

**SANTÉ**  
**EN MOUVEMENT !**

**LE ZOOM SUR...**

**LES « EXERGAMES »**

**PEUVENT-ILS DONNER  
UNE SECONDE JEUNESSE AUX SENIORS ?**



**Jean-Jacques TEMPRADO**

Professeur à l'institut des sciences du mouvement  
Directeur de la chaire active aging



## **PRÉSERVER LES CAPACITÉS COGNITIVES DES PERSONNES VIEILLISSANTES : UN ENJEU MAJEUR DE SANTÉ PUBLIQUE**

Avec la transition démographique, la préservation de la santé cérébrale (i.e., l'intégrité des structures cérébrales) et des performances cognitives (i.e., le fonctionnement du cerveau) des personnes vieillissantes devient un défi de santé publique majeur.

Ainsi, de nombreux chercheurs du monde entier essayent de comprendre comment nous pouvons retarder, atténuer ou compenser (partiellement) le déclin cognitif, normal et pathologique, au cours du vieillissement.

Ces recherches doivent permettre d'identifier des formes d'interventions attractives, adaptées, et efficaces pour maintenir un fonctionnement cognitif optimal le plus longtemps possible au cours de l'avancée en âge.

La Chaire Active Aging de l'Université d'Aix-Marseille, fruit d'un partenariat entre l'Institut des Sciences du Mouvement et AG2R-La Mondiale s'intéresse à ces questions depuis plusieurs années.





## **COMMENT STIMULER LA COGNITION AU COURS DU VIEILLISSEMENT ?**

Jusqu'à une période récente, la stimulation cognitive était considérée par les chercheurs comme le seul moyen d'améliorer la cognition des personnes âgées. Cette hypothèse s'appuyait sur les études montrant que les personnes qui évoluent dans un milieu social ou un cadre professionnel « enrichi » en stimulations cognitives peuvent constituer une « réserve cérébrale et cognitive » qui les préservent pendant plus longtemps des déclin cognitifs associés au vieillissement ou même de la survenue de troubles cognitifs neurodégénératifs.

Il a aussi été montré que l'entraînement cognitif – i.e., la pratique répétitive de tâches qui sollicitent la mémoire, l'attention, la flexibilité mentale, l'inhibition, ou la réaction rapide en situation d'incertitude – permet d'améliorer le fonctionnement cérébral.

Ce type d'entraînement est difficile à mettre en œuvre en dehors du laboratoire mais des bénéfices cognitifs peuvent aussi être obtenus en jouant aux jeux vidéo, notamment ceux qui nécessitent de réaliser des tâches de réaction rapide, comme les jeux de tir dans des univers de combat (i.e., appelés « First Person Shooters »).

En revanche, les jeux types « chiffres et lettres » qui font appel à des mécanismes peu affectés par le vieillissement ne sont pas les plus indiqués pour stimuler les fonctions cognitives qui connaissent les déclin les plus marqués au cours de l'âge.

De même, les « Brain Games » – ces petits jeux cognitifs, souvent disponibles sur les smartphones – dont les seniors sont si friands s'avèrent assez décevant, montrant souvent des effets limités au strict contexte des jeux et peu transférables dans la vie quotidienne.



## **LE RÔLE DÉTERMINANT DU MOUVEMENT ET DE L'ACTIVITÉ PHYSIQUE**

Au début des années 2000, plusieurs travaux ont mis en évidence les bénéfices de l'activité physique sur la cognition, transformant radicalement les perspectives d'interventions, jusqu'alors ancrées dans la dualité cartésienne entre le corps (i.e., l'entraînement physique pour les capacités physiques) et l'esprit (i.e., l'entraînement cognitif pour les capacités cognitives).

Depuis, il a été montré que tous les types d'exercices physiques, qu'il s'agisse d'efforts d'endurance, de renforcement musculaire contre résistance (haltères ou poids du corps) ou de la répétition de mouvements complexes, participent à l'amélioration du fonctionnement cognitif.

Cet effet est généralement attribué à la libération de substances neurotrophiques qui facilitent la plasticité cérébrale (multiplication des cellules nerveuses, nouvelles connexions et amélioration de la vascularisation) qui, en retour, améliore le fonctionnement cognitif.

Une autre découverte récente est que l'association entre des exercices cognitifs et des exercices physiques ou moteurs – les entraînements "cognitivo-moteurs" – permet d'obtenir des bénéfices plus importants que les entraînements physiques, moteurs ou cognitifs délivrés séparément.

