

*Séminaire de la Commission ARPEGE du mardi 21 mai 2024*  
*Réalité Virtuelle, Augmentée et Mixte*

**Exposer la personne âgée à la réalité virtuelle :  
bonne ou mauvaise idée ?**

**Pauline MAILLOT**

URP 3625 Institut des Sciences du Sport Santé de Paris (I3SP)  
Université Paris Cité

## CONTINUUM DE VIRTUALITÉ



**ENVIRONNEMENT  
REEL**



*les utilisateurs  
perçoivent et  
interagissent avec  
l'environnement du  
monde réel*

**REALITE  
AUGMENTEE (AR)**



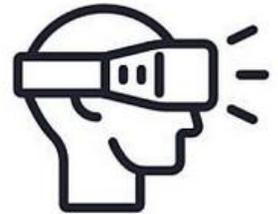
*superposition de  
l'information  
numérique à ce que  
l'utilisateur perçoit  
dans la réalité*

**VIRTUALITE  
AUGMENTEE (AV)**



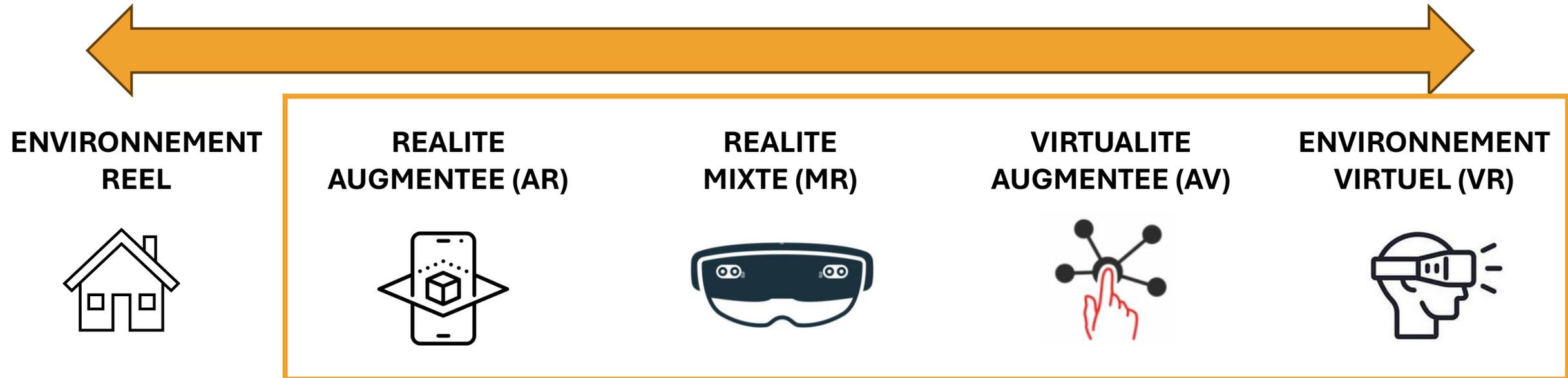
*l'environnement  
virtuel devient  
sensible aux  
informations de la  
vie réelle*

**ENVIRONNEMENT  
VIRTUEL (VR)**



*les utilisateurs sont  
complètement  
immergés dans un  
monde virtuel*

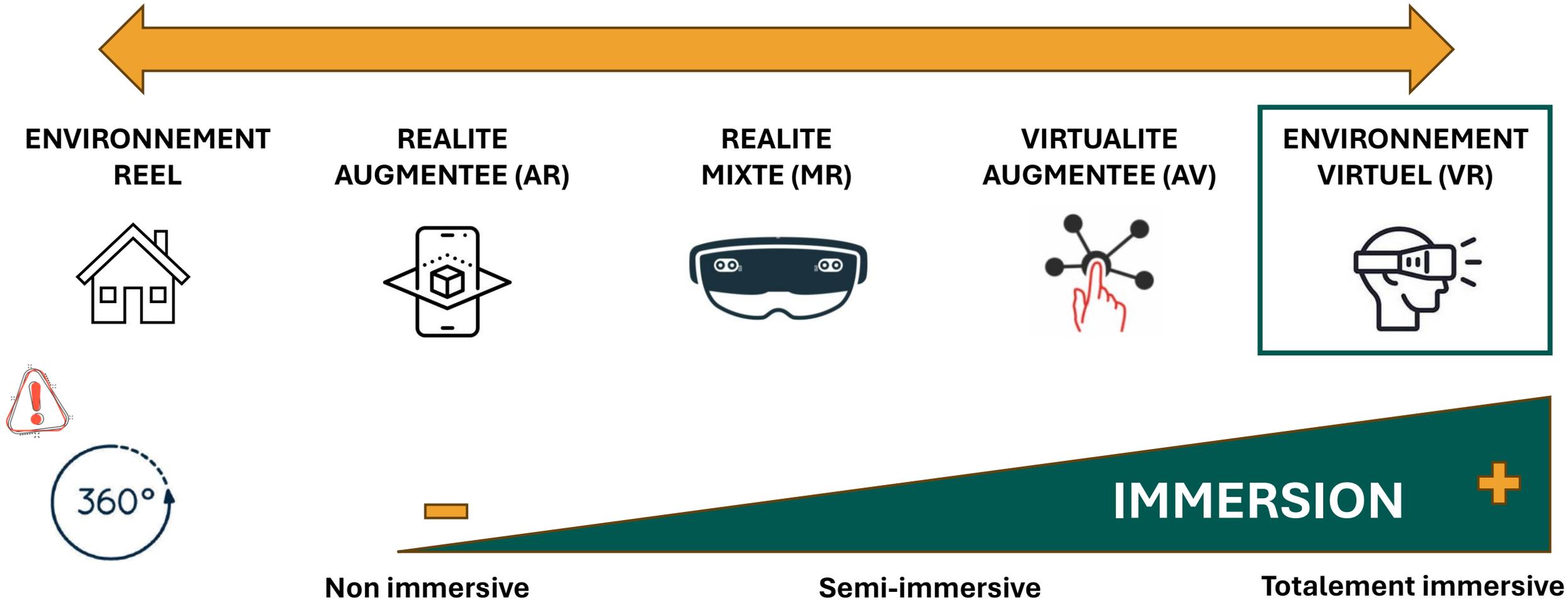
## CONTINUUM DE VIRTUALITÉ : RÉALITÉ MIXTE



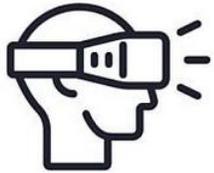
*Fusion de mondes réels et virtuels pour produire de nouveaux environnements et visualisations, où les objets physiques et numériques coexistent et interagissent en temps réel*

**La réalité étendue (XR)**

## CONTINUUM DE VIRTUALITÉ : RÉALITÉ MIXTE

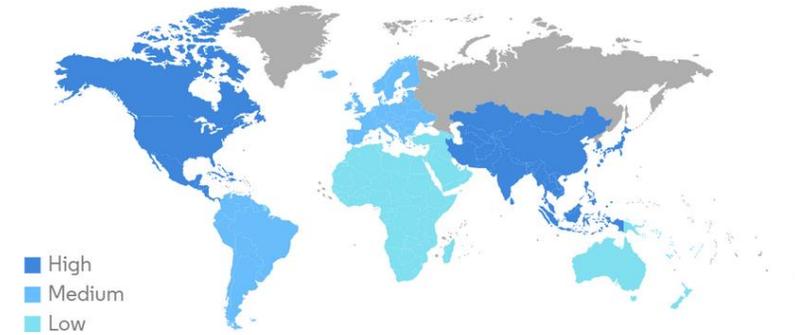


## REALITE VIRTUELLE (VR)



- **Explosion du marché mondial de la réalité mixte (VR > VA) un virage à venir ?**
- **30% de croissance prévue entre 2024-2029**
- **23,6 % de 2022 à 2027 en France**

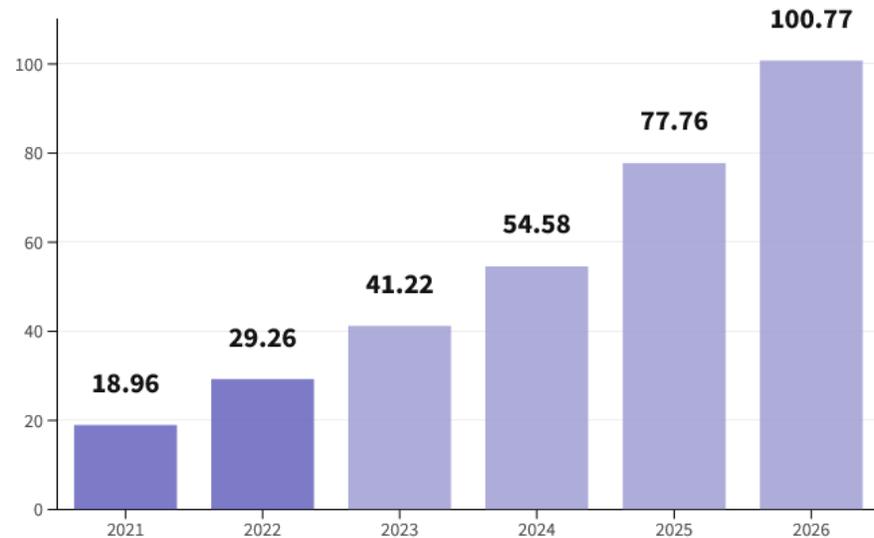
Virtual Reality (VR) Market - Growth Rate by Region (2022-2027)



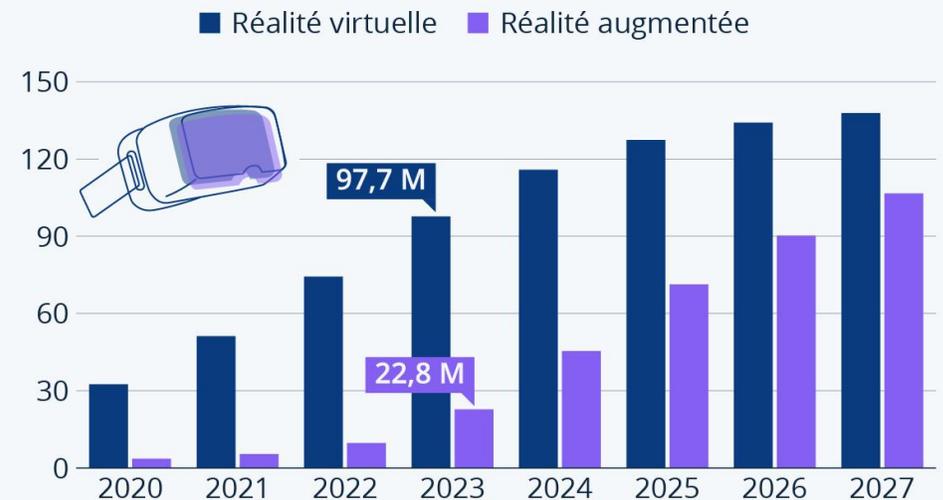
Source: Mordor Intelligence

### Le marché de la réalité mixte devrait exploser dans les prochaines années

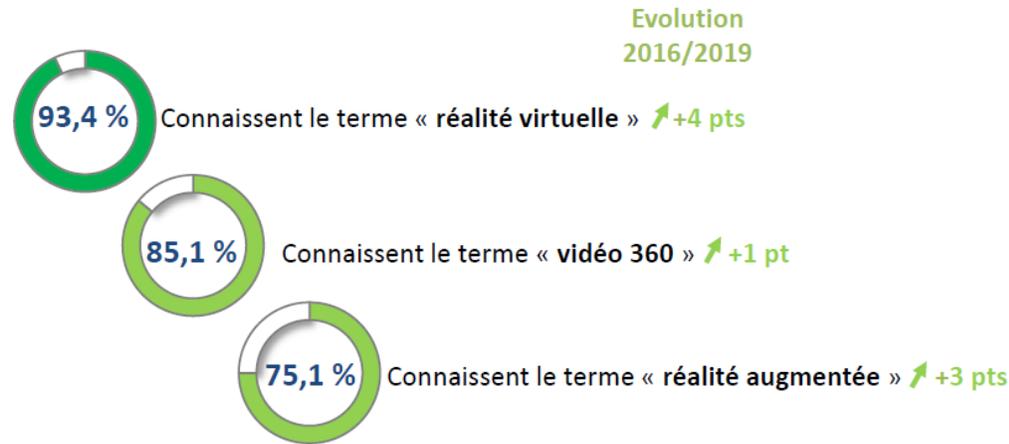
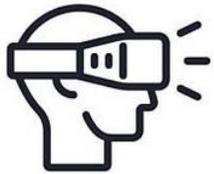
Marché mondial, en milliards de dollars\*



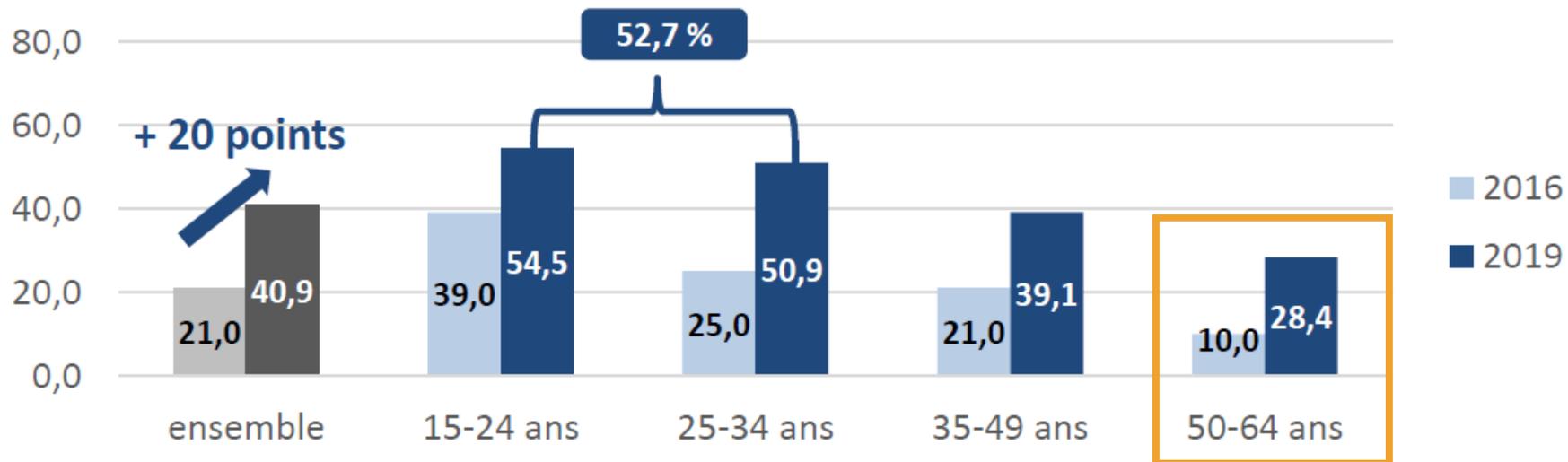
### Estimation du nombre d'utilisateurs de casques de réalité virtuelle/augmentée dans le monde, en millions



## REALITE VIRTUELLE (VR)

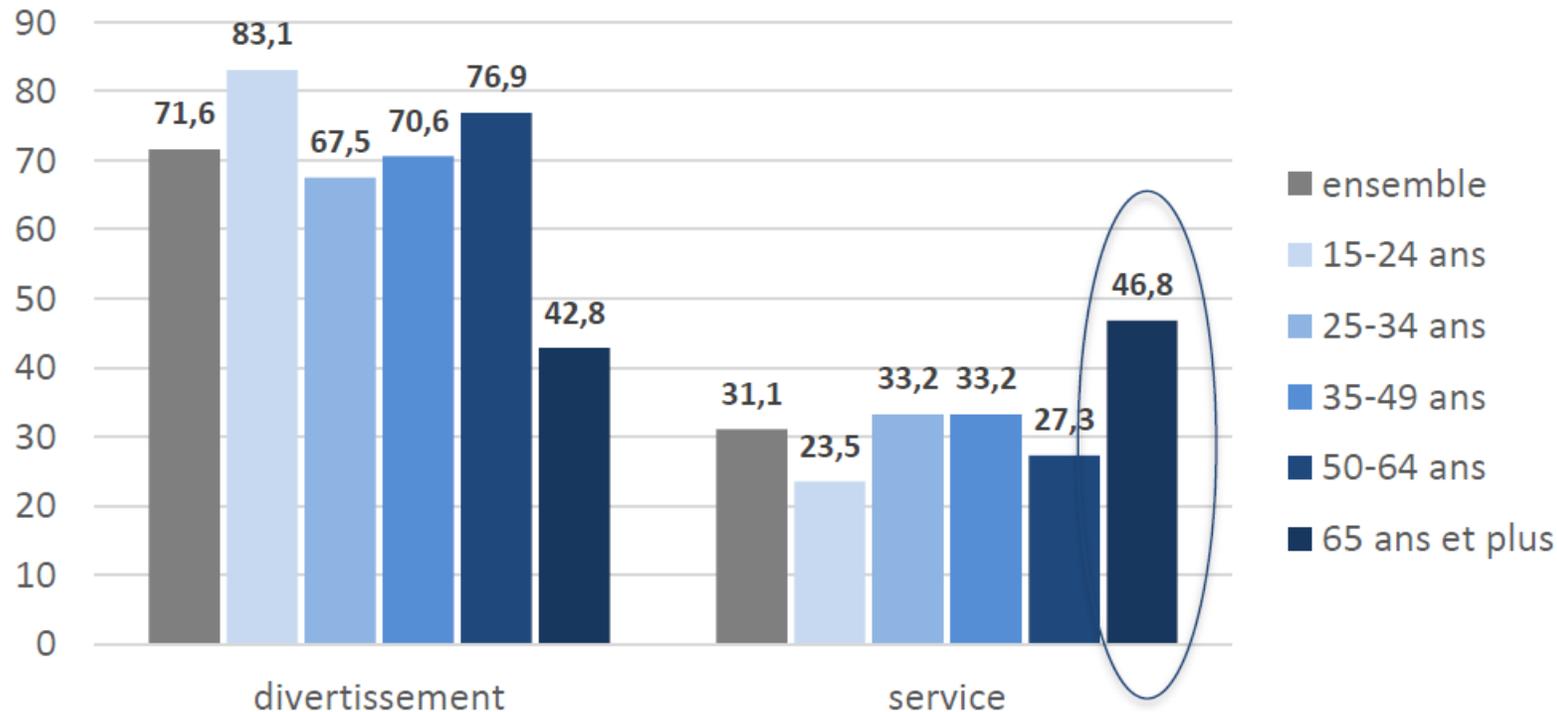


## interrogés ayant eu une expérience de réalité virtuelle en 2016 et 2019 (%)



- Assez peu de chiffres disponibles surtout concernant les tranches d'âge les + importantes
- 72 % des expériences en réalité virtuelle relèvent du divertissement mais plutôt des services chez les plus âgés

contexte d'utilisation de la réalité virtuelle par tranche d'âge (%)



*pour jouer à un jeu vidéo*



(projet soutenu par le CNC)

**61,5 %**  
des 15-24 ans



*pour découvrir une destination touristique*

**29,9 %**  
des 65 ans et +



- **Expérience multisensorielle pour apaiser les anxiétés et lutter contre la dépression.** *(Geraets et al., 2019)*

- **Stimuler et évoluer les fonctions cognitives**

*(Moreno et al., 2019 ; Sakaki et al., 2021)*

Quel recul scientifique ?  
Quels risques pour les usagers ?

