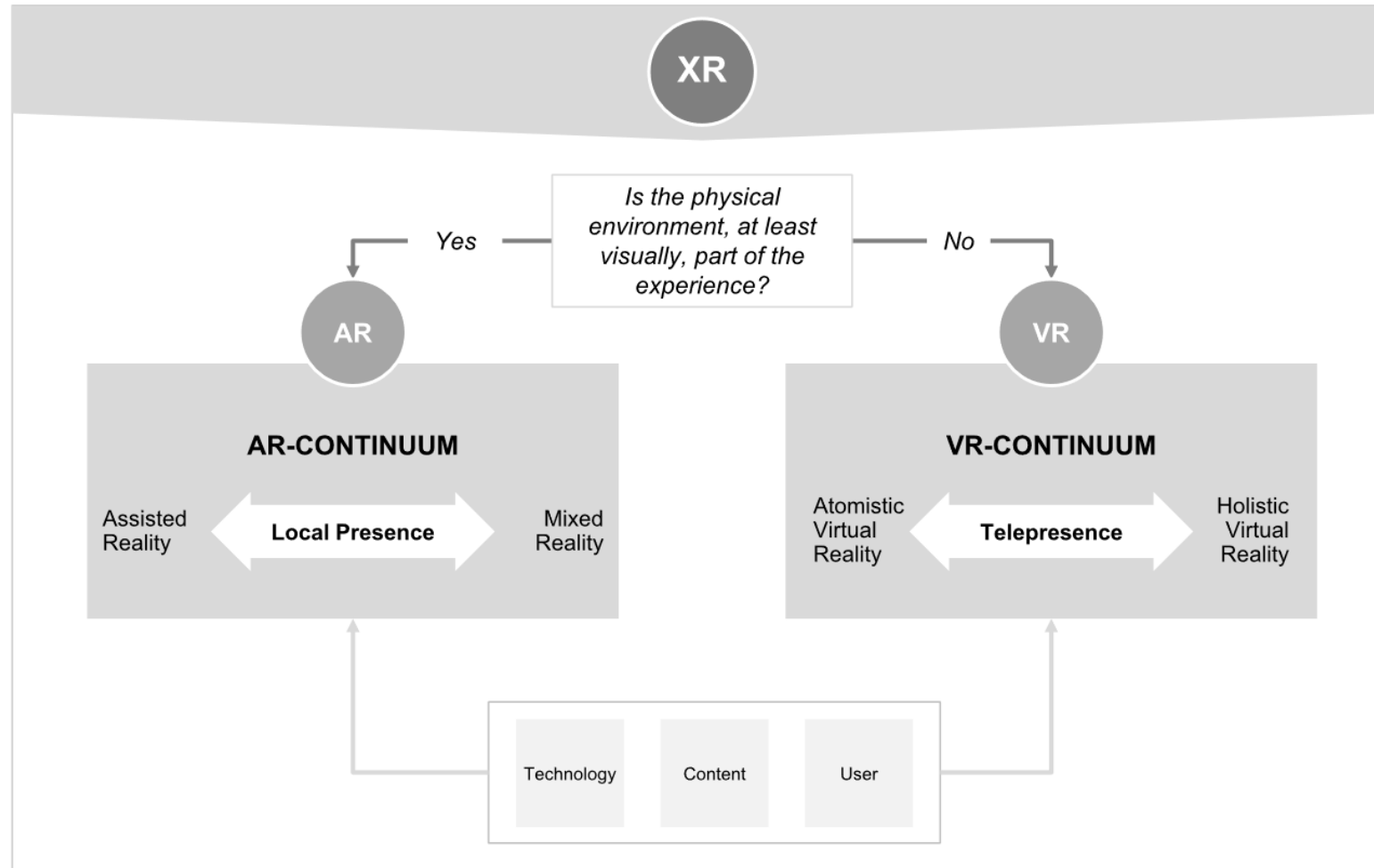


Fig. 4. XReality (XR) framework: Augmented and Virtual Reality.

