



**HAL**  
open science

## Utiliser la réalité virtuelle pour la réhabilitation de la mémoire autobiographique : présentation d'un protocole de recherche

Aurore Di Costanzo, Jean-Daniel Aillaud, Katarina Pavic, Thierry Gricourt, Bernard Diadema, Lilit Marsoubian, Bernard François Michel

### ► To cite this version:

Aurore Di Costanzo, Jean-Daniel Aillaud, Katarina Pavic, Thierry Gricourt, Bernard Diadema, et al.. Utiliser la réalité virtuelle pour la réhabilitation de la mémoire autobiographique : présentation d'un protocole de recherche. *Revue de neuropsychologie*, 2024, 16 (2), pp.103-108. 10.1684/nrp.2024.0789 . hal-04642480

**HAL Id: hal-04642480**

**<https://hal.science/hal-04642480v1>**

Submitted on 9 Jul 2024

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**Utiliser la réalité virtuelle pour la réhabilitation de la mémoire autobiographique : présentation d'un protocole de recherche**

*Using virtual reality to rehabilitate autobiographical memory:  
presentation of a research protocol*

Aurore DI COSTANZO<sup>1\*</sup> ; Jean-Daniel AILLAUD<sup>1</sup> ; Katarina PAVIC<sup>2,3,4</sup> ; Thierry GRICOURT<sup>4</sup>, Bernard DIADEMA<sup>1</sup> ; Lilit MARSOUBIAN<sup>1</sup> ; Bernard François MICHEL<sup>1,5,6</sup>.

<sup>1</sup> CH Allauch, chemin des mille écus 13190, Allauch, France

<sup>2</sup> Université Paris Cité, Vision Action Cognition, F-92100, Boulogne-Billancourt, France

<sup>3</sup> Sorbonne Université, CNRS, Institut des Systèmes Intelligents et de Robotique, ISIR, F-75005 Paris, France

<sup>4</sup> SocialDream, Bourg-de-Péage, France

<sup>5</sup> Hôpital d'instruction des armées Laveran, 13013, Marseille, France

<sup>6</sup> CNRS, Laboratoire de Neurosciences Cognitives, Marseille.

*\*Auteur correspondant*

*Aurore Di Costanzo*

[a.dicostanzo@ch-allauch.fr](mailto:a.dicostanzo@ch-allauch.fr)

CH Allauch, chemin des mille écus 13190, Allauch, France

## Résumé

Dans cet article, nous présentons un protocole qui vise à montrer l'intérêt de la réalité virtuelle pour la stimulation cognitive de la mémoire autobiographique. De façon innovante, cette étude compare l'apport d'environnements semi-personnalisés et celui d'environnements personnalisés basés sur l'histoire de vie des participants présentés grâce à des casques de réalité virtuelle dans le cadre de séances de réminiscence. Un objectif secondaire de ce projet est d'évaluer l'apport de la réalité virtuelle sur la plainte cognitive, l'efficacité globale et la symptomatologie dépressive des patients présentant des troubles cognitifs légers à modérés. Pour cela, 10 personnes atteintes de maladie d'Alzheimer et troubles apparentés réaliseront 10 séances de réminiscence en réalité virtuelle sur 2 mois et demi, à raison d'une séance par semaine.

**Mots clés :** Thérapie par réalité virtuelle, Mémoire épisodique, Mémoire autobiographique, Dysfonctionnement cognitif

## Abstract

In the present article we present a protocol aimed at demonstrating the value of virtual reality for the cognitive stimulation of autobiographical memory. In an innovative way, this study compares the effectiveness of semi-customized and personalized virtual environments, which have been elaborated on the basis of the patient's life, and presented via virtual reality headsets as part of reminiscence sessions. A secondary objective of this project is to evaluate the impacts of virtual reality on the cognitive complaints, overall efficiency, and depressive symptomatology of patients with mild to moderate cognitive impairment. To this end, ten people with Alzheimer's disease and related disorders will take part in ten virtual reality reminiscence sessions over two and a half months, at a rate of one session per week.

**Keywords:** Virtual Reality Therapy, Episodic memory, Autobiographical Memory, Mild Cognitive Impairment

## 1. Introduction

Plusieurs études ont montré une faible validité écologique des tests neuropsychologiques habituels [1, 2], notamment pour évaluer et prendre en charge de la mémoire épisodique dans toute sa complexité. Dans ce contexte, la réalité virtuelle (RV) s'est récemment imposée comme un outil pertinent car elle offre aux utilisateurs l'opportunité d'être immergés de manière sécurisée et contrôlée dans des situations réelles ou imaginaires. Elle pourrait ainsi permettre d'appréhender la mémoire épisodique dans sa globalité, avec ses composantes factuelles (quoi), spatiales (où) et temporelles (quand).