...ger, explorer, activité culturelle en faveur  
...veloppement du bien-être

- **Soulager les douleurs par un effet analgésique** *(Hoffman et al., 2011 ; Jones et al., 2016)*

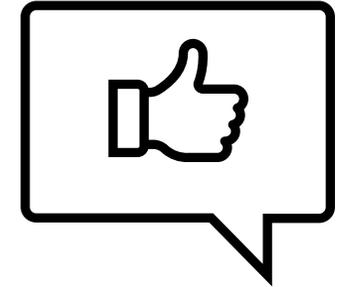
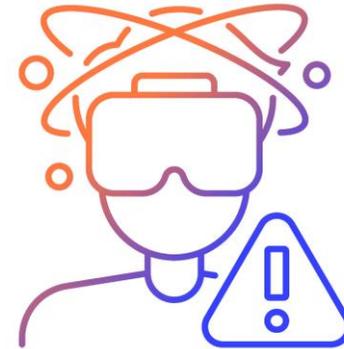
- **Rééducation du patient âgé (Marche et équilibre)**  
*(Soltani & Andrade, 2021 ; Gago et al., 2016)*

- **Traitement des phobies** *(Kaczurkin & Foa, 2015)*



**Comment définir une bonne ou une mauvaise expérience en réalité virtuelle : l'expérience utilisateur (UX) ?**

- **Les inconforts : cybermalaises**
- **Capacité à évoluer et réagir**
- **Acceptation et attentes**
- **Anxiété situationnelle**

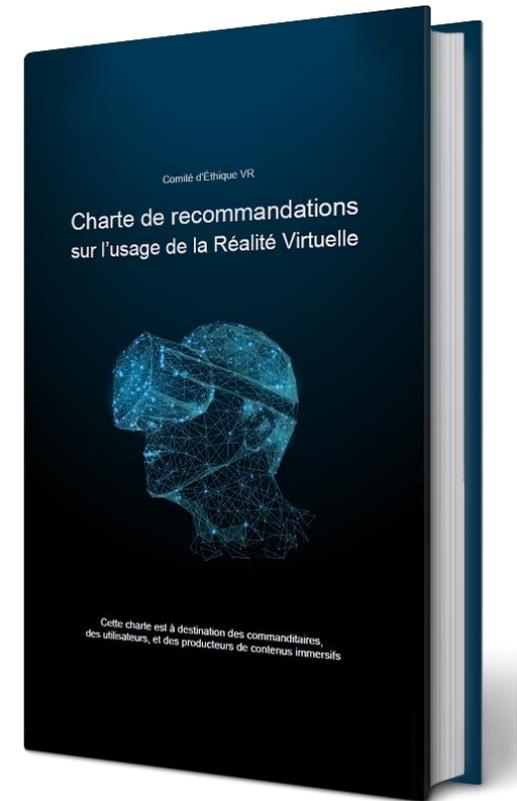


- **2019 : première initiative en Europe pour cadrer l'usage de la réalité virtuelle**

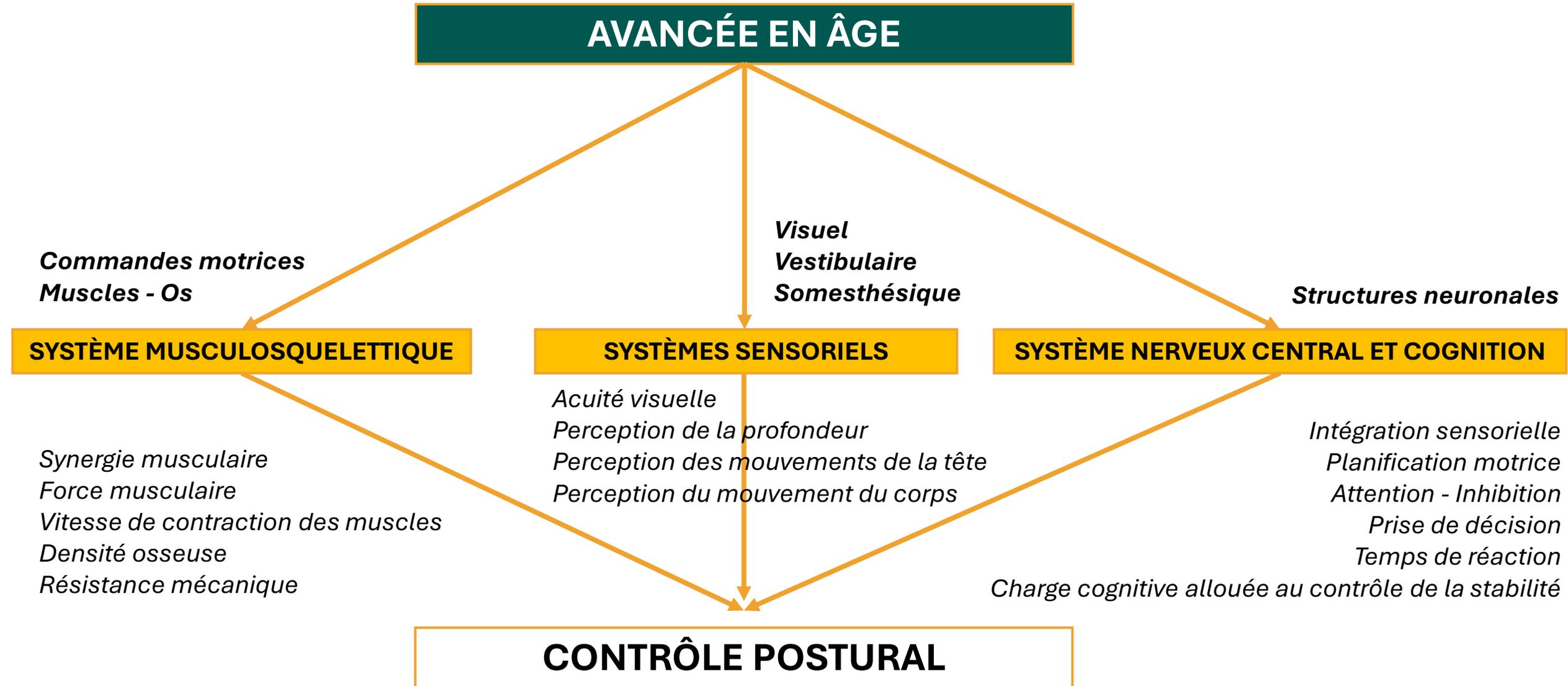
## 22 recommandations

L'usage des techniques de réalité virtuelle peut poser divers problèmes de confort et de santé. Ces derniers peuvent être induits par certaines catégories d'applications, créant des malaises ou vertiges et risques de chute chez les plus âgés. Ils sont principalement dus :

- à des incohérences physiques, c'est-à-dire sensorimotrices ;
- à un interfaçage fonctionnel inadapté au **schème sensorimoteur naturel** ;
- à des contenus inappropriés ;
- à des perturbations de l'état psychologique et cognitif du sujet par l'environnement virtuel ;
- à des mises en œuvre non accompagnées ou des dispositifs technologiques non sécurisés.



# De plus grandes difficultés attendues avec l'âge ?



Inconforts ressentis par l'individu pendant, ou après l'utilisation d'un système de réalité virtuelle.



- Expression très hétérogène, mais 20% à 80% des individus utilisant un système de réalité virtuelle sont susceptibles de développer une cybercinétose (Cobb et al., 1999; Y. Y. Kim et al., 2005; Munafo et al., 2017).
- Une étude plus récente a relevé que 65,2% des participants développaient une cybercinétose dont 23,9% sévèrement lors d'une exposition de 10 minutes (Garrido et al., 2022).

- Théorie du conflit sensoriel** : troubles induits par la divergence perceptive entre les mouvements visuellement suggérés par l'environnement virtuel et ceux réels subis et ou produits par l'individu. *(Reason & Brand, 1975)*
- Théorie de l'instabilité posturale** : stipule que des périodes prolongées d'instabilité posturale provoquent des symptômes de mal des transports, dont le niveau est directement proportionnel à la durée. *(Riccio & Stoffregen, 1991)*
- Méthode la plus employée : Simulateur Sickness Questionnaire** *(Kennedy et al., 1993)*

**Questionnaire sur les cybermalaises\***  
 Laboratoire de Cyberpsychologie de l'UQO  
 (Traduit de Kennedy, R.S. et al., 1993)

Numéro \_\_\_\_\_ Date \_\_\_\_\_

Consignes : Encerclez à quel point chaque symptôme ci-dessous vous affecte présentement.

- |                                  |                    |               |                   |                   |
|----------------------------------|--------------------|---------------|-------------------|-------------------|
| 1. Inconfort général             | <u>Pas du tout</u> | <u>Un peu</u> | <u>Modérément</u> | <u>Sévèrement</u> |
| 2. Fatigue                       | <u>Pas du tout</u> | <u>Un peu</u> | <u>Modérément</u> | <u>Sévèrement</u> |
| 3. Mal de tête                   | <u>Pas du tout</u> | <u>Un peu</u> | <u>Modérément</u> | <u>Sévèrement</u> |
| 4. Fatigue des yeux              | <u>Pas du tout</u> | <u>Un peu</u> | <u>Modérément</u> | <u>Sévèrement</u> |
| 5. Difficulté à faire le focus   | <u>Pas du tout</u> | <u>Un peu</u> | <u>Modérément</u> | <u>Sévèrement</u> |
| 6. Augmentation de la salivation | <u>Pas du tout</u> | <u>Un peu</u> | <u>Modérément</u> | <u>Sévèrement</u> |

Table 1. Categorization of symptoms based on central tendency (i.e., mean or median) using military aviation personnel in each simulator.

SSQ SCORE	CATEGORIZATION
0	No symptoms
<5	Negligible symptoms
5-10	Minimal symptoms
10-15	Significant Symptoms
15-20	Symptoms are a concern
>20	A problem simulator

Review  
**A Systematic Survey on Cybersickness in Virtual Environments**

Ananth N. Ramaseri Chandra <sup>\*</sup>, Fatima El Jamiy and Hassan Reza

## Revue systématique de 32 études :

- Facteurs potentiels sources d'inconfort en systèmes de réalité virtuelle (humain, matériel et environnement)
- Age : Diminution du seuil de perception vestibulaire après 40 ans et modification de l'équilibre postural

**Table 4.** Factors contributing to simulation sickness.

Factors	Type	Effects	References
User	Age	Younger and middle-aged people are more resistant to sickness than older adults	[39,40]
	Gender	Females are more prone to motion sickness than Males	[41,42]
	Exposure to VR	Longer VR exposure durations are directly proportional to the severity of sickness.	[43]
	Control	Users navigating with virtual controls might experience higher levels of cybersickness than those who use physical navigation	[15,44]
Display	Head-Mounted Displays	Produce high levels of cyber sickness.	[45,46]
	Large displays	Do not directly impact or induce sick-ness	[48,49,50]
	Immersion VR Content	Non-immersive content triggers less simulation sickness. The reverse is also true	[51]
	Graphic Realism	Realistic graphic content can cause more simulation sickness.	[2]
	Field of view	Altering the FOV minimizes user discomfort.	[2,8]

## In too deep? A systematic literature review of fully-immersive virtual reality and cybersickness among older adults

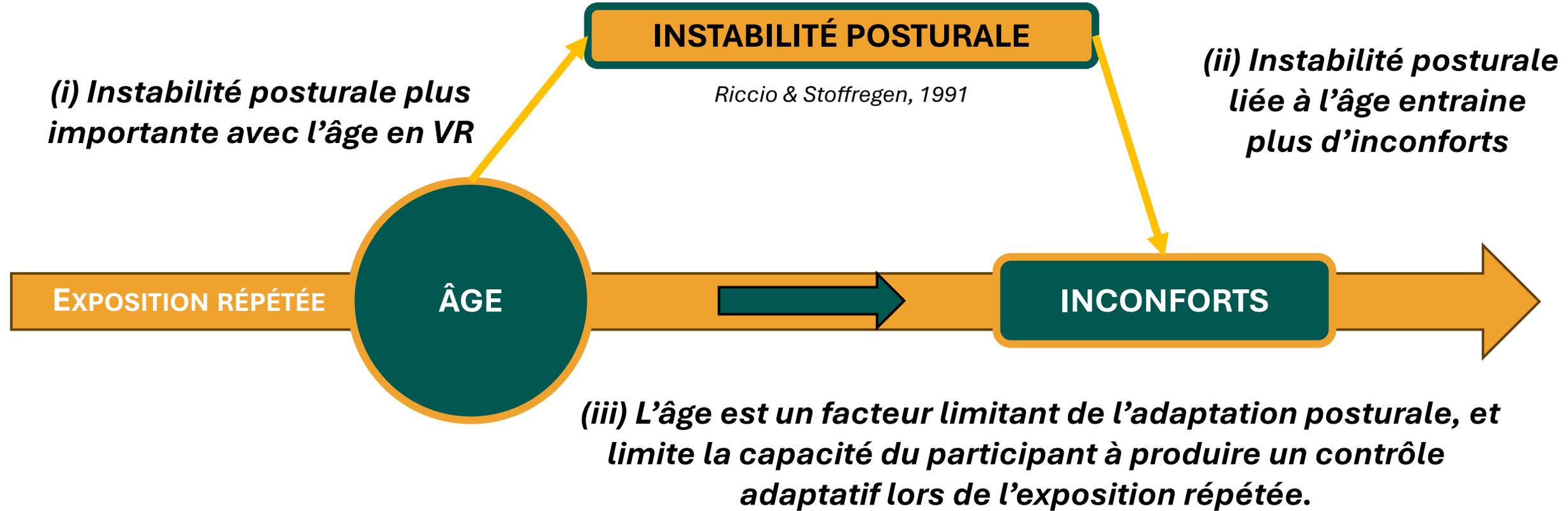
Brittany F. Drazich PhD, MSN, RN<sup>1</sup> | Rachel McPherson PhD<sup>1</sup> | Emily F. Gorman MLIS<sup>2</sup> | Thomas Chan PhD<sup>3</sup> |  
Jejomar Teleb<sup>1</sup> | Elizabeth Galik PhD, CRNP<sup>1</sup> | Barbara Resnick PhD, CRNP<sup>1</sup>

**39 études**

**Un manque de consensus ... Études récentes au méthodologies variées**

- La plupart des études utilisent une session unique d'exposition. Les études avec plusieurs séances ont vu les symptômes diminués.
- Peu d'études qui ciblent les inconforts (souvent une variable contrôle secondaire)
  - ⇒ Des environnements virtuels qui cherchent à minimiser les inconforts lors de la réalisation de tâche bien précise (évaluation cognitive, exploration et bien-être, réminiscence ...)
- Des différences dans la mesure des inconforts (avant pendant après ; outils ; seuil)
- Avantages > risques : les participants les plus âgés présentant des symptômes sont souvent invités à arrêter l'étude en cours ou sont retirés de l'étude
- Les participants sont souvent en position assise, sans navigation

## ETUDE 1



## NAVIGATION NON CONTRÔLÉE



**75 participants**

Âge : 21 à 86 ans

M = 42.04 ans ; ET = 17.82 ans

## Inclusions

Bonne santé générale

Pas de troubles sensoriels (sinon corrigés)

Pas de troubles de l'équilibre

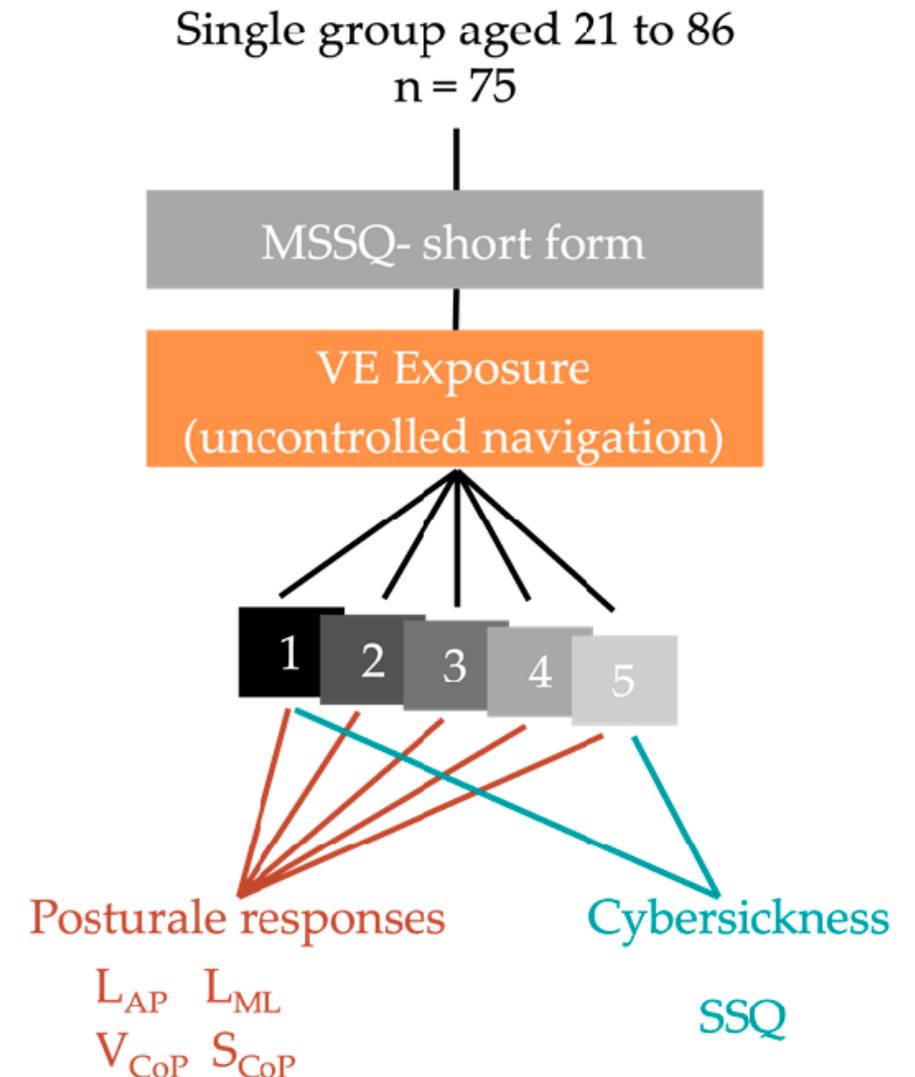


## Outils de mesure

Plateforme de force (*Oscillations posturales*)

Questionnaire d'évaluation à la susceptibilité à la cinétose (*Paillard et al., 2013*)

Questionnaire sur le cybermalaise (*Kennedy et al., 1993*)



# Méthode : étude 1

## Système de réalité virtuelle

Visiocasque

(Oculus Rift, CV1, 2016)

Ordinateur

Logiciel Blender

## Temps d'exposition bloc

5 x 4 minutes 10 secondes

## Temps d'exposition total

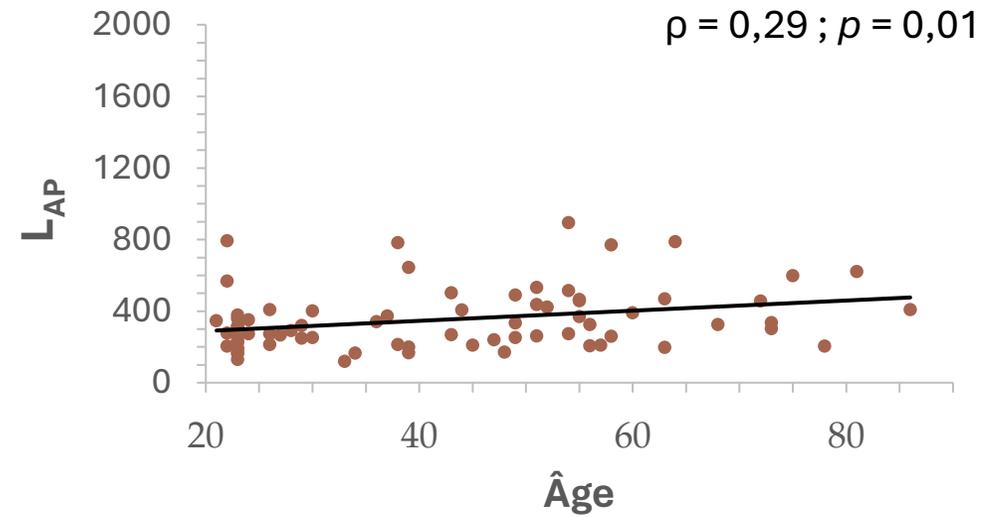
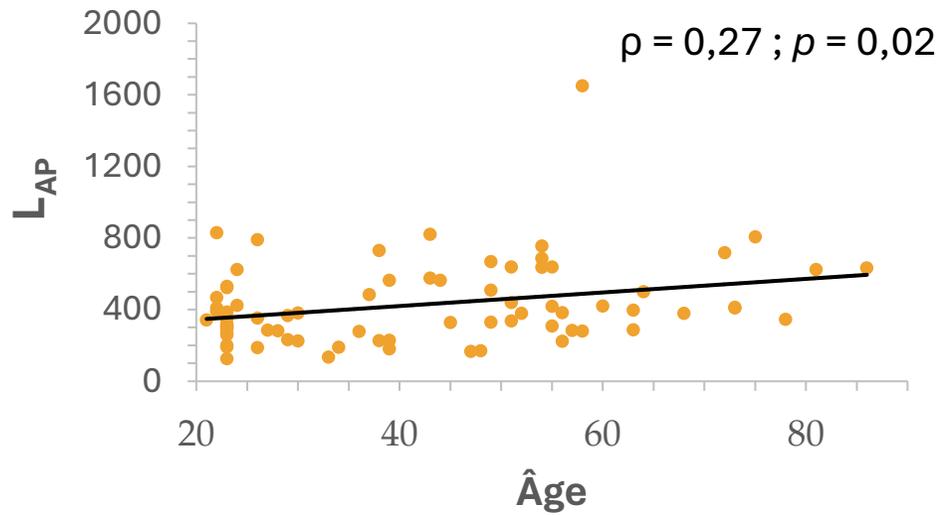
20 minutes et 50 secondes