# Projet de recherche DAILEE-VR

## Divided Attention In Living Environment Enhanced by Virtual Reality



Pr. Sylvie Belleville



**Un appartement réel conçu pour les expérimentations aux CRIUGM**

Boujut, A., Dagenais, R., Lemieux, V. & Belleville, D. *En préparation*



Labo Belleville Lab

Université   
de Montréal

# Projet de recherche DAILEE-VR

## Divided Attention In Living Environment Enhanced by Virtual Reality

### L'évaluation dans le monde réel

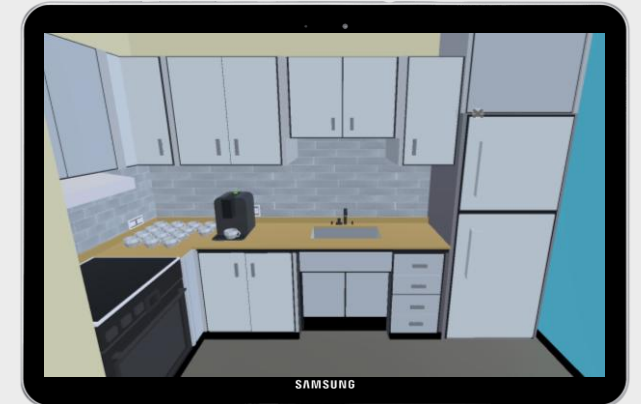


Un appartement réel conçu pour les expériences dans notre centre de recherche

### L'entraînement dans le monde virtuel



Réalité virtuelle immersive



Tablette

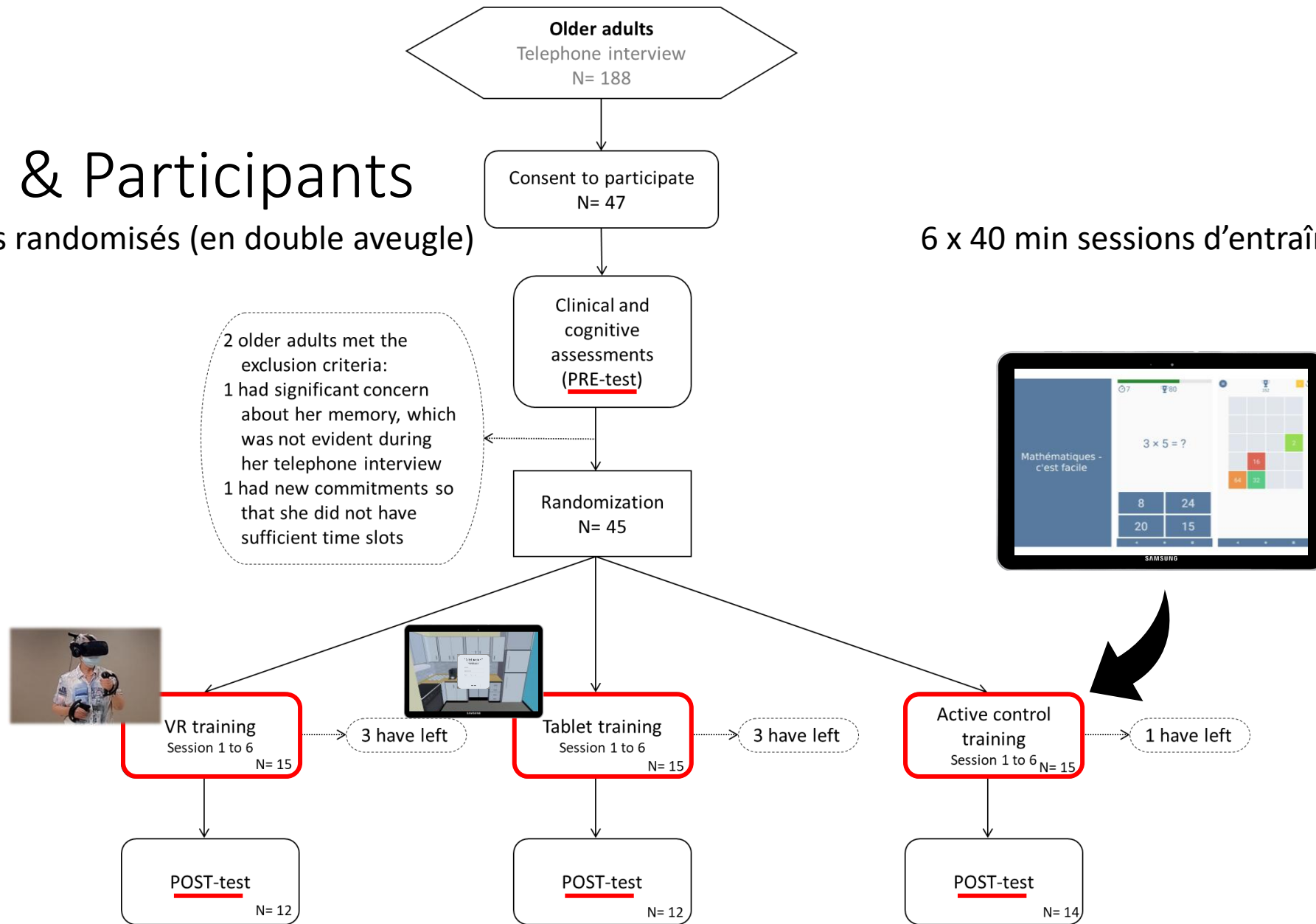
Entraînement à priorité variable (e.g., Bier, Ouellet et Belleville, 2018; Belleville et al. 2014) appliquée à une double tâche écologique