Selon la conception composite de la mémoire autobiographique issue des travaux de Tulving [3], la mémoire autobiographique comprend une composante épisodique dont les événements stockés sont rattachés à un contexte spatio-temporel. Il s'agit d'événements personnels associés à un sentiment de reviviscence, ce que Tulving a appelé la conscience auto-noétique. La mémoire épisodique permet à l'individu d'avoir un sentiment d'identité et de continuité dans le temps avec un passé et un présent. L'encodage serait en lien avec d'autres systèmes de mémoires (mémoire sémantique, mémoire de travail), le stockage quant à lui se ferait en parallèle de ces systèmes. En revanche, la récupération en mémoire épisodique se ferait indépendamment des autres mémoires. La deuxième composante de la mémoire autobiographique correspond à la mémoire sémantique qui concerne les connaissances générales et personnelles que nous avons accumulées au fil du temps. Ces connaissances ne sont pas rattachées à un contexte et renvoient à la conscience noétique.

Selon le modèle de Conway [4], la mémoire autobiographique s'organiserait en trois systèmes : la mémoire épisodique, la mémoire sémantique, et le self. La mémoire épisodique correspond aux souvenirs d'événements spécifiques que nous avons vécus. Ces souvenirs sont souvent associés à des émotions et stockés dans un format spatio-temporel, ce qui signifie qu'ils sont rattachés à un contexte (par exemple, je me souviens de la première fois où j'ai conduit

avec mon permis). Les connaissances sémantiques renvoient aux connaissances générales, aux faits sur nous-même et sur le monde. Ces souvenirs sont plus abstraits et ne sont pas liés à des moments précis (par exemple, je me souviens du nom de l'université où j'ai fait mes études). Le self exécutif quant à lui renvoie à la gestion et à la régulation des processus impliqués dans la mémoire autobiographique. Il participe à la planification, la prise de décision et la régulation des émotions liées au souvenir personnel. Il joue un rôle essentiel dans la sélection et l'activation des souvenirs pertinents. Ces différentes composantes de la mémoire autobiographique interagissent et s'influencent mutuellement. Elles sont également rattachées à un large réseau cérébral constitué de régions frontales, temporales, qui sont généralement les premières à être touchées dans la maladie d'Alzheimer (MA) et les démences apparentées.

Afin d'explorer le vieillissement de la mémoire autobiographique dans ces deux composantes, Piolino et collaborateurs [5] ont administré un questionnaire autobiographique semi-structuré à 52 sujets âgés de 40 à 79 ans. Ils ont montré une diminution du rappel des souvenirs spécifiques avec l'âge alors que les connaissances sémantiques personnelles étaient préservées. Ils ont également noté que quel que soit l'âge des sujets sains, les souvenirs récents étaient plus épisodiques que les souvenirs anciens. Ce phénomène semble moins marqué lorsqu'il s'agit de souvenirs anciens se situant autour du pic de réminiscence (18-30 ans). Dans la MA à un stade débutant, les souvenirs anciens sont davantage préservés et suivent un gradient temporel qui obéit à la loi de Ribot. Cependant, ces souvenirs tendent à se sémantiser au fil du temps pour devenir de moins en moins détaillés.

Le caractère épisodique d'un souvenir dépend de sa spécificité mais également de la présence du contexte spatio-temporel et des pensées ou émotions ressenties lors de l'événement [6]. Dans la maladie d'Alzheimer, on observe donc le même phénomène que chez le sujet sain mais avec une généralisation des souvenirs d'autant plus marquée [7]. Plusieurs études ont observé un passage du rappel autobiographique épisodique au rappel autobiographique

sémantique et ce malgré une demande explicite aux participants de fournir des descriptions détaillées d'événements personnels. Les patients atteints de MA présenteraient une faible capacité à revivre mentalement certains événements ce qui renvoie à un déclin de la conscience autoéotique [15]. La récupération en mémoire autobiographique épisodique serait sous-tendue par les lobes temporaux médians, or ces régions sont préférentiellement touchées dans la MA, en particulier au niveau des hippocampes.

Lorsque les patients sont atteints d'un déficit en mémoire autobiographique, tout se passe comme si s'installait progressivement un vécu dans un ici maintenant permanent. Un présent sans but, marqué par une perte de continuité et de sens de soi. Ce sentiment possiblement anxiogène peut s'accompagner de troubles du comportement. Ainsi, en réponse à ces difficultés et afin de retrouver un fonctionnement cognitif moins invalidant pour le quotidien des patients, Piolino et ses collègues [5] ont proposé un programme de réhabilitation de la mémoire autobiographique chez les patients atteints de maladie d'Alzheimer appelé le REMau.