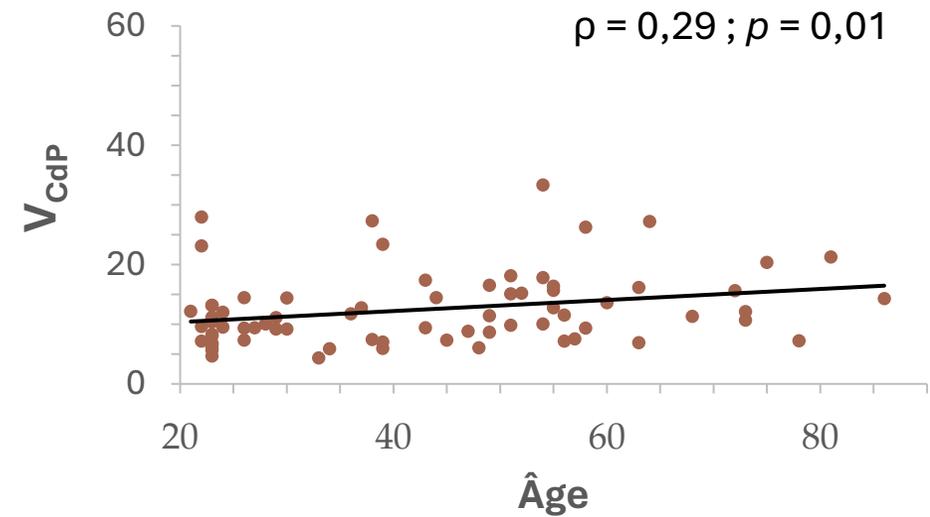
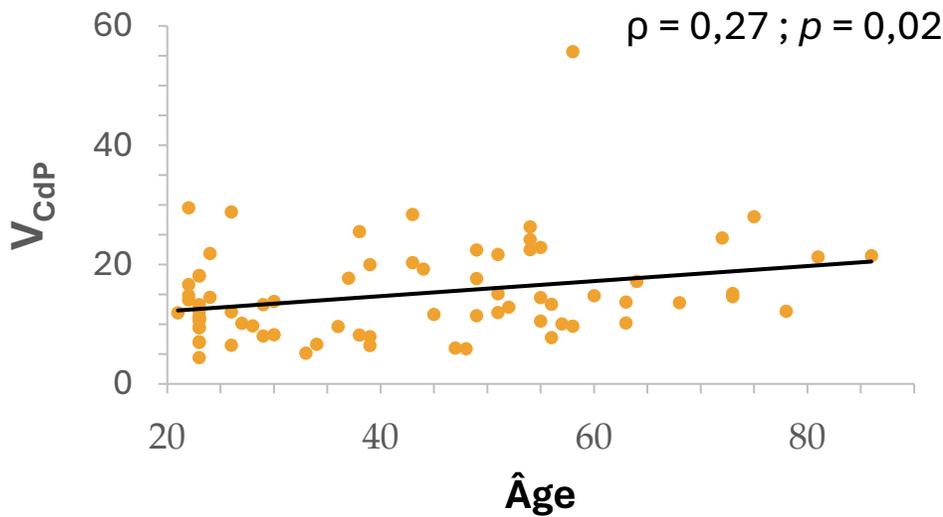
A		B		C		D		E
∅ Vection	Pause	Translation Avant	Pause	Translation Arrière	Pause	Rotations	Pause	Translations verticales
30 s	20 s	30 s	20 s	30 s	20 s	30 s	20 s	30 s

# Résultats : (i) Instabilité posturale et âge en VR (navigation non contrôlée)

E1



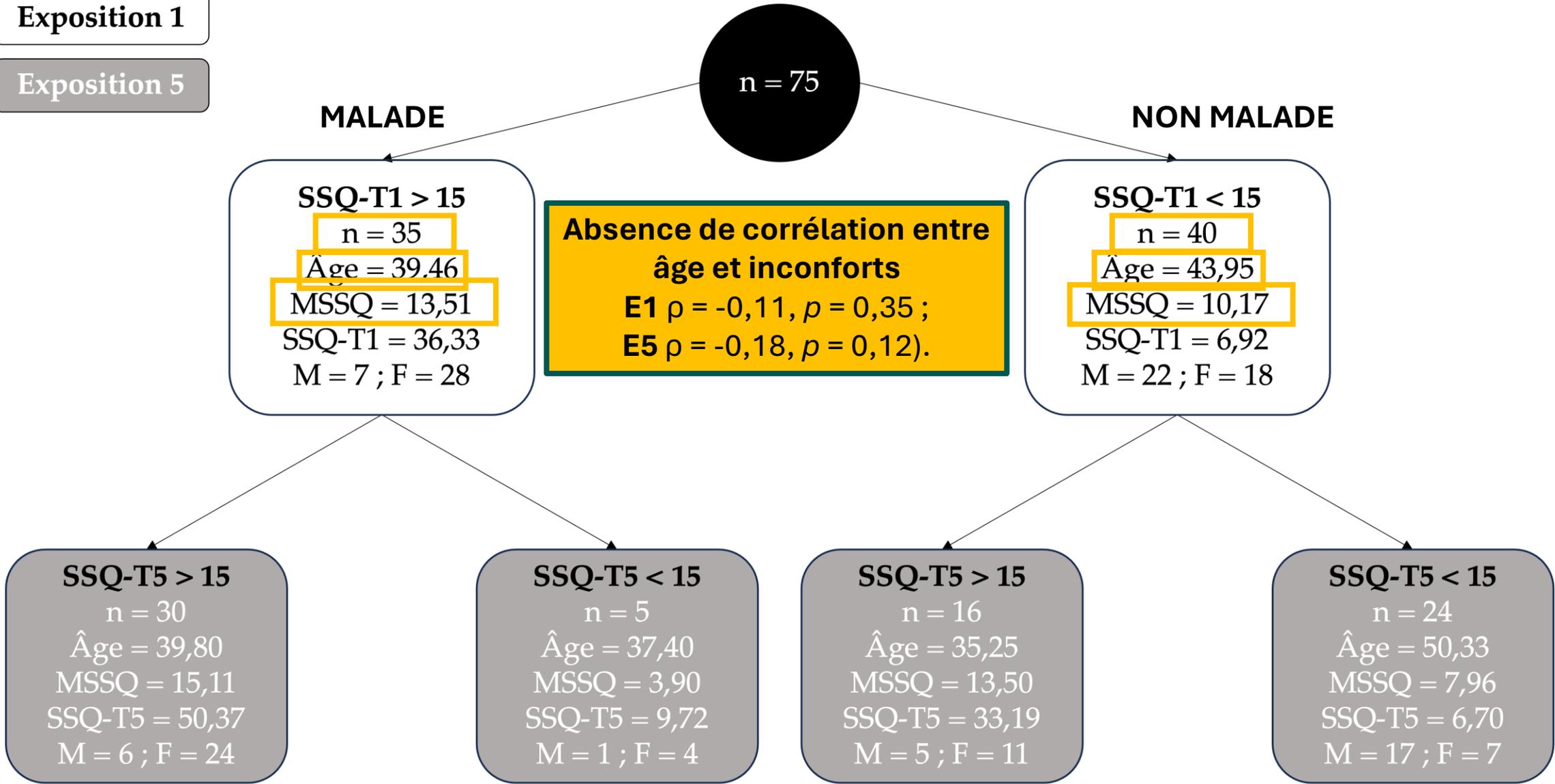
E5



# Résultats : (ii) Cybermalaises et âge

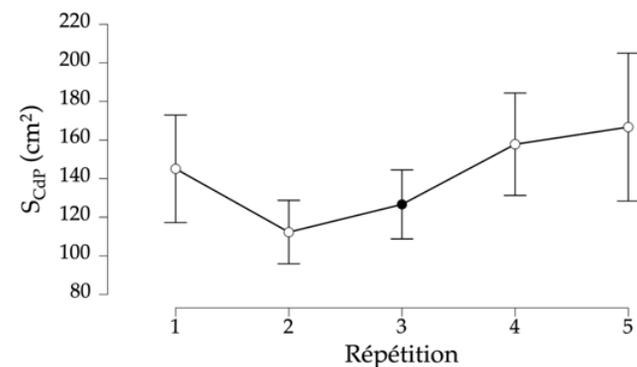
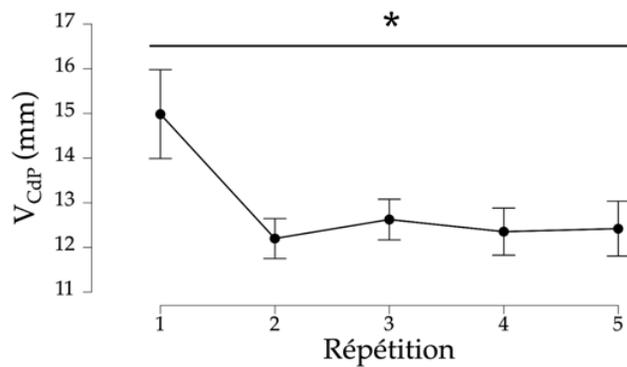
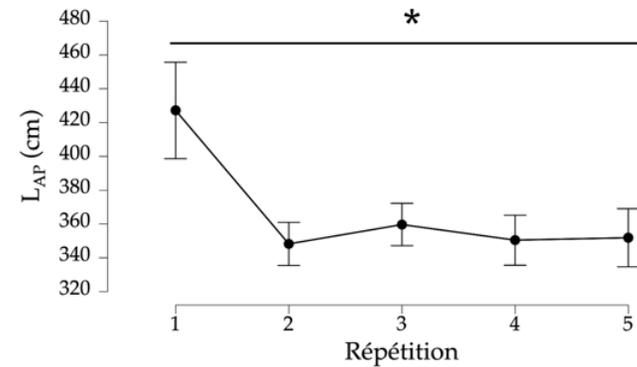
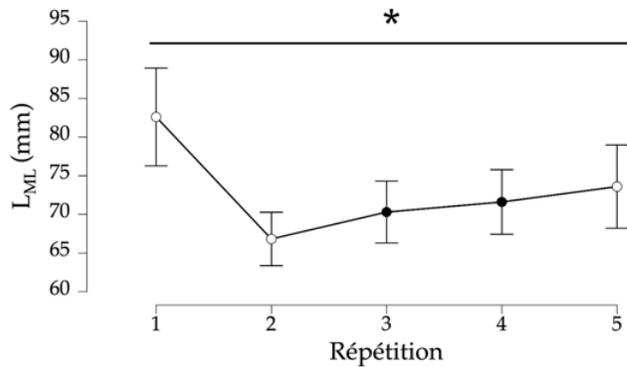
Exposition 1

Exposition 5



# Résultats : (iii) Adaptation posturale et âge

- Effet significatif de la répétition sauf pour la surface.
- Des corrélations avec l'âge donc une adaptation mais plus faible ou plus lente.



## Calcul d'un score d'adaptation :

- positif représente une meilleure stabilité posturale avec la répétition.
- négatif représente une moins bonne stabilité posturale avec la répétition.

- Pas de corrélation du score d'adaptation posturale avec les inconforts (sauf surface  $p < .03$ ) ni avec l'âge.



Article

## Influence of Normal Aging and Multisensory Data Fusion on Cybersickness and Postural Adaptation in Immersive Virtual Reality

Marie-Philippine Séba <sup>\*</sup>, Pauline Maillot , Sylvain Hanne-ton and Gilles Dietrich

- **L'environnement virtuel proposé a été une réelle source d'inconforts.** Contrairement à ce qui est indiqué dans la littérature, les inconforts étaient déjà importants après la première exposition (SSQ-T1 > 20, temps d'exposition total < 5 minutes) et encore plus importants après 20 minutes cumulé (SSQ-T2 > 30, temps d'exposition total > 20 minutes) (Liu, 2014).
- **Malgré une relation entre l'instabilité posturale et l'âge dans cet EV, les résultats n'appuient pas une plus grande expression des inconforts avec l'âge.** L'environnement virtuel proposé dans cette étude, avec de courts mouvements de translations et de rotations, a provoqué des inconforts chez la plupart des participants, peu importe l'état de leur système sensorimoteur.
- **VR Lock ?** : Verrouillage des oscillations posturales en réalité virtuelle pour diminuer les discordances sensorielles. Oui car diminution de l'instabilité posturale mais non car inconforts augmentent avec la répétition.

**Table 4.** Factors contributing to simulation sickness.

Factors	Type	Effects	References
User	Age	Younger and middle-aged people are more resistant to sickness than older adults	[39,40]
	Gender	Females are more prone to motion sickness than Males	[41,42]
	Exposure to VR	Longer VR exposure durations are directly proportional to the severity of sickness.	[43]
	Control	Users navigating with virtual controls might experience higher levels of cybersickness than those who use physical navigation	[15,44]

Review  
**A Systematic Survey on Cybersickness in Virtual Environments**

Ananth N. Ramaseri Chandra <sup>\*</sup>, Fatima El Jamiy and Hassan Reza

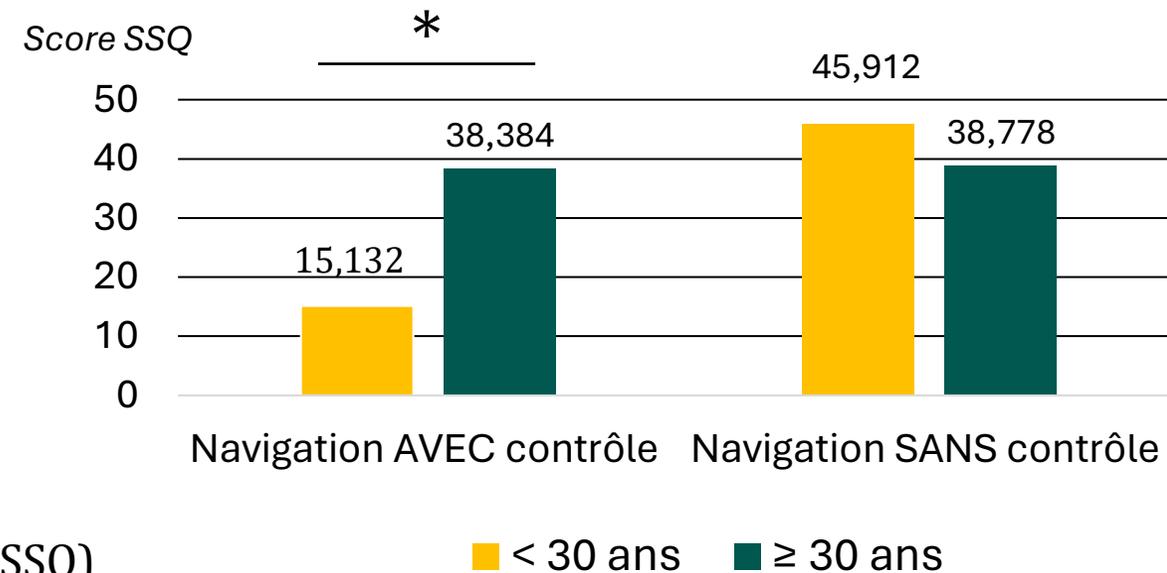
Article  
**Cybersickness and Its Severity Arising from Virtual Reality Content: A Comprehensive Study**

Heeseok Oh <sup>1,\*</sup> and Wookho Son <sup>2</sup>

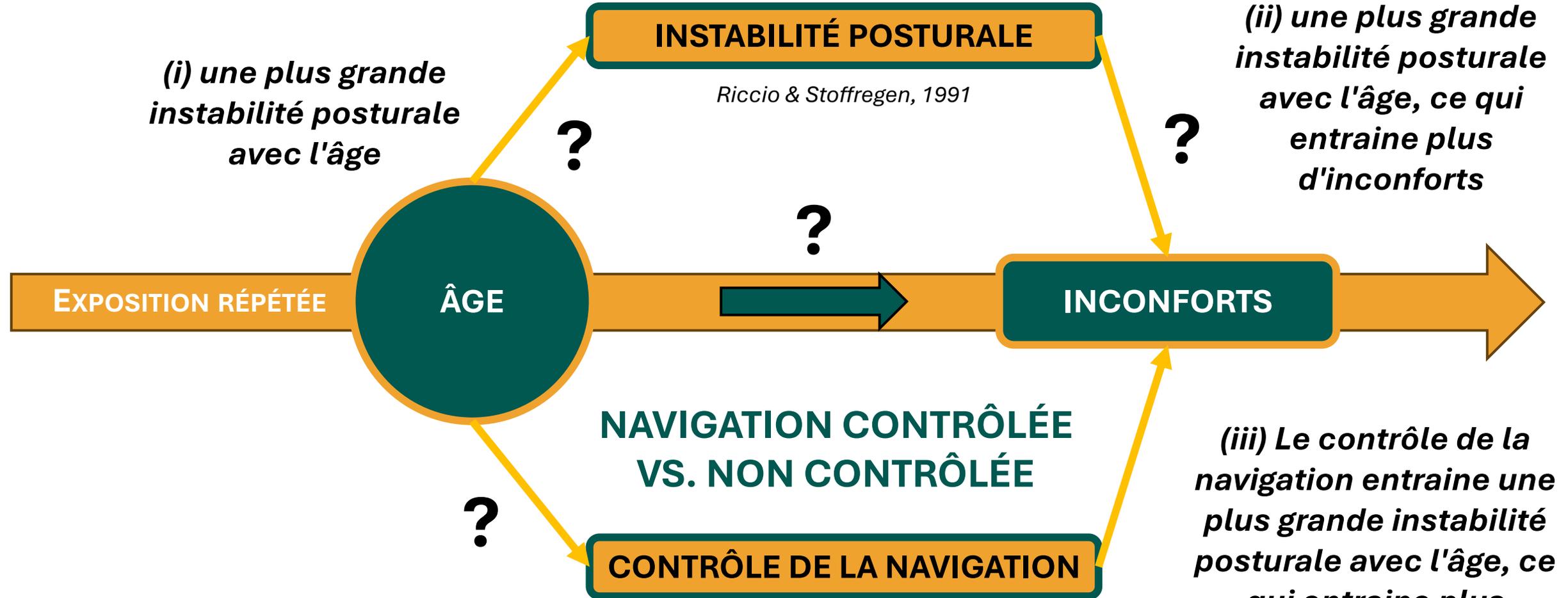


- 2 groupes : < 30 ans (M = 22 ans) ≥ 30 ans (M = 40 ans)
- Navigation en zone urbaine avec ou sans contrôle
- Évaluation des inconforts Simulator Sickness Questionnaire (SSQ)