**Hypothèse de transfert dans l'appartement réel :** Entraînement immersif en RV > Entraînement non-immersif sur tablette

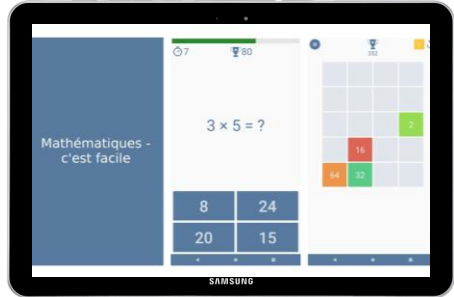
# Design & Participants

45 adultes âgés randomisés (en double aveugle)

6 x 40 min sessions d'entraînement



2 older adults met the exclusion criteria:  
1 had significant concern about her memory, which was not evident during her telephone interview  
1 had new commitments so that she did not have sufficient time slots



# Café & Inventaire

Une tâche à priorité variable

Préparez des cafés pour vos invités



Up to 15 coffees in 90 seconds

# Café & Inventaire

## Une tâche à priorité variable

Jusqu'à 15 éléments à mémoriser en 90 secondes

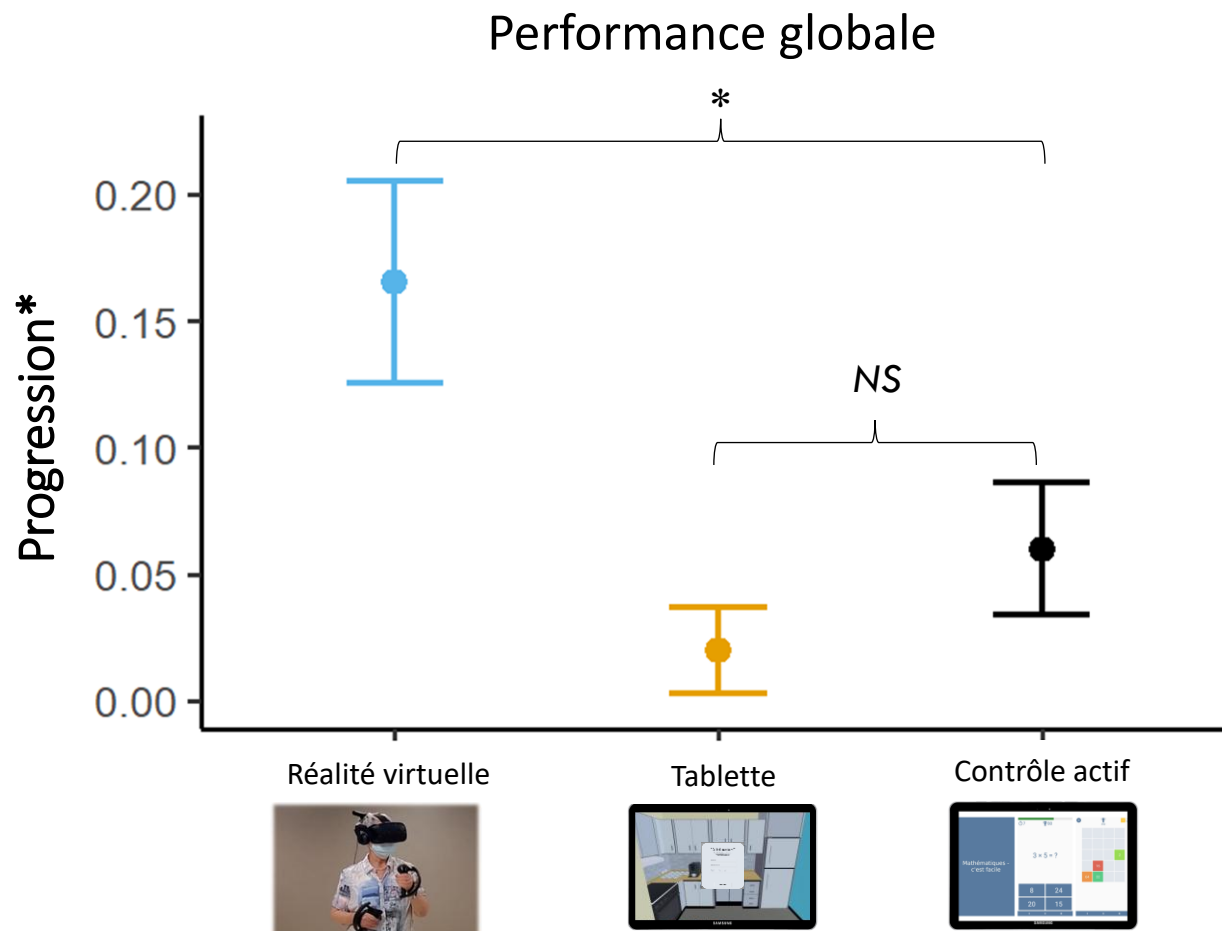


**Mesure : Performance globale** (toutes priorités confondues)  
(nombre de cafés préparés + articles d'épicerie mémorisés (moins les fausses alarmes))