Les chercheurs expliquent ces observations par la conjugaison des effets de facilitation et de guidage de la plasticité cérébrale qui résulte de l'association entre les exercices physiques/moteur et les stimulations cognitives.

L'exploitation de cette « synergie cognitivo-motrice » explique l'intérêt croissant pour les exergames dans les travaux scientifiques pour les programmes d'Activité Physique Adaptée (APA).



## **LES EXERGAMES** **COMBINER ACTIVITÉ PHYSIQUE ET STIMULATION** **COGNITIVE GRÂCE À LA RÉALITÉ VIRTUELLE**

Les exergames sont des solutions technologiques qui s'appuient sur la réalité virtuelle et les objets connectés pour proposer des jeux interactifs, dans le but de créer des expériences stimulantes et motivantes grâce à des niveaux progressifs de défi. Le principe qui sous-tend les exergames est simple : pour jouer, il faut bouger. C'est donc le corps entier ou une partie du corps (bras, jambes) qui remplacent la « manette » ou le « joystick » utilisé dans les jeux vidéo classiques, entraînant ainsi une dépense énergétique de « gesticulation » associée à des stimulations cognitives portées par les tâches réalisées dans le jeu.





# SANTÉ EN MOUVEMENT !



Introduites dans les EHPADs dès le milieu des années 2000, les fameuses Wii ou Xbox Kinect ont montré un potentiel intéressant pour susciter une motivation pour l'exercice physique chez des personnes âgées, même les moins actives.

Cependant, il a aussi été observé que dans la plupart des cas, cette motivation était de courte durée. Cela s'explique par le fait que la plupart des exergames commerciaux ne sont pas conçus pour être utilisés comme des programmes d'activité physique, même si à première vue, ils semblent plus attractifs que les classiques séances « d'Activité Physique Adaptée ».

Ces constats empiriques ont été corroborés par les recherches sur l'acceptabilité et l'utilisabilité des exergames commerciaux qui ont montré que leur abandon rapide résulte du fait qu'ils tiennent peu compte des capacités, des préférences et des besoins des seniors.

Ainsi, malgré un enthousiasme initial élevé, certains utilisateurs se découragent en raison de la complexité des interfaces, soulignant la nécessité d'améliorer l'ergonomie et d'adapter les paramètres de difficulté (notamment la pression temporelle) pour maintenir une participation à long terme. Ainsi, un des enjeux pour le futur réside dans la conception d'exergames conviviaux, adaptés à l'âge, faciles à utiliser grâce à des instructions claires et des interfaces intuitives, accompagnés par une formation adéquate des personnels qui sont amenés à encadrer l'utilisation des exergames dans les établissements ou les associations qui accueillent des personnes âgées.



## **LES EXERGAMES SONT-ILS EFFICACES POUR AMÉLIORER LA COGNITION DES PERSONNES ÂGÉES ?**

La multiplication des travaux scientifiques sur les exergames reflète une tendance plus large vers des interventions gériatriques fondées sur des données probantes, intégrant les avancées technologiques. Ainsi, de nombreuses études ont porté sur l'évaluation de l'efficacité des exergames commerciaux pour préserver ou améliorer les capacités physiques (endurance, force, coordination), mais aussi la santé cérébrale et cognitive (mémoire, la perception, l'attention, la vitesse de réaction et d'exécution ou la flexibilité mentale).

Certains travaux ont rapporté des effets positifs des interventions utilisant les exergames sur la cognition des personnes âgées. Ces bénéfices sont principalement observés pour :

- **L'attention** : Les exergames sollicitent la vigilance et la capacité à traiter plusieurs informations simultanément, ce qui contribue à améliorer l'attention soutenue.
- **La mémoire** : La répétition d'exercices de jeu, la mémorisation de séquences de mouvements ou d'instructions favorisent le maintien et parfois l'amélioration de la mémoire à court terme et de travail.
- **Les fonctions exécutives** : Les jeux vidéo actifs requièrent souvent de la planification, de la flexibilité mentale et de la prise de décision rapide, autant de dimensions essentielles pour préserver l'autonomie cognitive des seniors.
- **La vitesse de traitement de l'information** : L'interactivité des exergames encourage une réponse rapide aux stimuli visuels et auditifs, ce qui entretient la vivacité d'esprit.