*Inconforts selon le contrôle de la navigation*



## ETUDE 1



## ETUDE 2

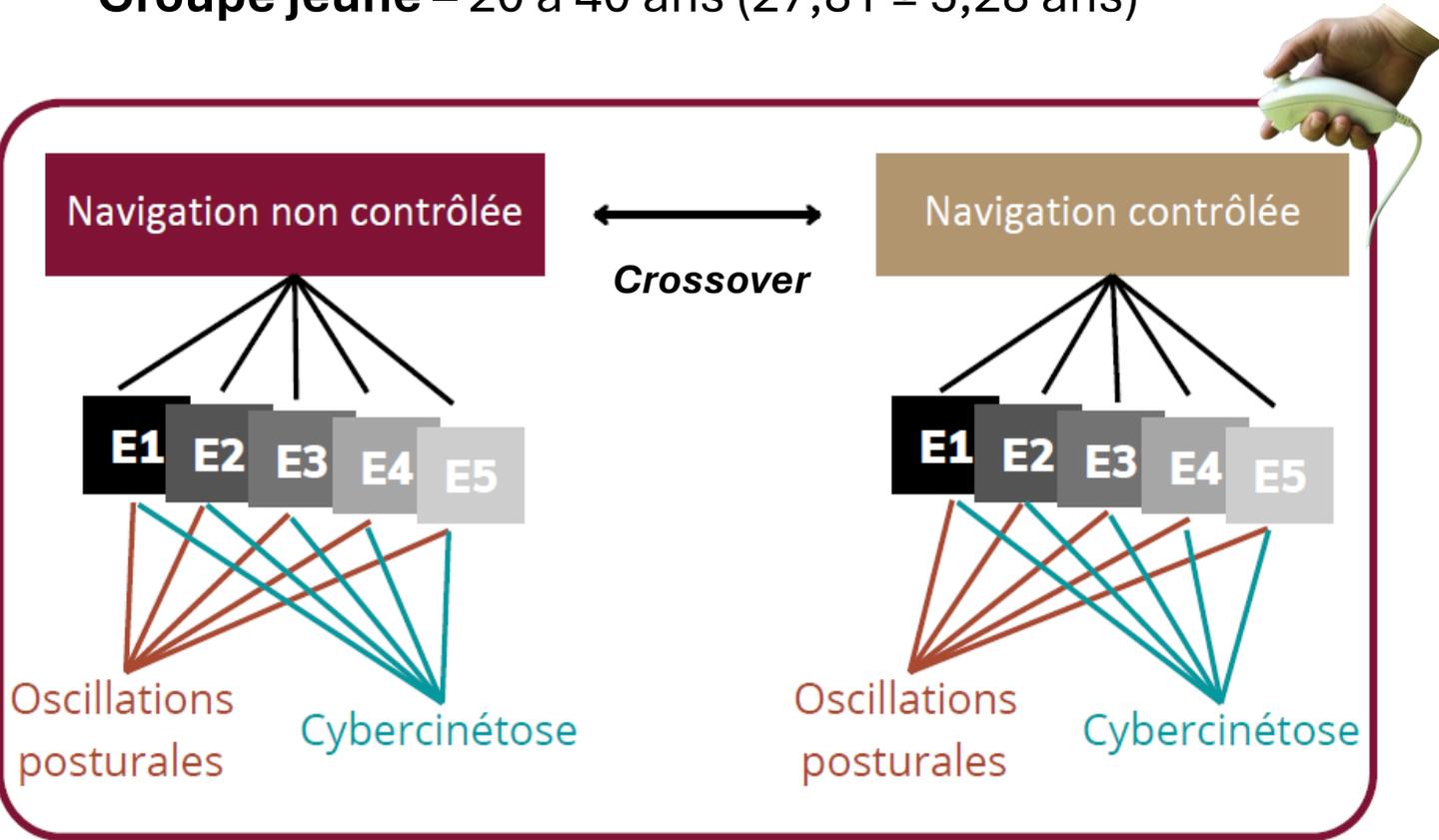
*Oh & Son, 2022*

*(iii) Le contrôle de la navigation entraîne une plus grande instabilité posturale avec l'âge, ce qui entraîne plus d'inconforts*

**N = 42**

**Groupe senior** – 60 à 80 ans ( $66,29 \pm 5,16$  ans)

**Groupe jeune** – 20 à 40 ans ( $27,81 \pm 5,28$  ans)



**5 expositions répétées de 3 minutes**



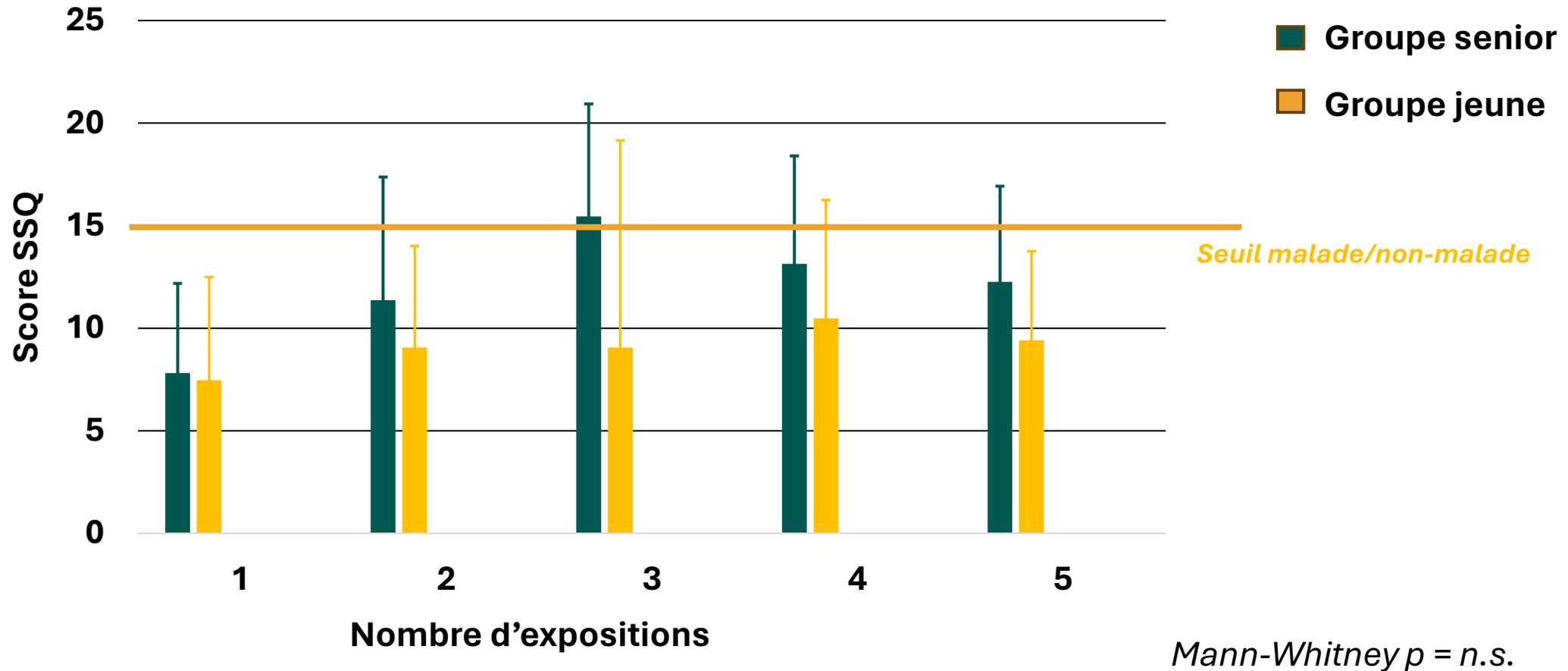
**Cybercinétose** - Score d'évaluation des inconforts ressentis *Kennedy et al. (1993)*

**Oscillations posturales**

- Longueur de la trajectoire du centre des pressions sur l'axe antéropostérieur : L-AP
- Vitesse de déplacement du centre des pressions V-CoP

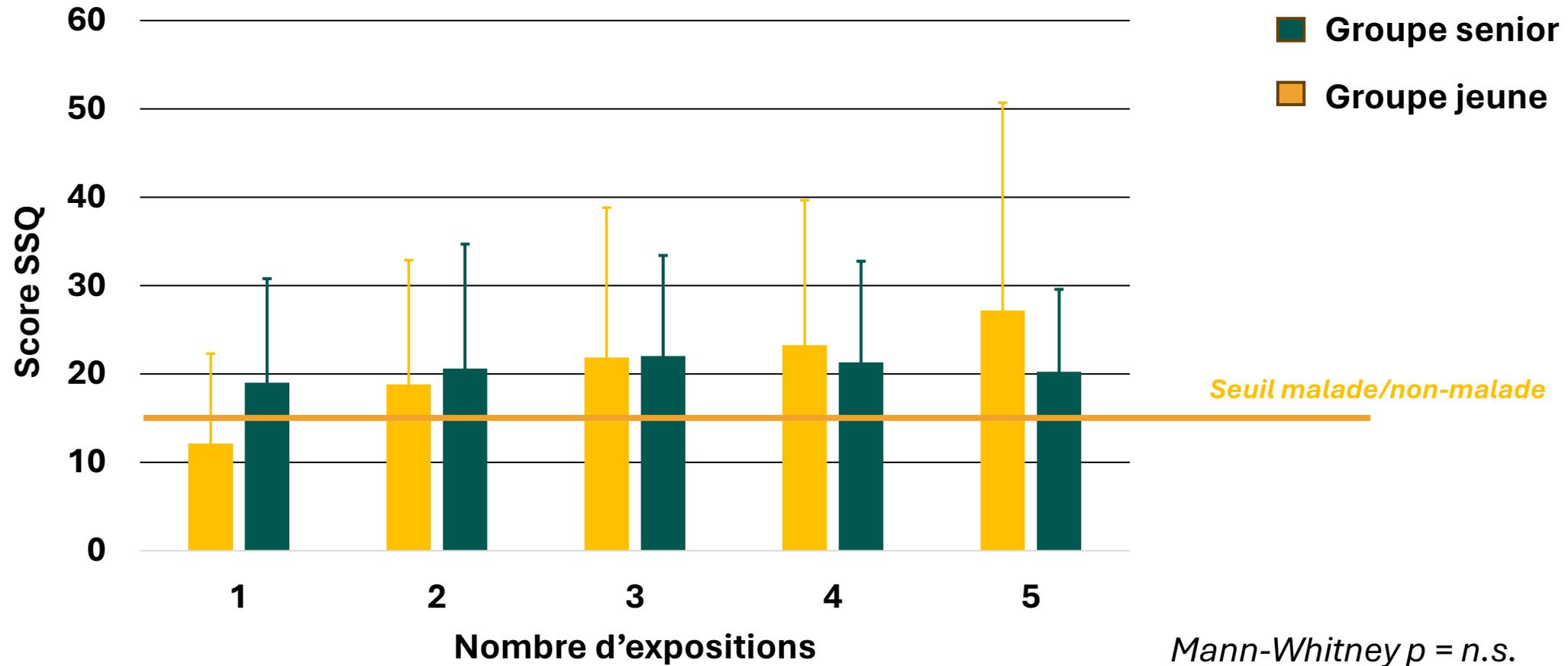
**Condition contrôle de la navigation** : mesure de la performance avec mesure de la distance parcourue

## Inconforts en environnement virtuel **SANS** contrôle de la navigation



**Absence d'effet de l'âge sur le niveau d'inconfort en condition sans contrôle de la navigation**

## Inconforts en environnement virtuel AVEC contrôle de la navigation

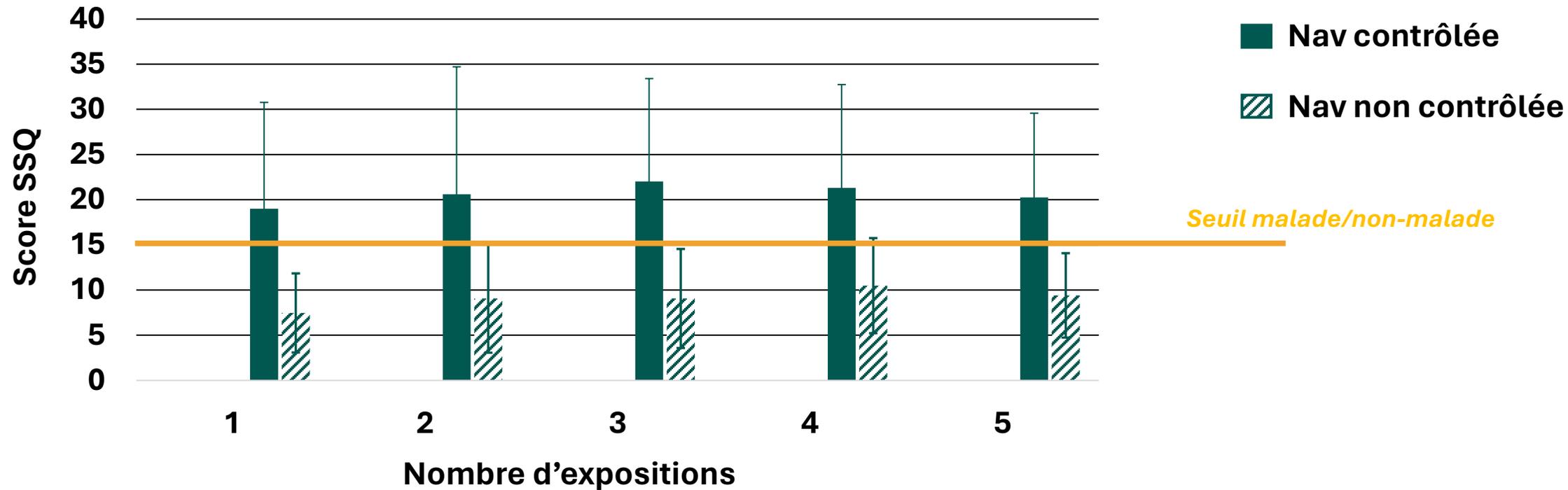


Absence d'effet de l'âge sur le niveau d'inconfort en condition avec contrôle de la navigation

# Résultats étude 2 : les inconforts chez les âgés en VR

## Inconforts en environnement virtuel **AVEC** vs **SANS** contrôle de la navigation pour les seniors

$$\chi^2 (1) = 9,32 ; p < 0,01$$

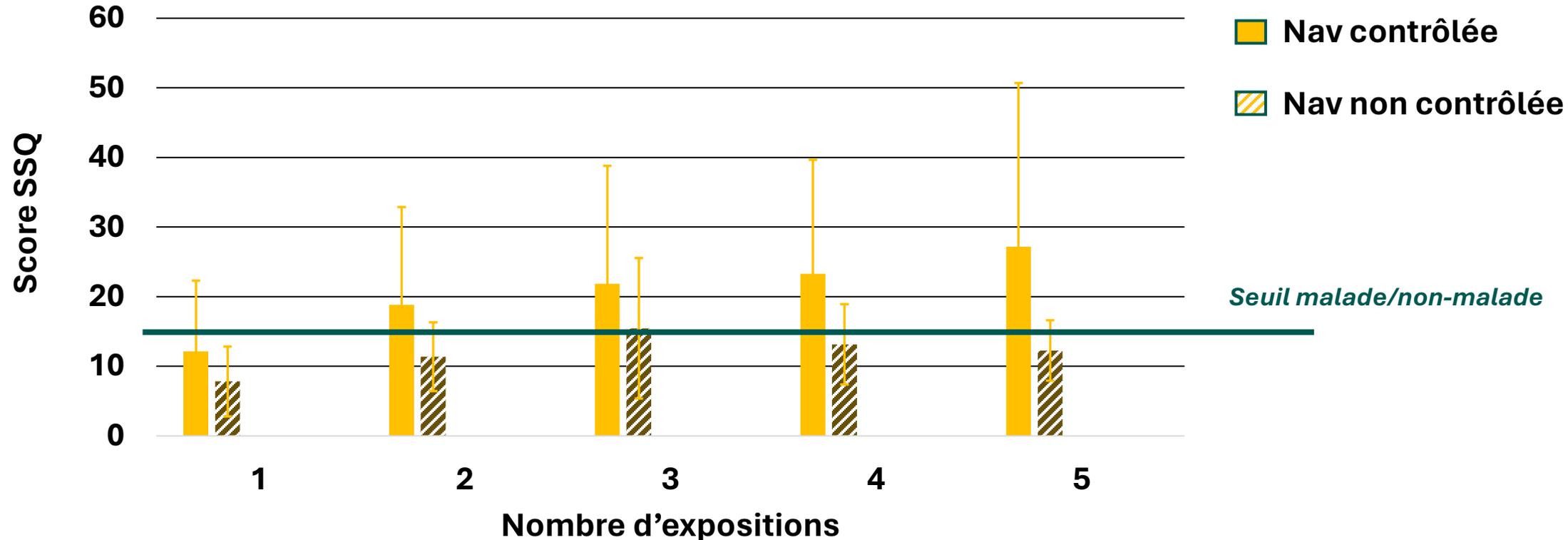


**Chez les seniors, augmentation significative du niveau d'inconfort dans la condition avec contrôle de la navigation**

# Résultats étude 2 : les inconforts chez les jeunes en VR

## Inconforts en environnement virtuel **AVEC** vs **SANS** contrôle de la navigation pour les jeunes

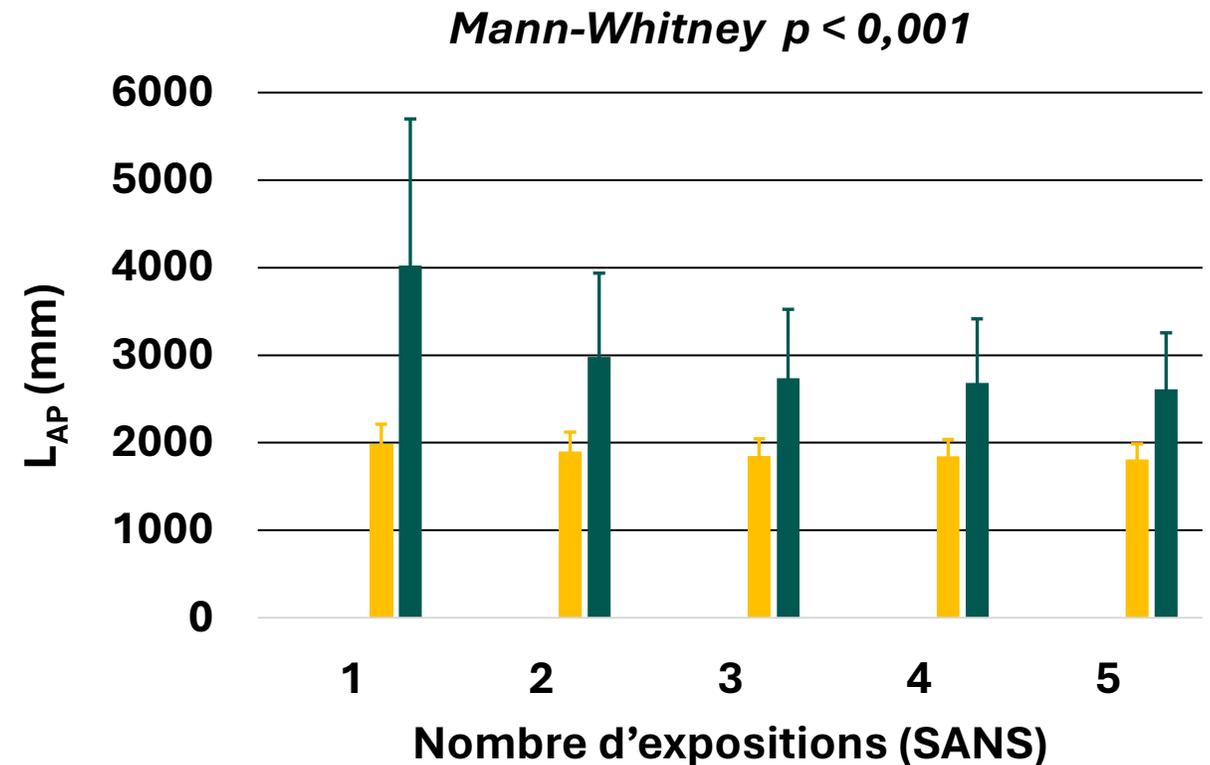
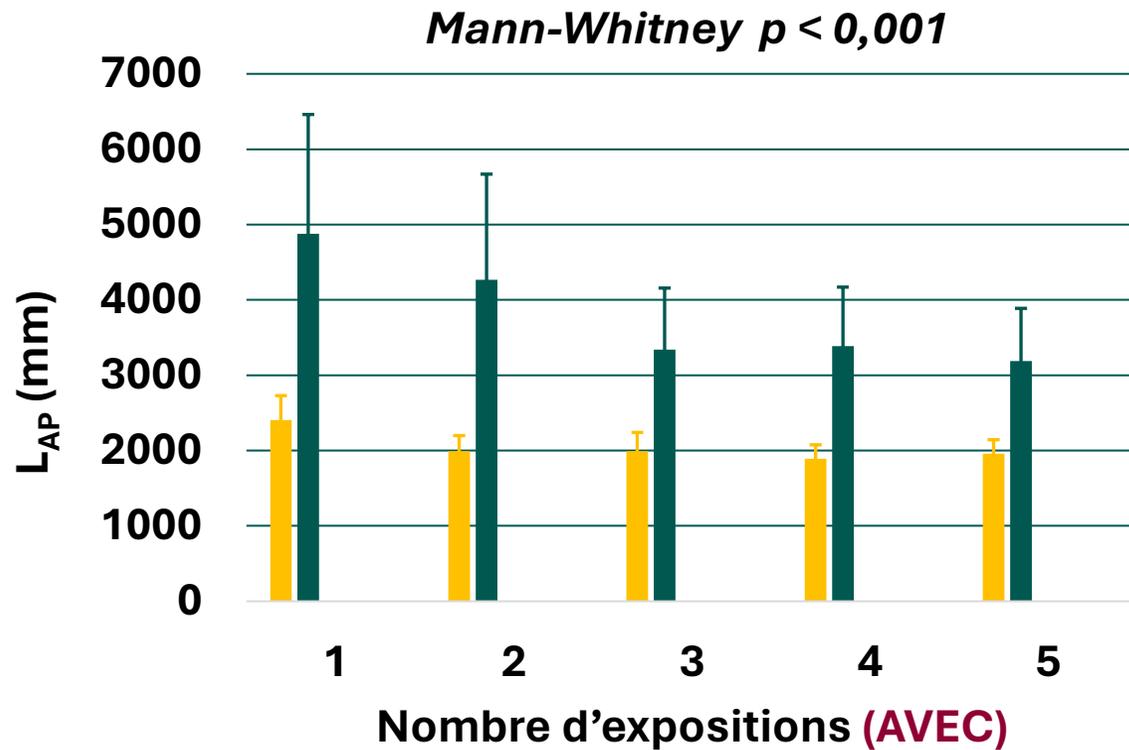
$\chi^2 (1) = 3,61 ; p = n.s.$