# Projet de recherche DAILEE-VR

## Transfert proximal dans l'appartement réel Café & Inventaire

Transfert

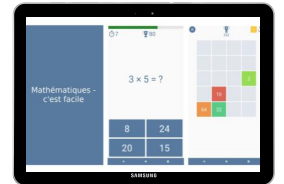
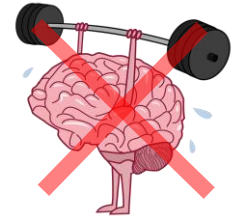


Group effect:  $F(2, 34) = 6.17, p < 0.01, \eta^2 = 0.27$

\*(POST-PRE)/PRE

# Quelle théorie derrière le transfert ?

- Nos résultats suggèrent que l'entraînement en RV prépare davantage à la situation réelle (engagement simultané des processus cognitifs et moteurs)
- La théorie des éléments identiques de Thorndike (1923) : l'alignement entre les contextes d'entraînement et de transfert favorise la généralisation des compétences.
- Le cerveau n'est pas un muscle  $\neq$  expansion des capacités (voir aussi Bastian, Belleville, Udale, Reinhartz, Essounni & Strobach 2022)
- Les attentes en matière de transfert devraient se focaliser sur l'ensemble des compétences requises pour effectuer une tâche donnée : en engageant simultanément les processus cognitifs et moteurs



# Projet de recherche TERAPACE

## Prix de l'innovation en e-santé 2024 :

Projet TERAPACE développé à 3iL

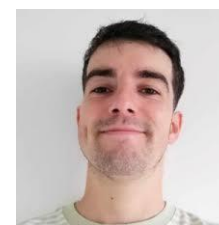


HoloLens 2

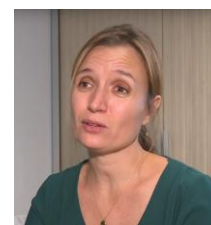
Secteur médico-social



Pr. Anaïck Perrochon



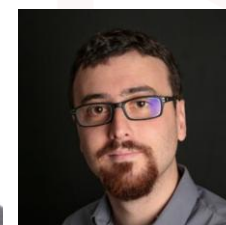
Maxime Balloufaud, Ph.D.



Dr. Julia Hamonet-Torny



Pr. Laurent Fourcade



Romain Marie, Ph.D.



# Projet de recherche TERAPACE



HoloLens 2



# Projet de recherche TERAPACE



HoloLens 2



JMIR REHABILITATION AND ASSISTIVE TECHNOLOGIES

Balloufaud et al

Original Paper

## Augmented Reality Exergames for Upcoming Cognitive-Motor Rehabilitation: User-Centered Design Approach and User Experience of Healthy Children

Maxime Balloufaud<sup>1</sup>, MSc; Arnaud Boujut<sup>1,2</sup>, PhD; Romain Marie<sup>2</sup>, PhD; Aurélie Guinaldo<sup>1</sup>, MSc; Laurent Fourcade<sup>1,3</sup>, MD, PhD; Julia Hamonet-Tomy<sup>4</sup>, MD, PhD; Anaick Perrochon<sup>1</sup>, PhD

<sup>1</sup>Univ.Limoges, HAVAE, UR 20217, F-87000 Limoges, France

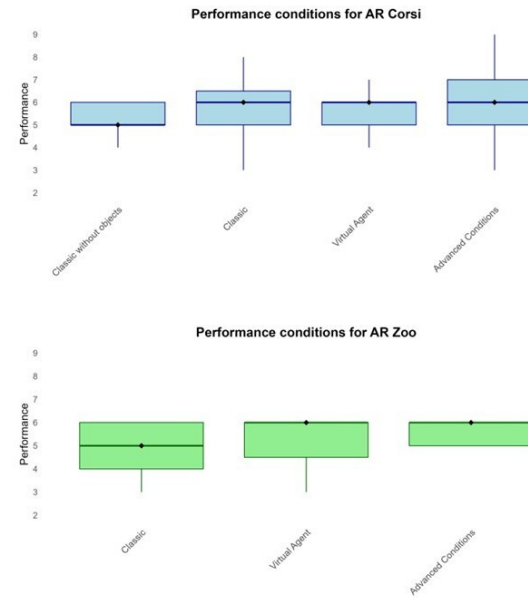
<sup>2</sup>3iL Ingénieurs, Limoges, France

<sup>3</sup>Pediatric Surgery Division, University Hospital, CHU de Limoges, Limoges, France