Comme pour les entraînements cognitivo-moteurs classiques, les effets bénéfiques des exergames sont attribués à la combinaison de l'exercice physique, qui augmente la circulation sanguine cérébrale, favorise la neurogenèse et la plasticité synaptique, et des tâches cognitives proposées par les jeux qui activent les réseaux neuronaux spécifiques associés à l'attention, la mémoire ou la flexibilité cognitive requises pour réaliser. De plus, le plaisir suscité par la gamification favorise l'adhésion à long terme et la motivation, deux facteurs essentiels pour obtenir une adhésion récurrente et des progrès durables.

Cependant, en dépit de ces résultats encourageants, plusieurs revues de littérature ou méta-analyses récentes montrent plutôt des effets faibles à modérés, émettant aussi des réserves quant à la robustesse de ces résultats. Par ailleurs, les effets bénéfiques des exergames sont souvent observés en comparant les résultats de groupes de participants inactifs.

En d'autres termes, ces études montrent « qu'un peu d'exergames est toujours mieux que rien », ce qui est assez peu informatif finalement. Par ailleurs, les preuves d'effets à long terme et d'effets de transfert des bénéfices dans les tâches de la vie quotidienne font actuellement défaut dans la littérature. Ces résultats décevants sont souvent minorés dans la littérature sur les exergames qui souffre d'un « chauvinisme technologique », c'est-à-dire d'une croyance forte selon laquelle la présence d'une technologie (sophistiquée) doit nécessairement se traduire par une plus grande efficacité.

Les travaux que nous avons mené au sein de la Chaire Active Aging suggèrent que tel n'est pas systématiquement le cas et que bien souvent ces solutions technologiques coûteuses ne sont pas plus efficaces qu'un programme de marche nordique ou de Tai Chi encadré par un bon professionnel. Ce point est cependant partagé par un nombre grandissant de chercheurs qui reconnaissent que le temps est venu de poser les bases théoriques qui permettront de construire de nouveaux exergames, plus efficaces que les produits commerciaux existants.



## **VERS DES EXERGAMES MIEUX ADAPTÉS AUX SENIORS ET PLUS EFFICACES**

L'avenir de la recherche sur les exergames consiste à mieux identifier et valider scientifiquement les principes qui sous-tendent leur acceptabilité et leur efficacité chez les seniors.

Cela implique la mise en œuvre d'une démarche pluridisciplinaire croisant les expertises en sciences du mouvement (psychologie, neurosciences, neurophysiologie...), géosciences, sciences de l'interaction homme-machine, réalité virtuelle et jeu vidéo. C'est la démarche adoptée au sein de l'Institut des Sciences du Mouvement à Aix-Marseille et de la Chaire Active Aging pour développer un exergame innovant basé sur les résultats de la recherche pluridisciplinaire en sciences du mouvement humain.





**SILVER EXPLORER**  
**UN JEU VIDÉO ACTIF DÉVELOPPÉ**  
**AU SEIN DE L'INSTITUT DES SCIENCES DU MOUVEMENT**  
**DE L'UNIVERSITÉ D'AIX-MARSEILLE**

L'objectif est de concevoir un jeu vidéo actif *pour* et *avec* les seniors (autonomes et en bonne santé dans un premier temps) en les associant, dans une démarche de co-construction, au travail d'une équipe composée de chercheurs pluridisciplinaires, de spécialistes de la réalité virtuelle et du jeu vidéo (développeurs, designers, graphistes, designers de sons...).

Ce projet, qui a débuté en 2023, comporte trois phases distinctes mais interdépendantes. La première dite « phase de recherche contextuelle » consiste dans l'identification préalable des besoins, des capacités, des préférences et des cas d'usages potentiels des utilisateurs cibles.

Cela consiste essentiellement dans des entretiens, au cours desquels nous testons non seulement les univers, les couleurs, les histoires, les sons, les mouvements mais aussi les technologies les mieux acceptées. En même temps, l'équipe des chercheurs travaille sur l'identification des tâches que nous pouvons utiliser pour proposer des exercices « cognitivo-moteurs ».