**Chez les adultes jeunes, absence d'effet de la condition de navigation sur le niveau d'inconfort**

# Résultats étude 2 : Instabilité posturale et âge en VR

Longueur antéro-postérieure **AVEC** vs **SANS** contrôle de la navigation pour les 2 groupes



-  Groupe senior
-  Groupe jeune

**En condition avec et sans contrôle de la navigation, effet significatif de l'âge sur les paramètres posturaux**

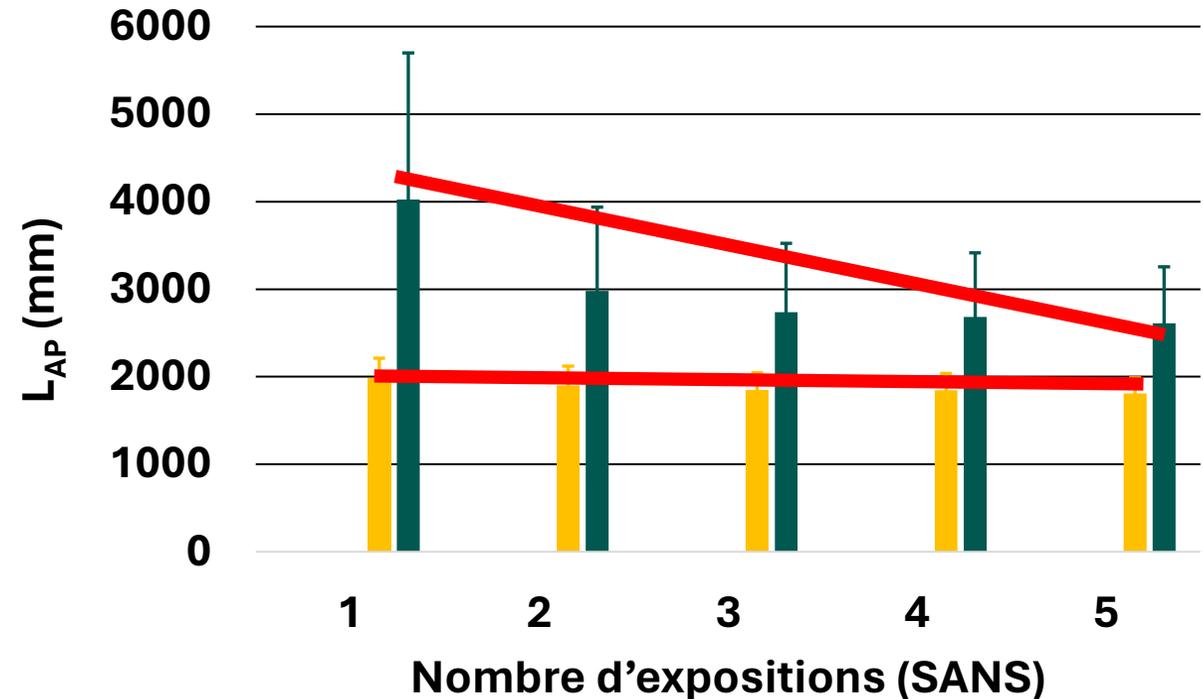
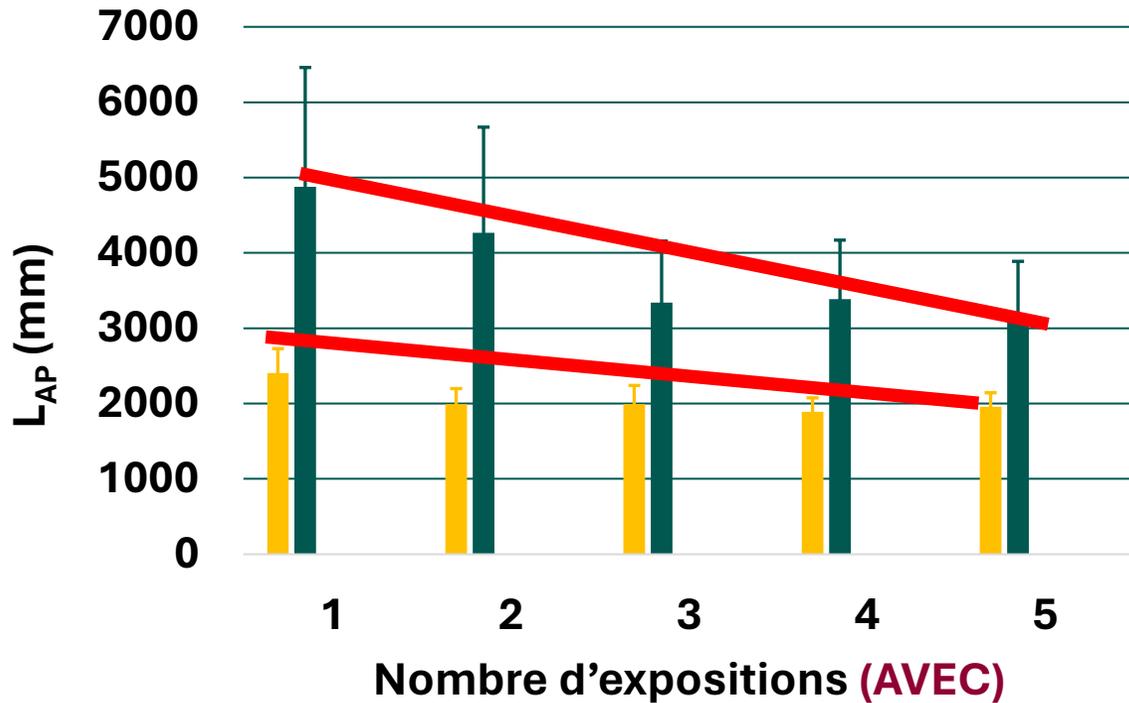
## Longueur antéro-postérieure **AVEC** vs **SANS** contrôle de la navigation pour les 2 groupes

Jeunes :  $\chi^2 (4) = 17,15$   $p < 0,01$  KW = 0,26

Seniors :  $\chi^2 (4) = 25,14$   $p < 0,01$  KW = 0,30

Jeunes :  $\chi^2 (4) = 10,82$   $p < 0,05$  KW = 0,13

Seniors :  $\chi^2 (4) = 31,89$   $p < 0,01$  KW = 0,38



- Groupe senior
- Groupe jeune

**Diminution significative des paramètres posturaux  $L_{AP}$  et  $V_{CDP}$  avec la répétition des expositions pour les deux groupes en condition de navigation contrôlée et non**

**Résultat similaire à l'étude 1 avec pas de relation inconforts et âge en contexte passif.**

~~**Oh et Son (2022)  
- Inconforts et contrôle de la navigation vs contrôle**~~

- Du point de vue de la théorie des conflits sensoriels, nos résultats sont également contradictoires avec le paradigme du conducteur et du passager (Bos et al., 2008). L'anticipation cognitive proposée dans notre étude 2 amplifie les inconforts au lieu de les amoindrir chez les seniors.
- Mise en évidence d'une relation entre âge et inconforts en contexte de navigation contrôlée mais pas lien probant avec l'instabilité posturale liée à l'âge.

**Demande cognitive, plus importante en condition avec contrôle de la navigation plutôt que sans**



**Moins bonne gestion des conflits sensoriels en présence**

La performance est moins bonne chez les seniors que chez les adultes jeunes.

Les seniors ont parcouru une moins grande distance que les jeunes ( $p < .05$ )

**Comment définir une bonne ou une mauvaise expérience en réalité virtuelle : l'expérience utilisateur (UX) ?**

- **Les inconforts : cybermalaises**

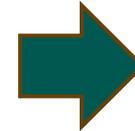
- **Capacité à évoluer et réagir**

- **Acceptation et attentes**

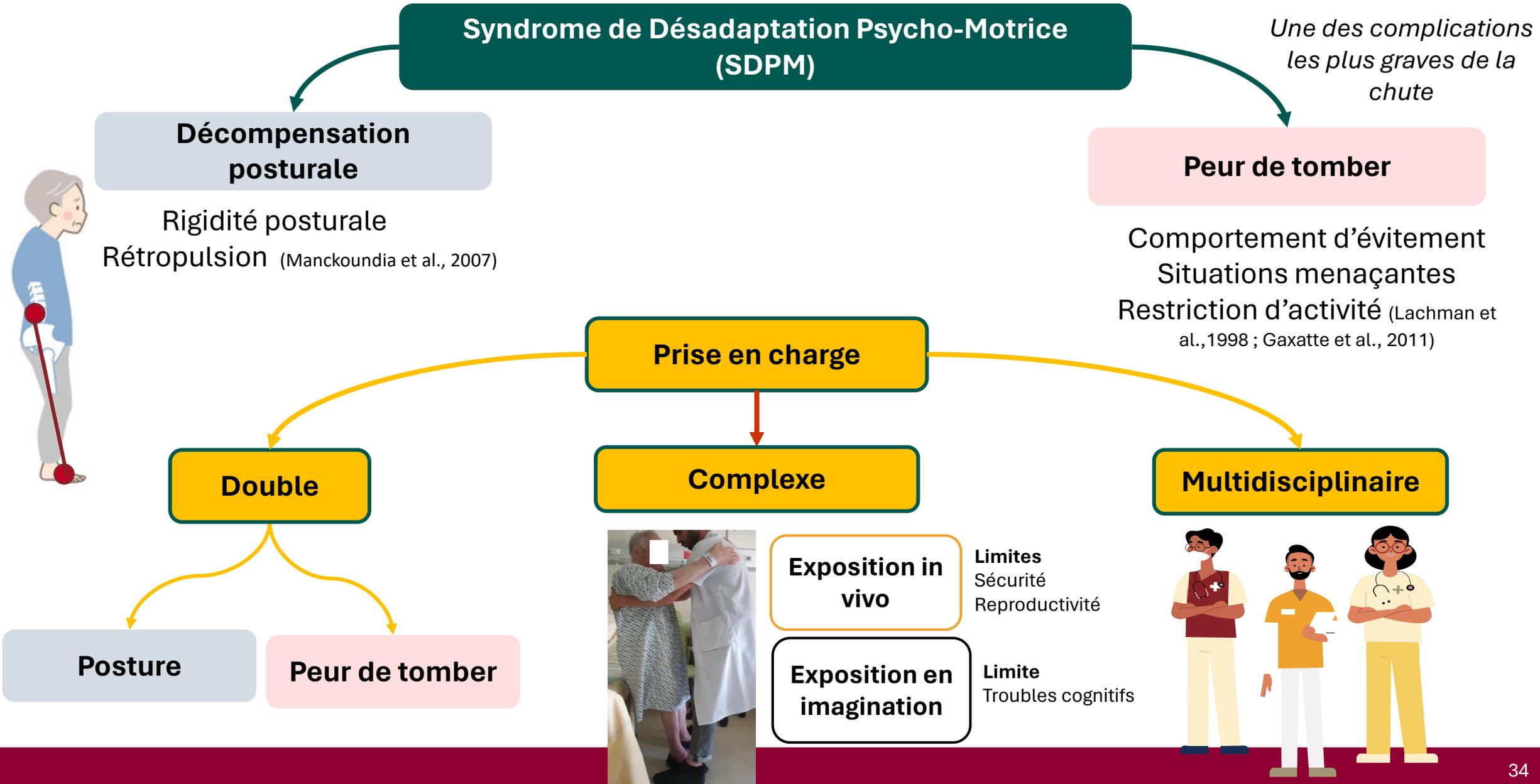
- **Anxiété situationnelle**

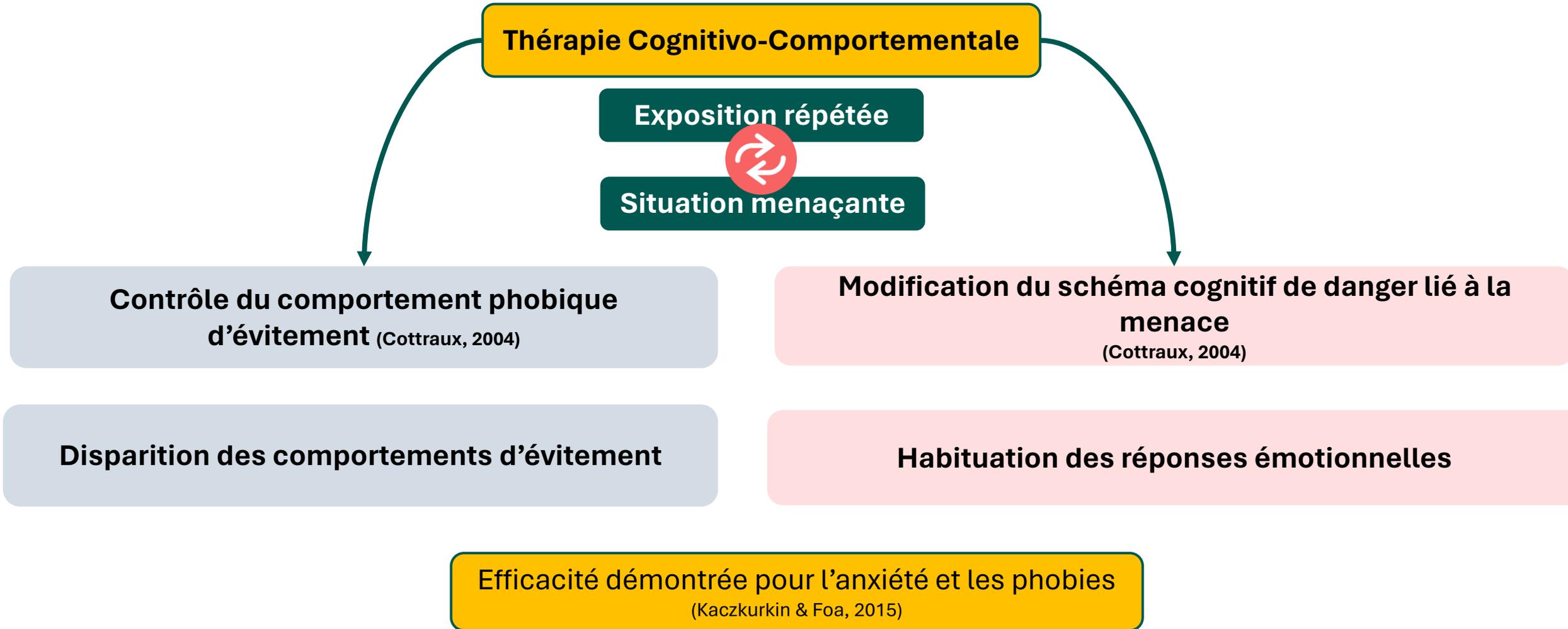


**Thérapie cognitivo-comportementale en réalité virtuelle (TERV) : le syndrome post chute (SDPM)**



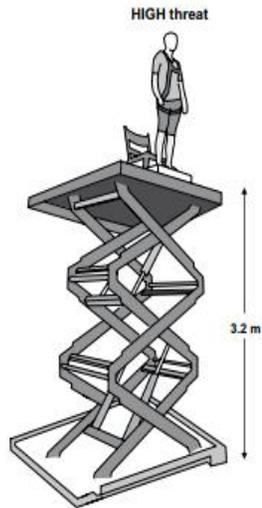
# Syndrome de Désadaptation Psycho-Motrice



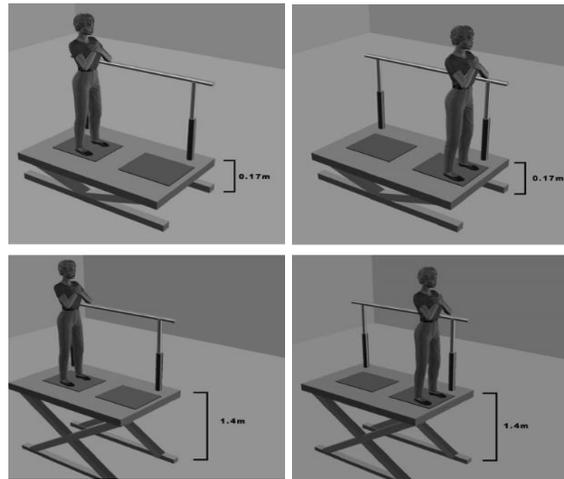


## Etude du lien entre perception de la menace et modification posturale

### Menace posturale



(Zaback et al., 2019)



(Brown et al., 2006)

**Positionnement  
en hauteur**

*Peur corrélée à la  
menace perçue*

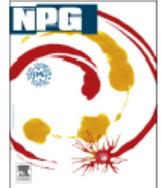
**Manipulation de la  
distance**

*Recul du CP  
Rigidité posturale*



Disponible en ligne sur  
**ScienceDirect**  
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France  
**EM|consulte**  
www.em-consulte.com



*The acceptability and tolerance of exposure to virtual reality for the treatment of psychomotor disadaptation syndrome in the elderly*

H. Rmadi<sup>a</sup>, M. Mary<sup>a</sup>, E. Duron<sup>a,\*,b</sup>, T. Pujol<sup>a</sup>,  
Y. Gasmi<sup>a</sup>, P. Maillot<sup>d</sup>, S. Hanneton<sup>d</sup>, C. Souques<sup>a</sup>,  
E. Karoubi<sup>a</sup>, R. Artico<sup>a,c</sup>



360°

Trois séances d'exposition à la réalité virtuelle (RV) simulant une exposition progressive au vide antérieur ont été proposées à 10 patients (9 femmes et 1 homme ; 86,8 ± 4,56 ans) souffrant de SDPM.