<sup>4</sup>Centre Hospitalier Esquirol Limoges, Limoges, France

### Corresponding Author:

Arnaud Boujut, PhD  
3iL Ingénieurs  
43 Rue de Sainte-Anne  
Limoges, 87000  
France  
Phone: 33 603300245  
Email: [boujut@3il.fr](mailto:boujut@3il.fr)



**Table 1.** Presentation of UX<sup>a</sup> results and comparison between the games.

	AR Corsi, mean (SD)	AR Zoo, mean (SD)	Game comparison, <i>P</i> value
SUS <sup>b</sup> (0 to 100)	79.9 (11.4)	76.3 (12.1)	.26
<b>AttrakDiff</b> (−3 to 3)			
Overall attractiveness	1.7 (0.7)	1.8 (0.9)	.49
Identity	0.6 (0.5)	0.7 (0.8)	.66
Pragmatic quality	1.2 (0.8)	1.3 (0.7)	.85
Stimulation	1.1 (0.7)	1.1 (0.8)	.82
MeCue (1 to 7)	5.3 (0.8)	5.4 (0.7)	.73

<sup>a</sup>UX: user experience.

<sup>b</sup>SUS: System Usability Scale.

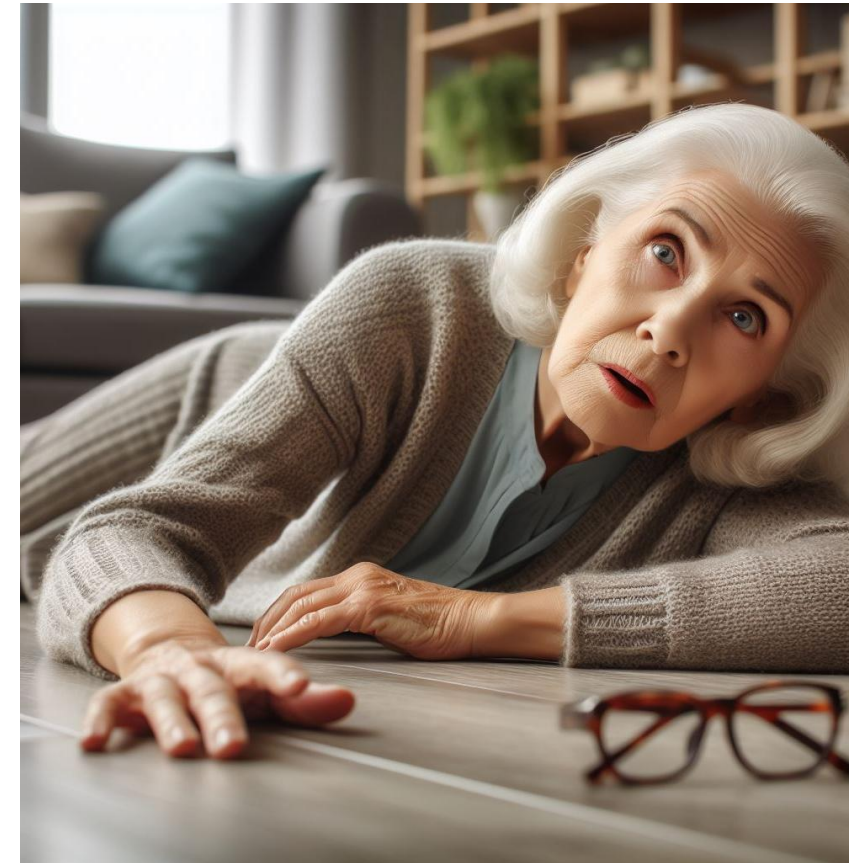


## La chute : un problème majeur de santé publique

- En France, près de 2 millions de chutes par an chez les 65 ans et plus
- Plus de 10 000 décès
- Plus de 130 000 hospitalisations
- Des répercussions directes sur l'autonomie des personnes
- Pour la collectivité, ces chutes ont un coût de près de 2 milliards d'euros

*Données issues de Santé Publique France :*

<https://www.santepubliquefrance.fr/les-actualites/2022/plan-antichute-des-personnes-agees-la-contribution-de-sante-publique-france-au-dispositif>