Le REMau est un programme de reminiscence qui a pour objectif d'optimiser les capacités restantes de ces derniers. Ce programme repose sur le modèle de Conway [4]. Il vise à stimuler dans un premier temps les connaissances sémantiques personnelles (davantage préservées dans la maladie) au cours des deux premières séances (questions sur les noms de personnes de l'entourage, adresses, dates importantes au cours de différentes périodes de vie) puis les souvenirs spécifiques dans le cadre des six séances suivantes et ce sur plusieurs périodes de vie données. Les connaissances sémantiques servent d'amorces et d'indicateurs à la récupération de souvenirs plus spécifiques. La méthode d'indicateur est multisensorielle : visuelles (photos), auditive (chansons, indices verbaux). Ce programme a été testé chez des patients atteints de troubles cognitifs modérés avec un Mini-Mental State (MMS) > 18.

Les résultats suggèrent que les sujets ayant bénéficié du programme ont obtenu des performances significativement supérieures au groupe témoin. L'amélioration au niveau des

scores épisodiques était significative pour de la période de 18-30 ans ainsi que pour la période la plus récente. Les souvenirs anciens, quant à eux, étaient moins détaillés. Les auteurs ont également noté une amélioration significative au niveau des souvenirs sémantiques personnels d'autant plus marquée pour la période de vie 18-30 ans et plus de 30 ans. En résumé, l'amélioration des scores épisodiques et sémantiques semble d'autant plus importante pour la période 18-30 ans, c'est-à-dire autour du pic de réminiscence. Sur le plan comportemental, les résultats suggèrent une amélioration aux scores de dépression évaluée à l'aide de la Geriatric Depression Scale (GDS). Enfin, les résultats suggèrent une diminution des effets bénéfiques du programme au-delà de 15 jours, ce qui laisse à penser qu'il faudrait répéter la démarche de manière continue.

La thérapie de réminiscence commence à être à l'étude avec l'utilisation de la RV, notamment chez les sujets âgés. La RV est un outil intéressant pour réaliser des thérapies de réminiscence car elle permet aux sujets d'être pleinement immergés dans l'environnement ou l'événement employé pour susciter des souvenirs. Grâce à cette immersion, le sujet a devant lui une scène complète, et non limitée à quelques éléments comme c'est le cas sur des images ou en employant des objets familiers. Cependant, il est essentiel de s'assurer de l'acceptabilité et de la faisabilité d'utiliser la RV auprès de sujets atteints troubles cognitifs. Tout comme le REMau, notre approche s'appuie sur le modèle de Conway [4] et vise à stimuler la mémoire autobiographique dans ses composantes sémantiques et épisodiques. Les éléments proposés lors de l'immersion dans des environnements virtuels représentent des indices sémantiques permettant de faciliter la récupération de souvenirs plus spécifiques. Cette approche permettrait une stimulation de ces deux systèmes en parallèle au sein d'une même séance sans requérir de séance préalable afin de stimuler les connaissances sémantiques comme dans le REMau.

L'aspect motivationnel procuré par la RV du fait de son caractère ludique et de la curiosité qu'elle suscite chez certaines personnes âgées pourrait également être un atout. Une revue de

littérature publiée récemment témoigne de la faisabilité d'utiliser la RV auprès de sujets atteints de troubles cognitifs [8]. Les auteurs ont pu noter une utilisation agréable de la RV, une expérience parfois qualifiée de ludique et facilitatrice au niveau des interactions avec les personnes atteintes de démence avec peu d'effets secondaires [8]. Les résultats d'une autre étude, visant à tester l'acceptabilité de la RV chez les personnes âgées atteintes de troubles cognitifs, ont montré que le sentiment de sécurité et la fatigue ne différaient pas significativement entre les conditions avec et sans immersion en RV [9]. La RV a déjà été employée avec succès pour stimuler la mémoire autobiographique de sujets âgés. Dans une étude explorant l'efficacité de la RV pour susciter des souvenirs, les auteurs ont constaté un nombre de souvenirs autobiographiques générés supérieurs suite à l'exposition à un environnement familier en RV par rapport à un environnement inconnu [10]. Le degré de familiarité, ou en d'autres termes le degré de personnalisation nécessaire et efficace dans ce contexte doit être pris en compte. Une étude récente a montré que des environnements virtuels personnalisés pouvaient être efficaces pour améliorer le bien-être de sujets sains, et que leur utilisation était faisable en contexte hospitalier [11]. À notre connaissance, il n'y a pas eu d'études ayant évalué le degré de personnalisation nécessaire des environnements présentés en RV pour susciter des souvenirs et stimuler la mémoire autobiographique.