Rmadi et al (2020). NPG Neurologie - Psychiatrie - Gériatrie

Menace virtuelle

Peur de tomber

Posture

## Etude 1

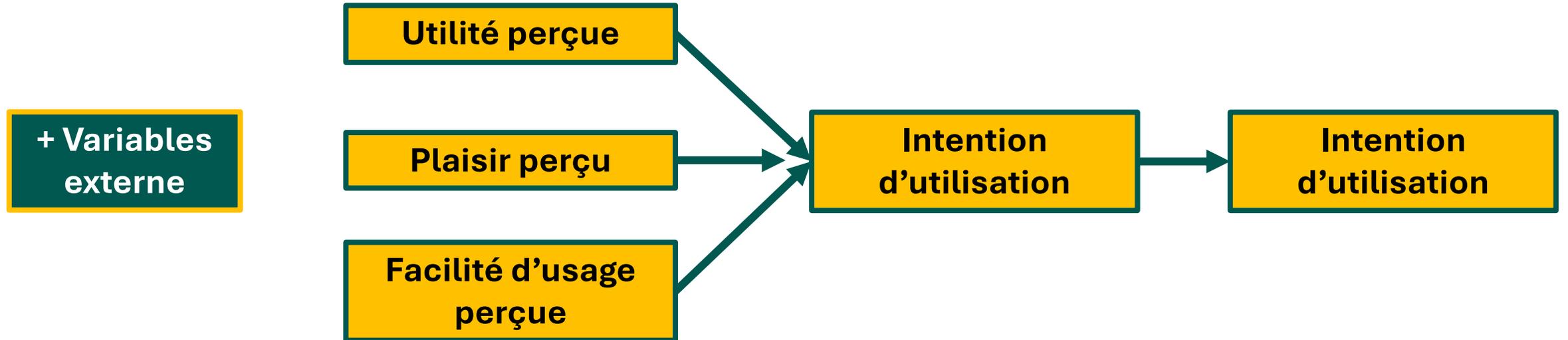
- Est-ce que la réalité virtuelle serait bien tolérée et acceptée par des sujets âgés dépendants ?

## Etude 2

- Quelle scène virtuelle permettrait de simuler de façon spécifique et sécuritaire la peur de tomber chez les sujets âgés ?
- Quel est l'effet de l'exposition répétée sur :
  - la peur de tomber
  - les réactions posturales



## Le modèle d'acceptation technologique TAM (Davis, 1989)



**Adoption d'une intervention basée sur le téléphone mobile**  
(Xue et al., 2012)

**Programme d'entraînement basé sur les exergames**  
(Wüest et al., 2014 ; Chen et al., 2018)

**Acceptation d'un robot de télé-présence**  
(Mascret & Temprado, 2023)

## Critères d'inclusion

- Age  $\geq$  75 ans
- MMSE  $\geq$  20

## Critères de non-inclusion

- Antécédent de crise d'épilepsie
- Troubles psychiatriques
- Syndromes vestibulaires ou cérébelleux

## Une semaine : 3 séances individuelles de réalité virtuelle

1<sup>ère</sup> séance  
(7 min)



Anxiété d'état

Anxiété d'état  
Cybermalaises  
Acceptation

2<sup>ème</sup> séance  
(7 min)



Anxiété d'état

Anxiété d'état  
Cybermalaises  
Acceptation

3<sup>ème</sup> séance  
(7 min)



Anxiété d'état

Anxiété d'état  
Cybermalaises  
Acceptation

Anxiété trait  
Bien-être

Anxiété trait  
Bien-être



Balade en forêt au rythme des saisons



Grand canyon



Animaux dans la nature

- **Tolérance**

- Cybermalaises : Simulator Sickness Questionnaire (SSQ) (Kennedy et al., 1993)
- Anxiété état : State-Trait Anxiety Inventory (form Y-A) (Bouchard et al., 1998)

- **Acceptation**

Questionnaire d'acceptation

- Plaisir perçu
- Utilité perçue
- Facilité d'usage
- Intention d'utilisation
- Réalisme perçu
- Sentiment de présence

- **Anxiété Trait**

State-Trait Anxiety Inventory (form Y-B) (Bouchard et al., 1998)

- **Bien-être**

Well-Being Index (WHO-5) (Bonsignore et al., 2001)



## Population

36 sujets dont  
3 exclusions

	Age	MMSE	Anxiété Trait
Moyenne	89.33	25.42	32.90
Ecart-type	5.47	3.07	7.19
Minimum	77	20	21
Maximum	100	30	53

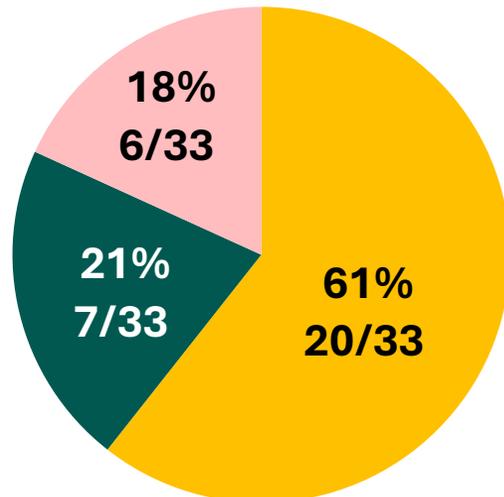
### 3 exclusions

1 par manque de motivation  
2 pour intolérance



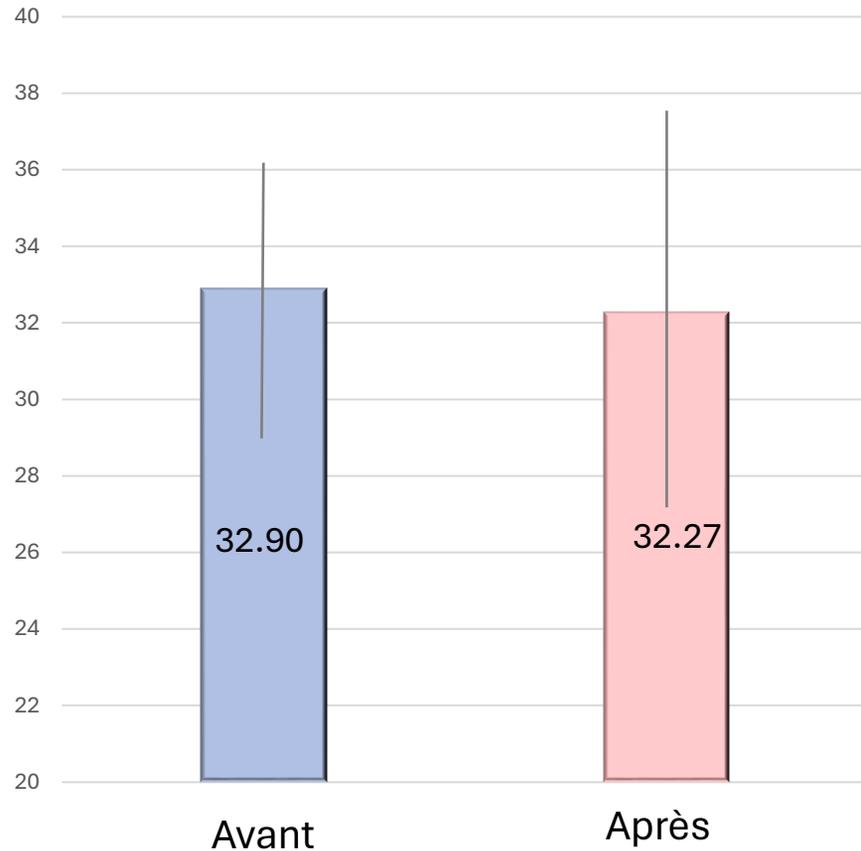
## Tolérance : Cybermalaises

Le SSQ global (moyenne  $\pm$  écart-type) était de  $1.84/96 \pm 3.44$  ( $< 5$  : signes négligeables) (Stanney et al., 1997)



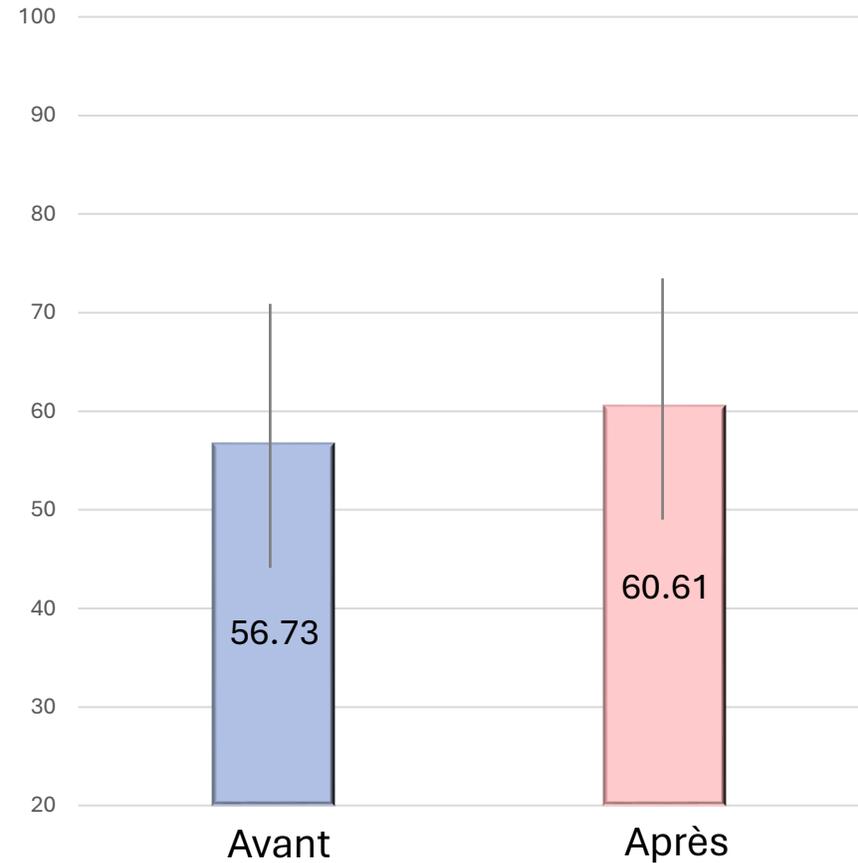
- Aucun signe de cybermalaises durant les 3 séances
- Des signes de cybermalaises négligeables ( $< 5$ ) ou non significants ( $< 10$ )
- Des signes de cybermalaises significants  $\geq 10$  pendant au moins une séance

## Anxiété TRAIT



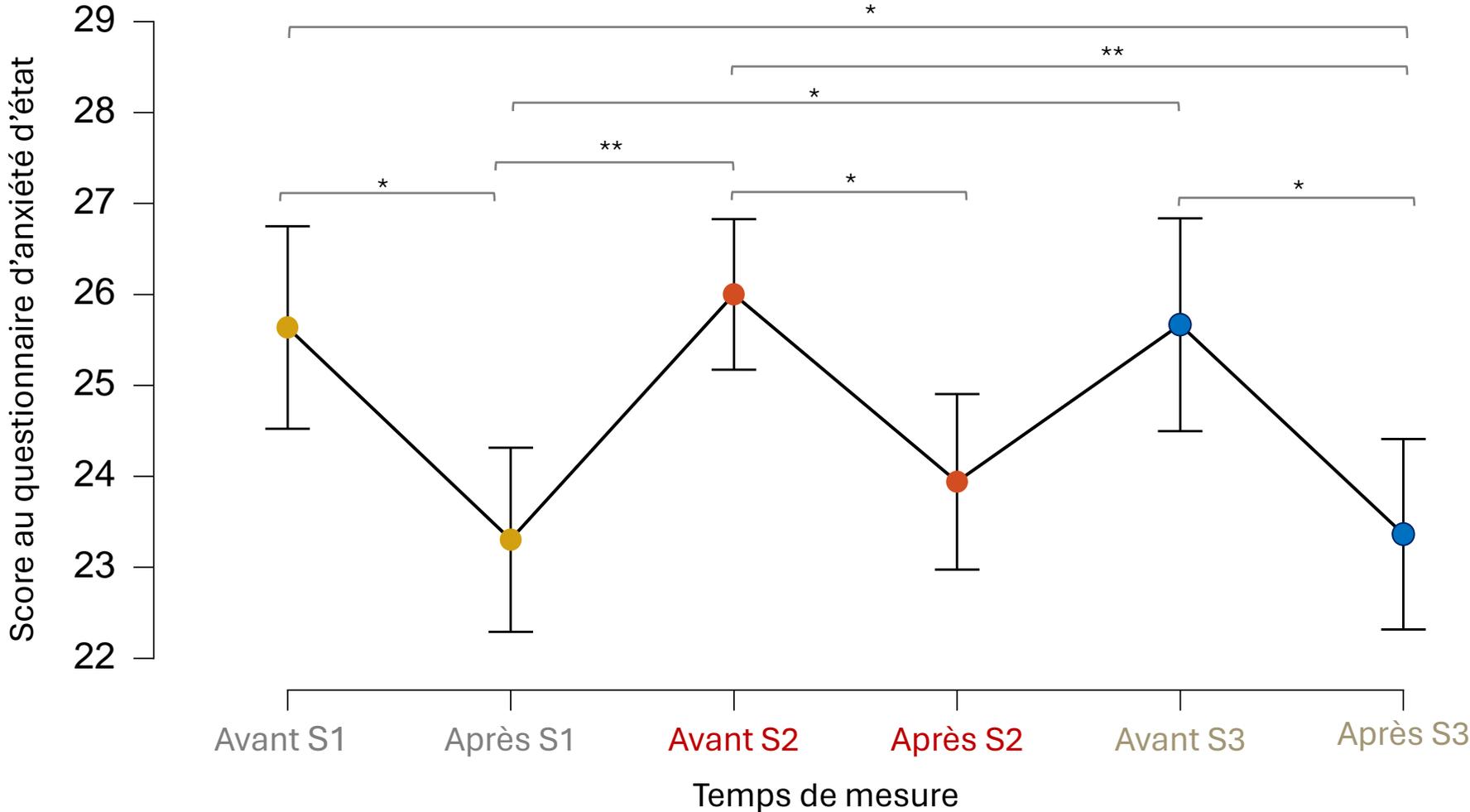
Evolution de l'anxiété TRAIT avant et après les 3 séances

## Bien-être



Evolution de score du bien-être avant et après les 3 séances

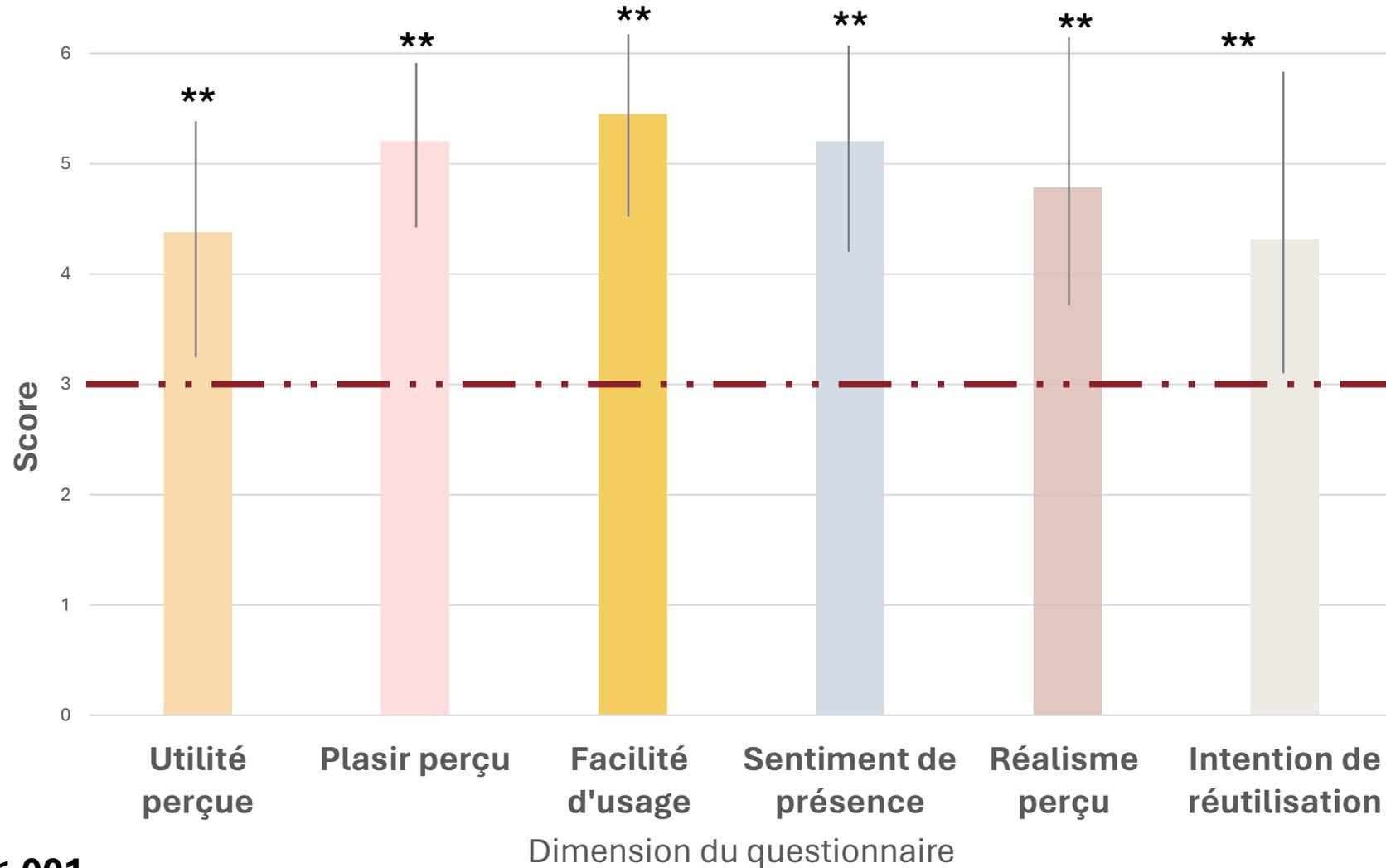
# Résultats : Anxiété d'état



\*  $p < .05$ , \*\*  $p < .001$

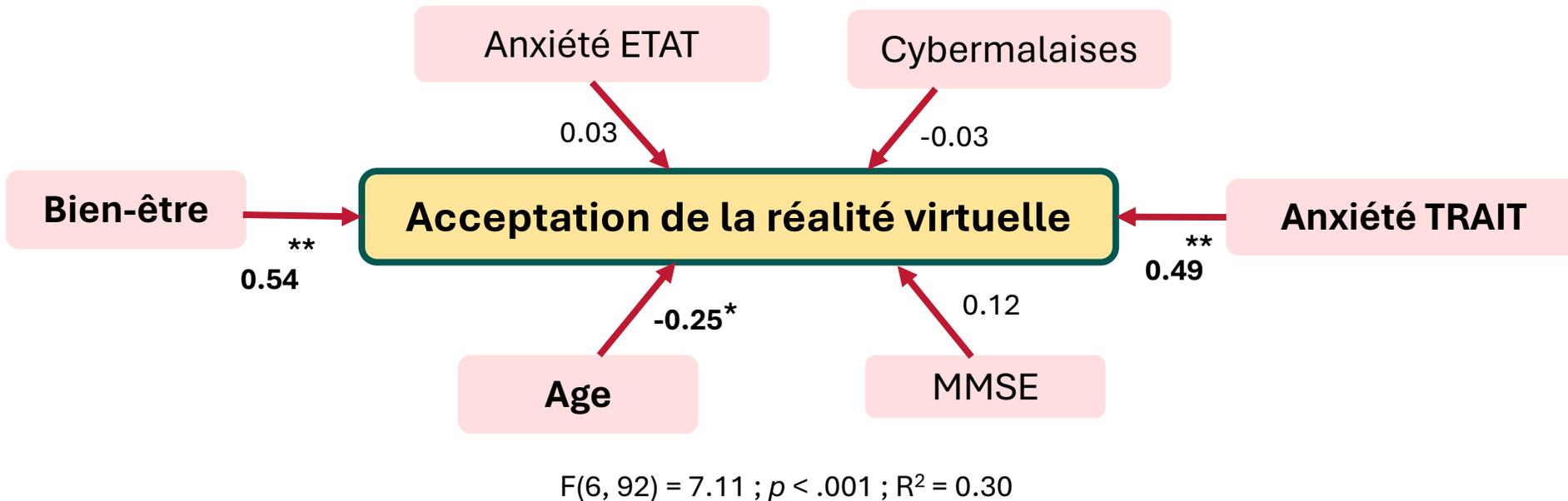
# Résultats : Acceptation

- Le score global était de  $29.92 / 48 \pm 4.53$



\*\*  $p < .001$

- Ne varie pas en fonction du type de la scène visualisée
- Ne diffère pas au fur et à mesure des séances



\* $p < .05$ . \*\* $p < .001$

- Peu ou pas de cybermalaises
- La Réalité Virtuelle n'a pas été source d'anxiété pour les personnes âgées

## Bonne tolérance

- Score de SSQ  $\geq 10$  ← Causes ?