# Projet de recherche PERACHUTE



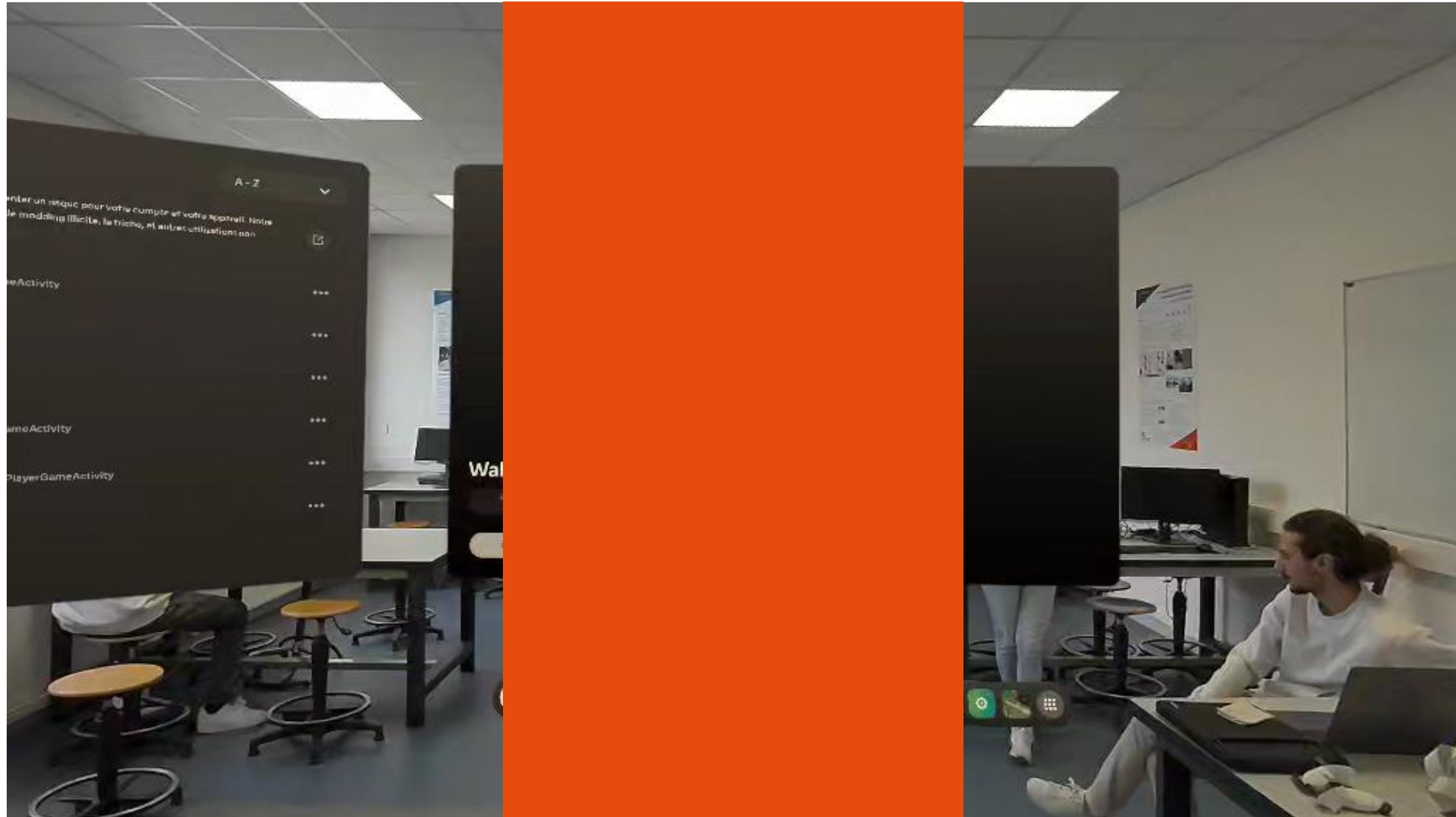
Justine Lacroix, MCF



Pr. Anaïck Perrochon



Flavie Le Rouzic  
Doctorante



Déterminer le risque de chute en analysant la marche complexe en réalité augmentée



# Projet de recherche PreFEAR

## Prévenir les chutes avec un entraîneur holographique : étude d'acceptabilité chez des personnes âgées

Agathe Bilhaut<sup>a</sup>, Arnaud Boujut<sup>b</sup>, & Anaïck Perrochon<sup>c</sup>

<sup>a</sup> UFRSTAPS Université Paris Nanterre / Laboratoire LINP2

<sup>b</sup> 3iL ingénieurs, Laboratoire HAVAE, Université de Limoges

<sup>c</sup> ILFOMER, Laboratoire HAVAE, Université de Limoges





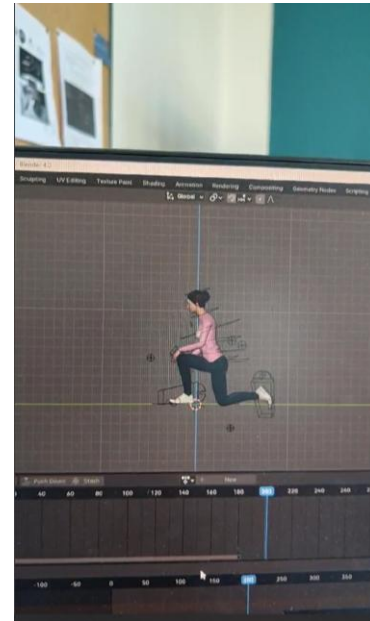
## Le contenu du programme (séries de 30s par exercice)