Pour cela, nous nous appuyons sur les travaux que nous avons déjà réalisés au sein de la Chaire Active Aging mais aussi à partir d'une analyse plus large de la littérature. Une fois identifiées, ces tâches sont soumises à des séances de « body-storming » avec les utilisateurs afin de repérer celles qui sont les plus appropriées et les plus faciles à réaliser. Certaines de ces tâches peuvent être transposées directement dans l'univers virtuel du jeu Silver Explorer alors que d'autres requièrent une validation préalable en réalité virtuelle, grâce à un programme de recherche mené en parallèle. Au fur et à mesure que nous identifions les tâches et les exercices utilisables comme « concepts d'entraînement », nous imaginons avec les designers les gameplays qui permettent de les exploiter, incluant les feedbacks d'information, les niveaux de progressivité dans la difficulté. Enfin, nous intégrons ces briques, avec les designers graphistes, dans des univers et une histoire « senior-friendly » (à partir des entretiens avec les utilisateurs cibles) en veillant aux effets induits par les couleurs, les sons et les musiques et, probablement, dans un avenir proche les senteurs aussi. Tout cela repose sur le croisement des connaissances scientifiques avec celles des spécialistes de la réalité virtuelle et du jeu vidéo.

Ce croisement des cultures et des compétences s'avère vertueux.



Une fois que les concepts d'entraînement, les univers visuels et sonores et l'histoire ont été définis et testés auprès des utilisateurs, nous engageons la phase de développement « en dur » qui sera suivie par l'étape ultime de validation scientifique grâce à un « essai clinique » s'appuyant sur une méthodologie rigoureuse, qui préfigure le déploiement du jeu auprès des utilisateurs.

Pour développer ce jeu, nous avons choisi d'utiliser une technologie associant un vélo « allongé » connecté à un casque de réalité virtuelle et aux contrôleurs manuels qui permettent de repérer les mains dans l'espace et d'actionner facilement des commandes de déplacements ou autres.

Ainsi, nous disposons d'un vélo « auto-adaptable » qui modifie automatiquement la résistance du pédalage en fonction du profil du terrain ou du niveau d'effort réalisé par le joueur, pour le maintenir dans une marge prédéfinie.





En l'état d'avancement du projet, nous avons conçu un démonstrateur d'une vingtaine de minutes basé sur trois gameplays différents – le pédalage, les mouvements d'atteinte manuelle et la réaction rapide à des situations imprévues – qui peuvent être réalisés séparément ou de façon combinée.

D'autres gameplays sont en cours de test et d'inclusion dans le jeu. A noter que le concept du jeu Silver Explorer n'est pas de proposer une « librairie » de mini-jeux indépendants les uns des autres mais un véritable jeu vidéo immersif dans lequel le joueur est acteur dans une histoire qui le conduit à parcourir le monde à la recherche d'un lieu mystère. En relevant les défis et en surmontant les épreuves qui se dressent devant lui, il s'entraîne « à l'insu de son plein gré » et améliore ses capacités cérébrales et cognitives.

La conception d'un tel jeu ne repose pas seulement sur la transposition des connaissances scientifiques dans l'univers du jeu vidéo ; elle pose aussi des questions inédites aux chercheurs. Par exemple, nous avons découvert au cours des entretiens avec utilisateurs cibles que les modalités d'utilisation acceptables du jeu ne correspondent pas aux recommandations classiques issues de la littérature en matière d'activité physique.

Les durées d'utilisation envisagées sont en effet plus courtes que celles préconisées dans la littérature. Une question est donc, par exemple, de savoir si l'on peut obtenir des bénéfices significatifs (et lesquels) avec des efforts de durées, de fréquences et d'intensités différentes de celles aujourd'hui validées dans la littérature. Il y a bien d'autres questions, notamment celle de la prise en compte de la dynamique de la motivation qui peut évoluer en cours de pratique (i.e., en cours de jeu).

.



## CONCLUSION ET PERSPECTIVES

La diffusion des exergames dans l'écosystème de la silver économie n'en est encore qu'à ses débuts comme en témoigne par exemple l'absence récurrente des acteurs de l'industrie des exergames au festival Silver Eco qui se déroule chaque année à Cannes.

Pourtant, leur potentiel pour stimuler la cognition et soutenir l'autonomie, le bien-être et la qualité de vie des seniors est prometteur, à condition que ces technologies soient perçues comme utiles, plaisantes et faciles à utiliser. Les obstacles à leur adoption doivent être progressivement levés grâce à un travail « utilisateur-centré ».

La compréhension fine des besoins des seniors et la validation scientifique des exergames sont essentielles pour le développement de solutions efficaces par les entreprises du secteur.

Leur intégration dans les programmes de prévention et de réhabilitation cognitive pourrait, dans un futur proche, contribuer à retarder l'apparition du déclin cognitif liés à l'âge ainsi que les troubles neurocognitifs pathologiques, participant ainsi à maintenir l'autonomie et la qualité de vie des personnes vieillissantes à domicile ou au sein des établissements qui les accueillent.