## Bien acceptée par des sujets âgés

## Les caractéristiques de la RV (durée, peu interaction)

(Comité d'Éthique VR, 2019)



Le contenu des scènes proposées (Niki et al., 2021)

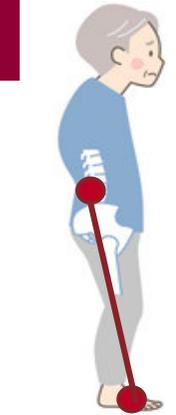
Anxiété envers les nouvelles technologies

Intention d'utilisation

Immersion perçue

Sentiment de présence

- Usage de la thérapie d'exposition à la réalité virtuelle pour la prise en charge de la peur de tomber



**Peur de tomber**

**Troubles de l'équilibre  
et de la posture**

Exposition au vide antérieur

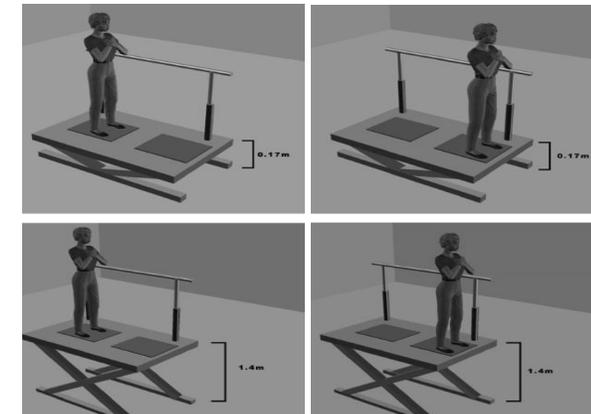


Condition virtuelle

Condition réelle



(Cleworth et al., 2012)



(Brown et al., 2006)

Statique ne simule pas l'évènement de la chute

Peu sécuritaire



Objet phobique virtuel

Scène simulant un mouvement de bascule en avant

Perception du flux optique virtuel

(Chander et al., 2019, 2020)

Peur de tomber

Part émotionnelle

Réactions posturales

Part sensorielle

- Comparer l'effet de l'exposition virtuelle
  - une scène simulant un mouvement de bascule en avant
  - une scène simulant un mouvement de translation antérieur
- Effets de l'exposition répétée



# Méthode : procédure expérimentale

## Familiarisation



## 1<sup>ère</sup> série

## 2<sup>ème</sup> série

## 3<sup>ème</sup> série

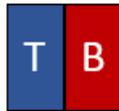
## 4<sup>ème</sup> série

## 5<sup>ème</sup> série

1<sup>ère</sup> situation



2<sup>ème</sup> situation



PT  
PSI

PT  
PSI

SSQ

PT  
PSI

PT  
PSI

PT  
PSI

PT  
PSI

PT  
PSI

PT  
PSI

SSQ

PT  
PSI

PT  
PSI

PT  
PSI

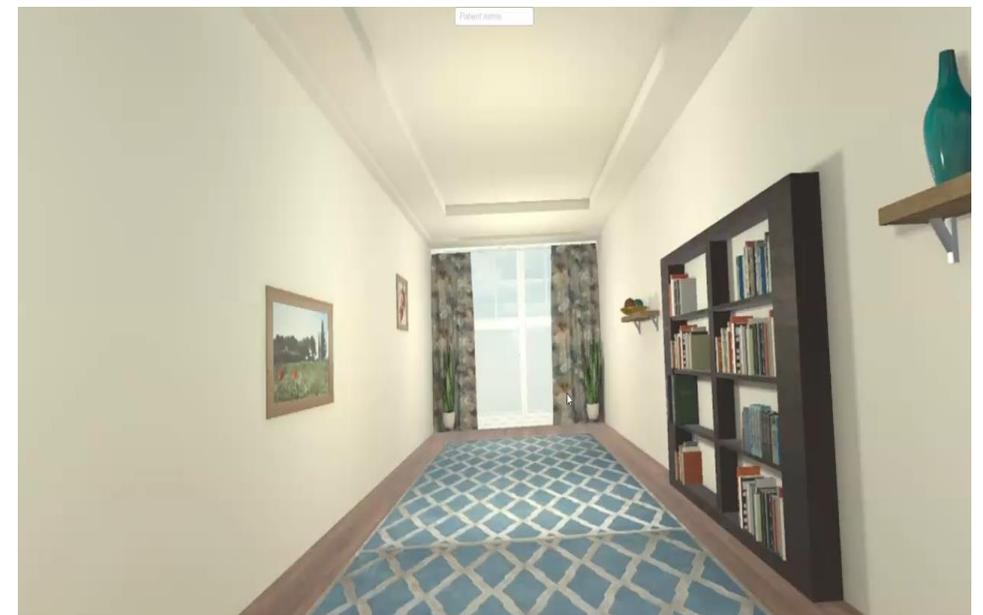
PT  
PSI

PT  
PSI

PT  
PSI



Simulation de la Translation (T)



Simulation de la Bascule (B)



## Population

**N = 21 (12 femmes)**  
**Age = 82.38 ± 5.90**

### Les variables posturales

Longueur de déplacement du CP en AntéroPostérieur (AP)

Vitesse moyenne et Vitesse max du (CP) en AP

Fréquence en AP

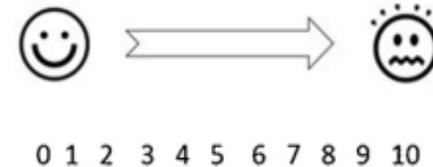
Surface de diagramme de phase (Riley et al., 1995 ; Quijoux et al., 2021)



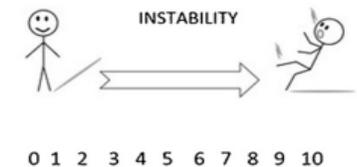
**N = 45 (16 femmes)**  
**Age = 22 ± 2.9**

### Les variables psychologiques

Peur de Tomber (PT)



Perception Subjective de l'Instabilité (PSI)

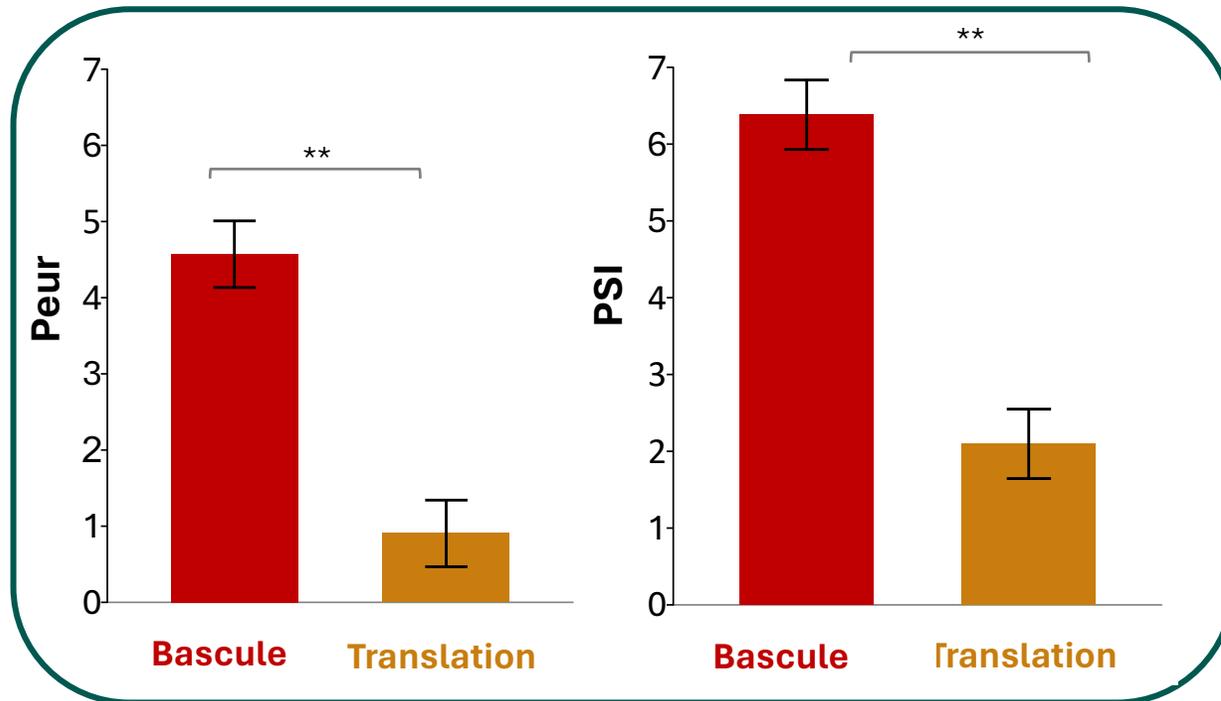


**Antécédent de chutes**

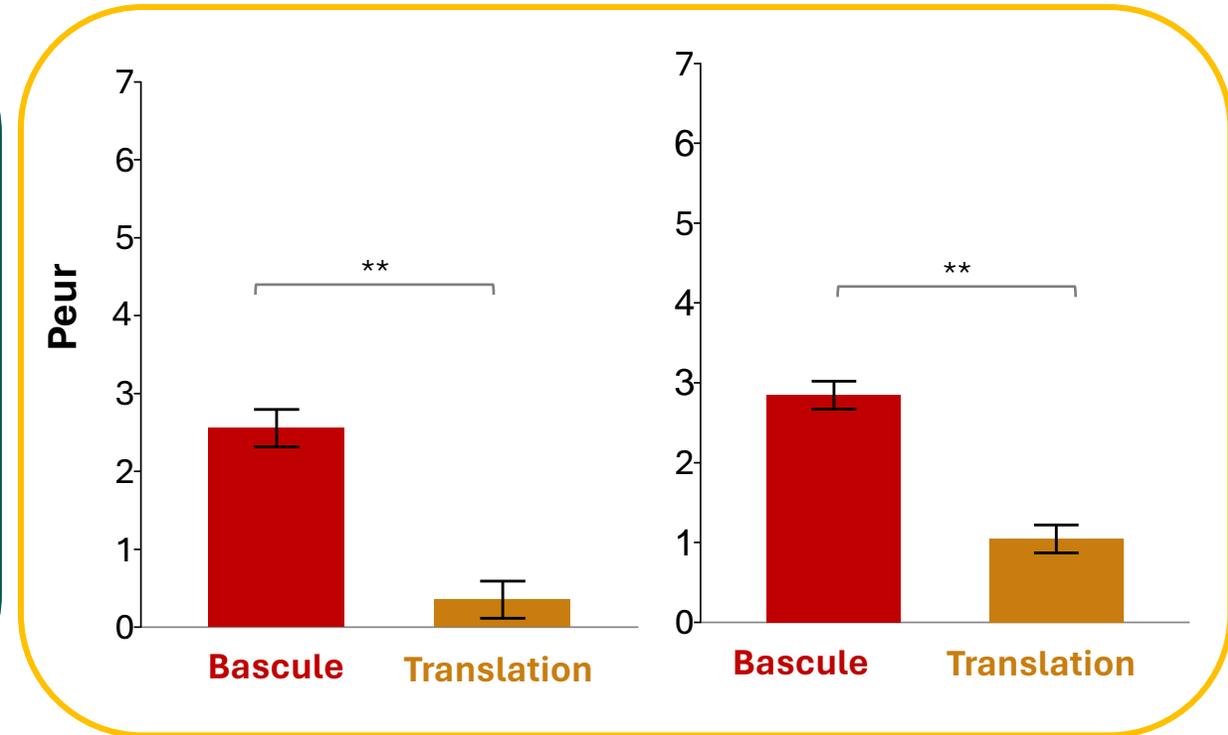
**Peur de tomber Falls Efficacy Scale-International (FES-I)** (Yardley et al., 2005)

## Effet du type d'exposition

### Peur de tomber et Perception Subjective d'Instabilité (PSI)



Groupe sujets âgés



Groupe sujets jeunes

## Variables posturales

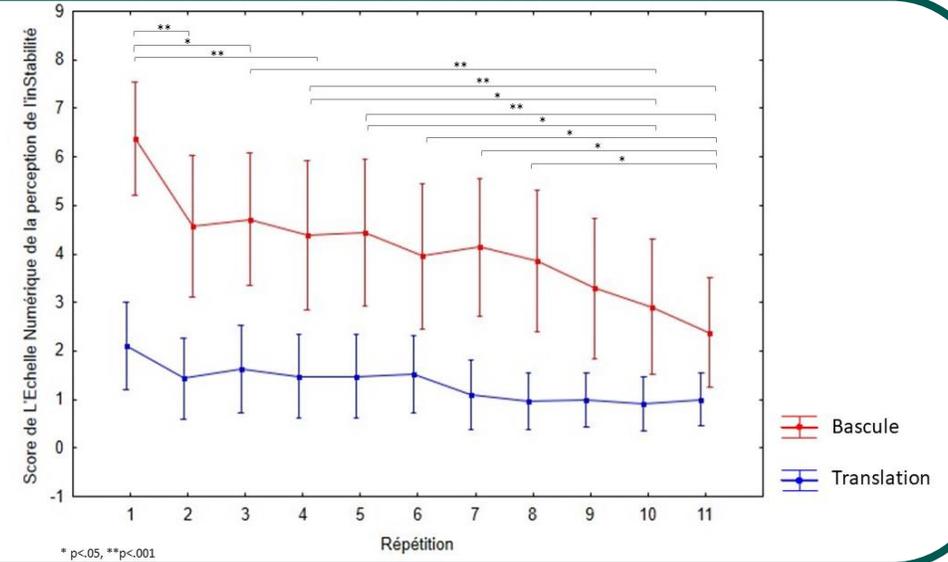
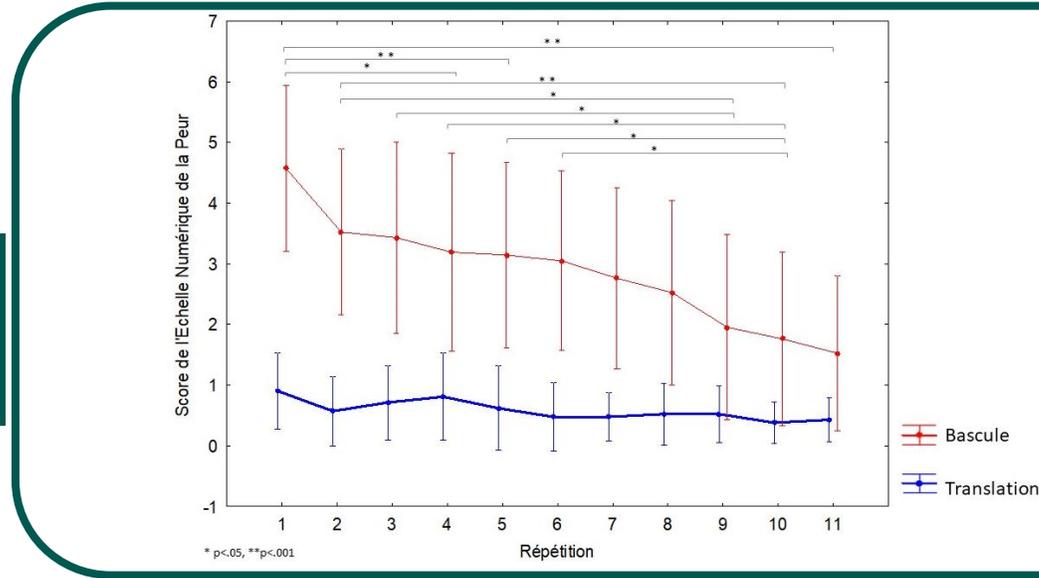
Groupe  
sujets  
âgés

	Bascule en S1		Translation en S1		<i>t</i>	<i>p</i>	d de Cohen
	M	ET	M	ET			
Longueur (mm)	932.51	496.96	501.96	285.11	5.73	< .001	1.25
Vitesse Moyenne (mm.s-1)	98.62	60.83	47.52	27.04	5.11	< .001	1.11
Vitesse Maximale (mm.s-1)	784.68	779.38	146.92	99.81	3.83	< .001	0.83
Fréquence (hz)	0.32	0.31	0.48	0.40	1.40	0.17	-0.31
Surface du diagramme de phase	44 135.93	36 530.44	6 767.21	6 686.86	5.21	< .001	1.13

Groupe  
sujets  
jeunes

	Bascule 1		Translation 1		<i>t</i>	<i>p</i>	d de Cohen
	M	ET	M	ET			
Longueur (mm)	247.01	211.66	195.90	300.99	0.93	0.35	0.14
Vitesse (mm.s-1)	22.90	19.57	18.17	27.90	0.93	0.35	0.14
Vitesse Max (mm.s-1)	107.46	174.71	72.01	205.27	0.86	0.39	0.13
Fréquence (hz)	0.19	0.14	0.28	0.2	-2.49	< .05	-0.37
Surface du diagramme de phase	3601.80	7643.96	1054.68	2386.69	5.21	< .05	0.32

Groupe  
sujets  
âgés



## Echelle numérique de la peur

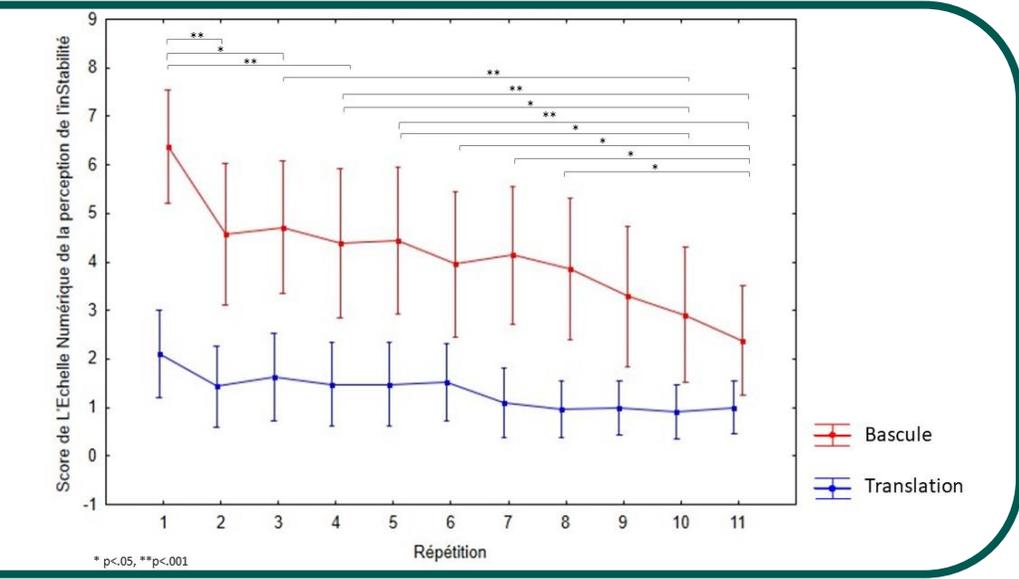
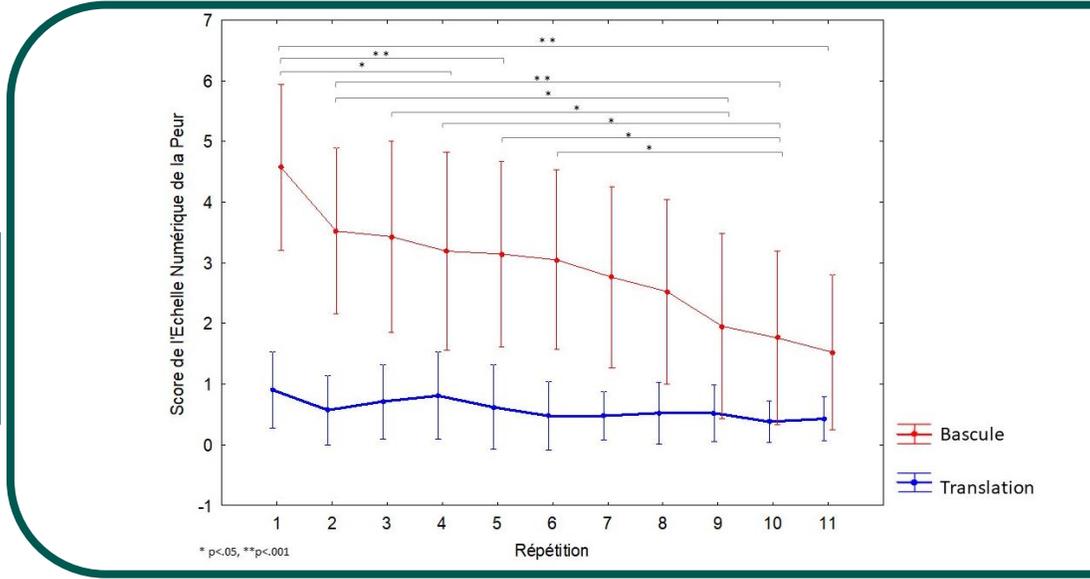
- Effet d'interaction entre les répétitions et le type de scène (T et B)  $F(10, 200) = 5.24$  ;  $p < .001$   $\eta^2 = 0.20$
- Post-hoc de Bonferroni : pas d'effet sur la translation. Diminution significative et systématique après la 4ème exposition ( $p < .05$ ) pour la bascule.