- 3 exercices d'échauffement
- 3 exercices de **renforcement musculaire**
- 3 exercices d'**équilibre**
- 2 exercices d'**étirement**

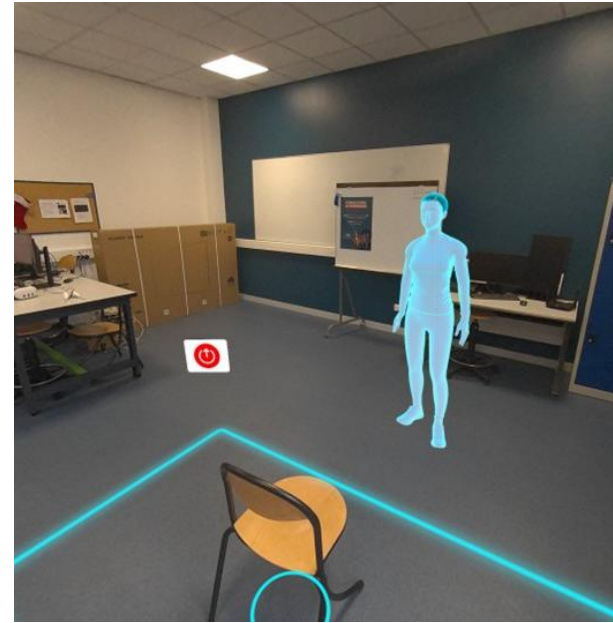
- 1 exercice de **relever du sol** (après une chute)



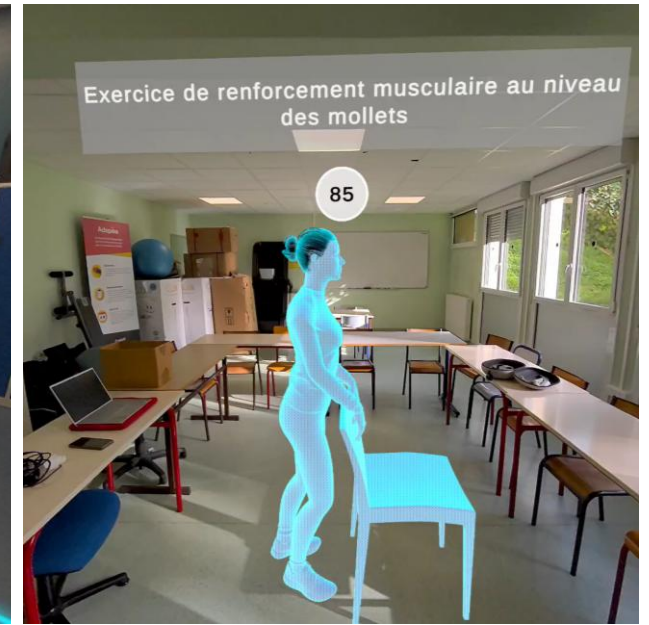
A. Motion capture



B. Blender animation



C. Integration into the XR App



# Projet de recherche PreFEAR



Prévenir les chutes avec un entraîneur holographique



## Méthode de l'étude d'acceptabilité

### Population, protocole

Novembre 2024

#### Recrutement

Gérontopôle NA  
CARSAT  
Clubs d'activités de loisirs  
Voie d'affichage

#### Critères d'inclusion :

- 64 ans ou plus
- 5 ou 6 à la grille nationale AGGIR
- Activité physique sans aide

#### Critères de non-inclusion :

- Difficultés sur le plan moteur ne permettant pas de réaliser de l'activité physique adapté

Janvier 2025 – Juin 2025

#### Expériences

Lieux : centres de l'ADHAP limoges  
CHU de Périgueux

1

#### Présentation du projet

Texte de présentation standardisé  
Vidéo 5 minutes

2

#### Temps d'échanges

Questions / réponses

3

#### Questionnaires

- Acceptabilité (UTAUT2)
- Démographiques
- Peur de chuter (FES-I)
- Activité physique (PAPA)

150 participants

117 ♀ ;  $74 \pm 7,3$  ans ; 64–97 ans

Groupes : entre 5 et 10 personnes

# Projet de recherche PreFEAR

**UTAUT2 (modèle principal)** environ 70 % de la variance expliquée.

- ↗ **Facilite l'adoption** : attente d'effort, valeur perçue, habitude, expérience XR.
- ↘ **Freine l'adoption** : motivation hédonique, conditions facilitatrices, genre (femmes).

→ **L'usage dépend plus de la perception d'utilité que du plaisir.**

**Variables individuelles** : L'acceptation du dispositif dépend moins du contexte de vie que de la **familiarité avec la technologie** : les profils urbains, autonomes et plus diplômés y adhèrent plus facilement.

**(FES-I & PAPA)** : Ce n'est ni la condition physique, ni la peur de chuter qui déterminent l'usage, mais la **représentation et la confiance dans la technologie**.



# Projet de recherche TERV-SDPM



Marie-Caroline PLAY, MCF



Alexandre KUBICKI, MCF



Réalité virtuelle et thérapie cognitivo-comportementale (TCC) : nouvelles perspectives dans le traitement du syndrome de désadaptation psychomotrice (SDPM).

# Projet de recherche StepXR



Elpidio Attoh-Mensah, MCF



Pr. Anaïck Perrochon



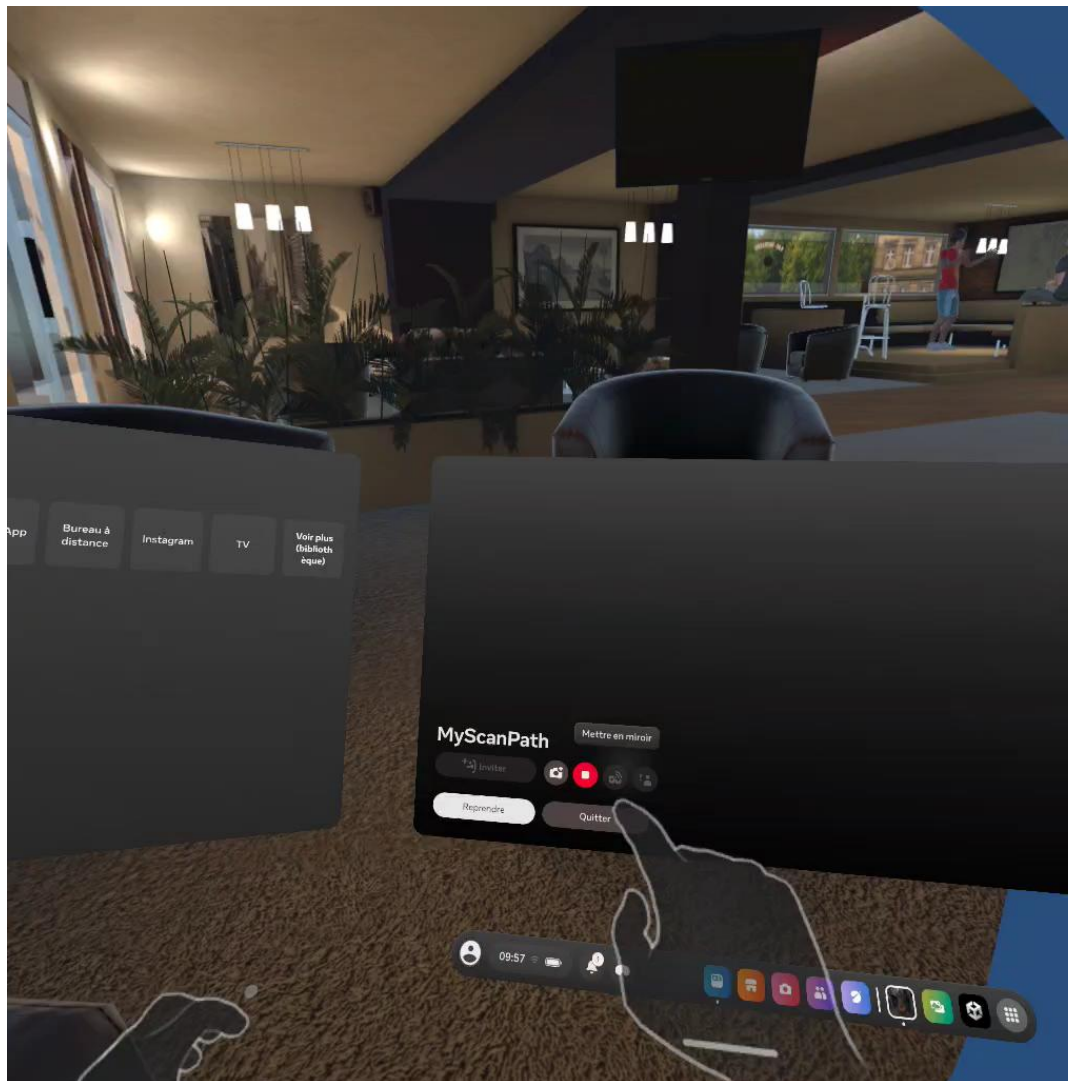
# Projet de recherche ScanPath



Sandrine Kalenzaga,  
MCF HDR



Nicolas  
Noiret,  
MCF



Evaluer l'effet de l'âge sur les mouvements oculaires et le rappel en mémoire d'événements



**3iLINGENIEURS**