## Perception subjective de l'instabilité

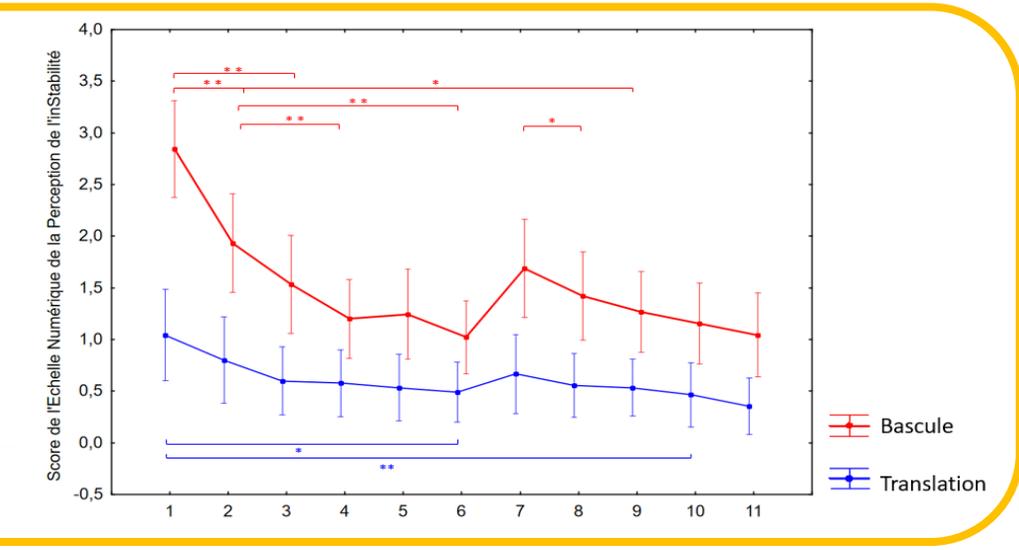
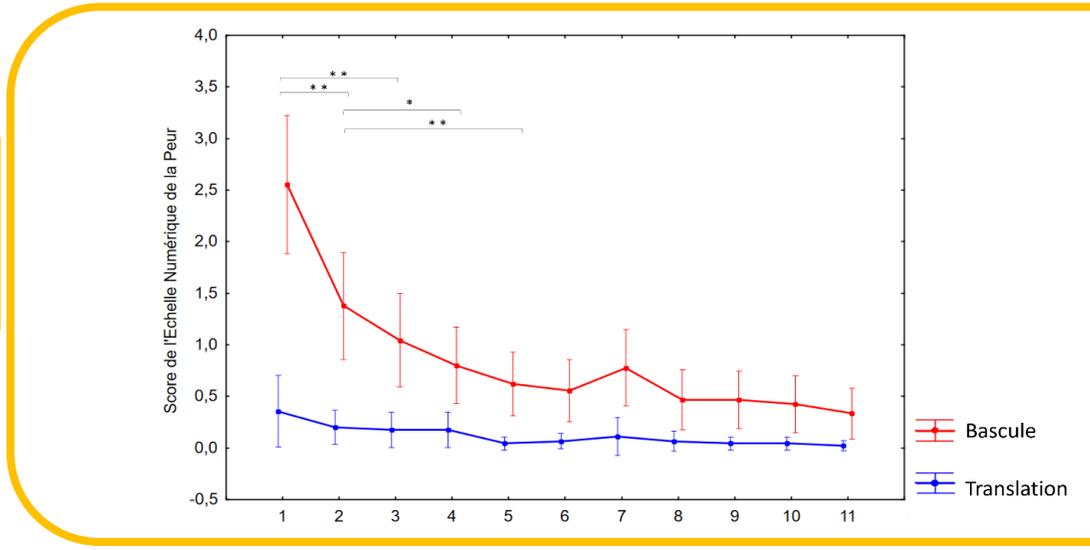
- Effet d'interaction entre les répétitions et le type de scène (T et B)  $F(10, 200) = 4.39$  ;  $p < .001$ ,  $\eta^2 = 0.18$
- Post-hoc de Bonferroni : pas d'effet sur la translation. Diminution significative et systématique après la 2ème exposition ( $p < .05$ ) pour la bascule

# Effet de la répétition sur la peur de tomber et perception subjective d'instabilité

**Groupe  
sujets  
âgés**



**Groupe  
sujets  
jeunes**



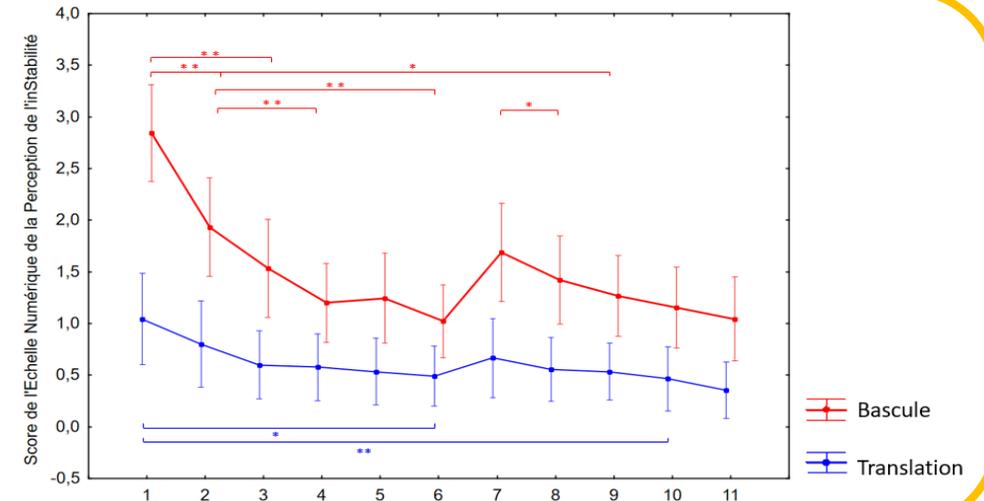
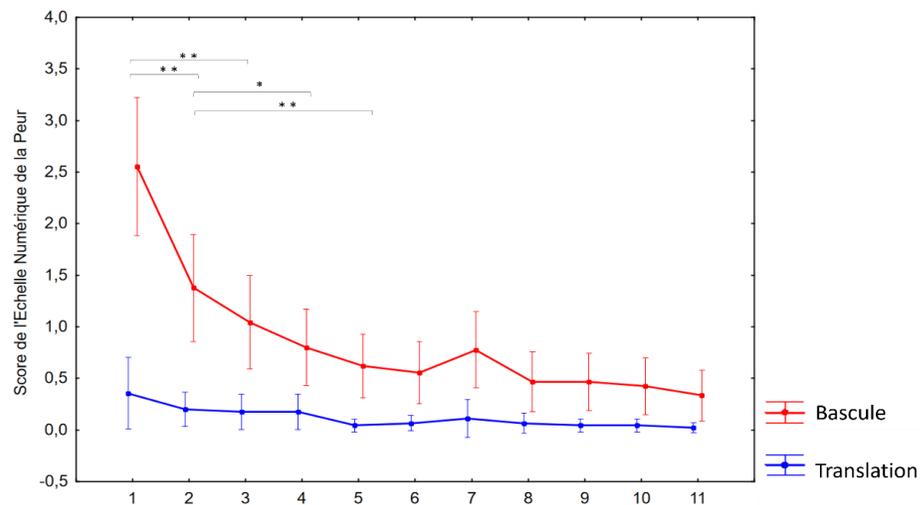
## Echelle numérique de la peur

- Effet d'interaction entre les répétitions et le type de scène (T et B)  $F(10, 440) = 19.05$  ;  $p < .001$   $\eta^2 = 0.30$
- Post-hoc de Bonferroni : pas d'effet sur la translation. Diminution significative et systématique après la 2ème exposition ( $p < .05$ ) pour la bascule.

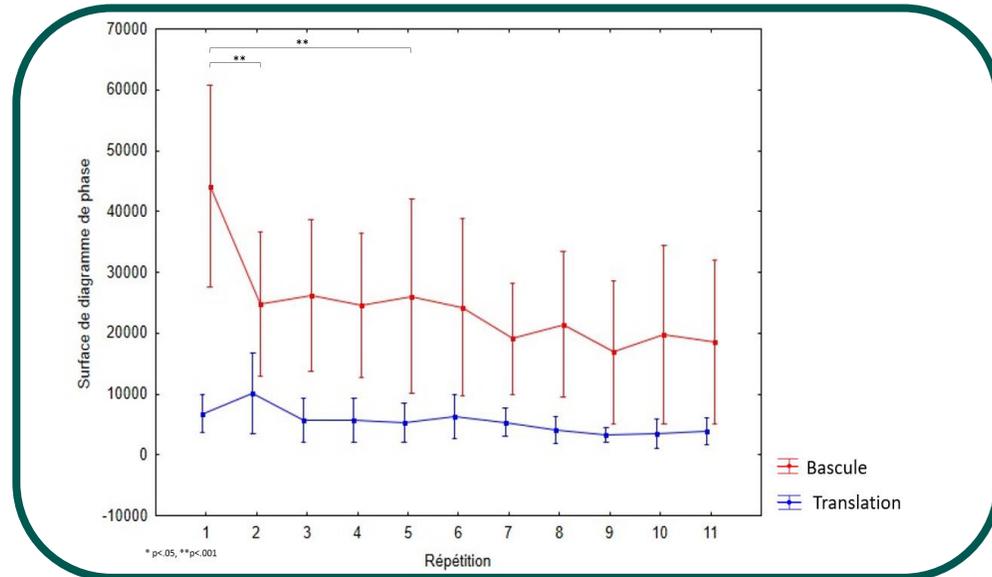
## Perception subjective de l'instabilité

- Effet d'interaction entre les répétitions et le type de scène (T et B)  $F(10, 440) = 6.05$  ;  $p < .001$ ,  $\eta^2 = 0.12$
- Post-hoc de Bonferroni : Diminution significative et systématique pour T après la 6<sup>ème</sup> et après la 2ème exposition ( $p < .05$ ) pour la bascule

Groupe  
sujets  
jeunes

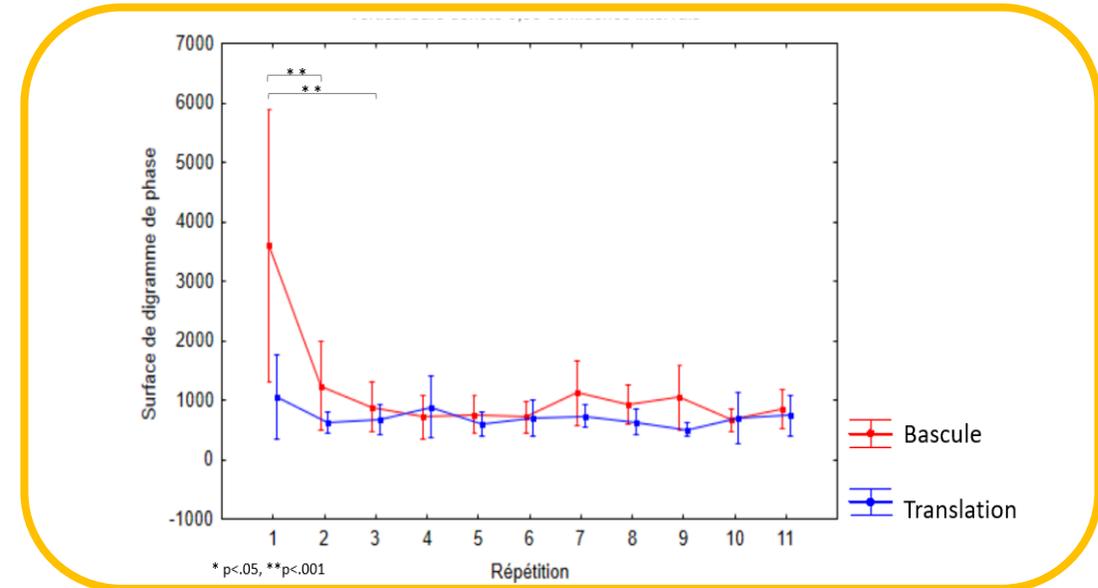


## Les variables posturales: surface de diagramme de phase



### Groupe sujets âgés

- Effet d'interaction entre les répétitions et le type de scène (T et B)  $F(10, 200) = 4.59$  ;  $p < .001$ ,  $\eta^2 = 0.18$
- Post-hoc de Bonferroni : pas d'effet sur la translation. Diminution significative et systématique après la 4ème exposition ( $p < .05$ ) pour la bascule.



### Groupe sujets jeunes

- Effet d'interaction entre les répétitions et le type de scène (T et B)  $F(10, 440) = 3.54$  ;  $p < .001$ ,  $\eta^2 = 0.07$
- Post-hoc de Bonferroni : pas d'effet sur la translation. Diminution significative et systématique après la 2ème exposition ( $p < .05$ ) pour la bascule.

- Effet de la scène B



Vide antérieur  
simulée par  
une chute



Perception d'une menace  
de chuter



Peur de tomber

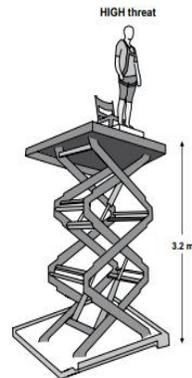
+ la menace perçue est importante + la peur exprimée augmente Zaback et al. (2015)

- Sur les réactions posturales

≠ Rigidité  
posturales



≠



Zaback et al., 2019

+ de réactions en B comparé à T

- Deux scènes avec un flux optique à durée égale
- Direction du flux (Phu et al., 2023)
- Part émotionnelle associée à la scène B

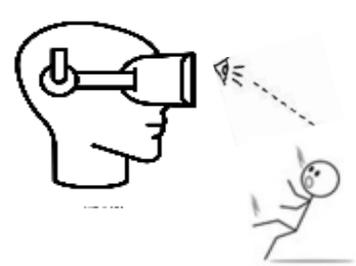
Nature du stimulus  
Flux optique

- Effet de l'exposition répétée

Modification des processus cognitifs  
(Cottraux, 2004)

→ **Habituation  
émotionnelle**

→ **- Peur de tomber**



→ Diminution de la menace associée à la chute  
(Ellmers et al., 2020)

→ Libération de l'attention initialement attribuée à la menace

(Huffman et al., 2009 ; Johnson et al., 2017 ; Zaback et al., 2016)

→ **Adaptation posturale**

→ **- Réactions posturales**

→ Libération de la part allouée à la vision  
Repondération sensorielle

Young & Williams, 2015



Outil sûr et accepté



Objet phobique virtuel

Thérapie d'exposition à la réalité virtuelle

Peur de tomber

Posture

Syndrome de Désadaptation Psycho-Motrice (SDPM)

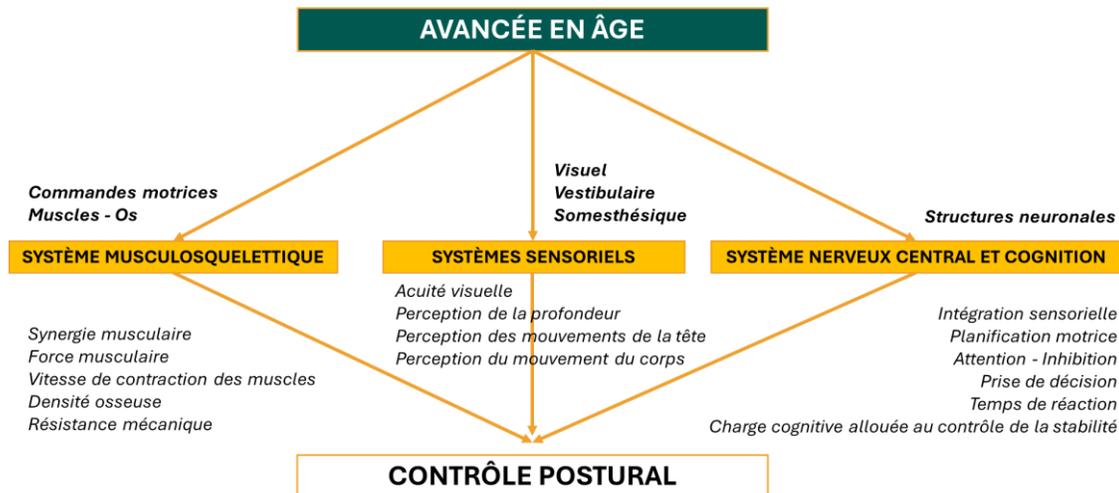


Une scène virtuelle simulant une chute avec une exposition dynamique à une vide antérieure a permis de stimuler une peur de tomber et l'atténuer au fur et à mesure

Efficacité en complément à une prise en charge conventionnelle



## Exposer la personne âgée à la réalité virtuelle : bonne ou mauvaise idée ?



Received: 21 April 2023 | Revised: 14 July 2023 | Accepted: 16 July 2023  
DOI: 10.1111/jgs.18553

REVIEW ARTICLE

Journal of the  
American Geriatrics Society

### In too deep? A systematic literature review of fully-immersive virtual reality and cybersickness among older adults

Brittany F. Drazich PhD, MSN, RN<sup>1</sup> | Rachel McPherson PhD<sup>1</sup> |  
Emily F. Gorman MLIS<sup>2</sup> | Thomas Chan PhD<sup>3</sup> | Jejomar Teleb<sup>1</sup> |  
Elizabeth Galik PhD, CRNP<sup>1</sup> | Barbara Resnick PhD, CRNP<sup>1</sup>

# Je vous remercie de votre attention



**Hajer Rmadi**



**Marie-Philippine Seba**



**Emmanuelle Duron**



**Romain Artico**



**Sylvain Hanneton**



**Gilles Dietrich**



*Séminaire de la Commission ARPEGE du mardi 21 mai 2024*  
*Réalité Virtuelle, Augmentée et Mixte*

# **Exposer la personne âgée à la réalité virtuelle : bonne ou mauvaise idée ?**

**Pauline MAILLOT**

URP 3625 Institut des Sciences du Sport Santé de Paris (I3SP)  
Université Paris Cité