Notre objectif est de proposer un protocole de réhabilitation cognitive de la mémoire autobiographique basé sur la RV à destination de patients âgés ayant des troubles cognitifs légers à modérés. Dans ce cadre, des environnements virtuels personnalisés vont être créés en fonction de l'histoire de vie des patients afin de stimuler la mémoire autobiographique dans sa composante épisodique et sémantique. Le second objectif est de favoriser l'émergence d'émotions positives et, in fine, de réduire les troubles de l'humeur. Nous souhaiterions ainsi proposer une nouvelle approche non médicamenteuse au moyen des nouvelles technologies.



## 2. Présentation de l'étude

### 2.1. Objectifs

L'objectif principal de cette étude est d'évaluer le bénéfice de la thérapie de réminiscence en RV sur la mémoire. La thérapie de réminiscence sollicite d'autres capacités cognitives que la mémoire tels que le langage, les capacités attentionnelles, les fonctions exécutives qui sont directement rattachées à la mémoire autobiographique [3]. Ainsi, des effets bénéfiques sur le fonctionnement cognitif global et la plainte cognitive des participants pourraient aussi être observés. Cette approche pourrait aussi permettre de réduire les troubles du comportement des patients atteints de troubles cognitifs. Enfin, un deuxième axe de cette recherche visera à tester les effets supplémentaires de l'utilisation d'environnements semi-personnalisés (vidéos portant sur des thèmes de leur vie mais sans représenter les lieux exacts décrits par les familles) sur l'amélioration des compétences en mémoire.

### 2.2. Participants

Les participants seront recrutés dans les différents services (USLD, USA, EHPAD) du centre hospitalier d'Allauch ainsi qu'au sein de l'accueil de jour de l'établissement. Le protocole a été validé par le comité de protection des personnes d'Île-de-France II en date du 01/12/2021 (Numéro SI : 21.01886.000025 ; Numéro national : 2021-A02066-35). Les participants devront être âgés de 65 ans et plus, présenter des troubles cognitifs légers à modérés avec un MMS  $\geq$  20 accompagnés en accueil de jour ou structure d'hébergement type Ehpad, USLD. Les personnes atteintes de pathologies psychiatriques, de troubles sensoriels invalidants (par exemple, une dégénérescence maculaire liée à l'âge) ou d'une perte importante de l'audition ne pourront pas être incluses. Les personnes avec risque épileptique ou pathologie vestibulaire seront exclues de l'étude, de même que les patients atteints de syndrome de Korsakoff ou de séquelle de traumatisme crânien sévère. Cette étude concernera 10 patients.

Dans un premier temps, 5 d'entre eux bénéficieront d'environnements hautement personnalisés avec un film réalisé sur des lieux qu'ils ont connus (places, monuments anciens qui sont restés suffisamment fidèles aux représentations du passé). Des environnements semi-personnalisés, issus d'une vaste vidéothèque d'environnements virtuels organisés autour de différents thèmes et non des lieux de vie qu'auraient connus les sujets dans leur passé en lien avec leur histoire de vie leur seront proposés aux 5 autres. Le nombre de participants inclus est en accord avec les échantillons d'études similaires ayant eu recours à des séances de réminiscence/de stimulation cognitive de la mémoire autobiographique basées sur la réalité virtuelle [10, 12, 13]. Les personnes exclues de l'étude seront remplacées par d'autres personnes pouvant être incluses dans le protocole.

### *2.3. Matériel*

Le caractère innovant de cette étude correspond au fait que nous nous appuyerons sur des vidéos immersives semi-personnalisées à personnalisées constituées d'indices sémantiques dans les différentes séquences. Les environnements virtuels correspondent à des vidéos à 360° composées de 5 à 8 séquences. Les vidéos 360° seront créées par la société SocialDream sur la base d'un recueil de données préalable réalisé par les expérimentateurs auprès des familles et des équipes (consultation du projet d'accompagnement personnalisé). Ces environnements seront centrés sur les 5 périodes de vie explorées par le TEMPau [14] : enfance/adolescence (0-17 ans), âge jeune adulte (18-30 ans), âge adulte plus âgé (au-delà de 30 ans), 5 dernières années et année en cours. Chaque période de vie sera rattachée à un thème qui sera choisi au préalable avec la famille dans une grille d'indication contenant 14 thèmes et indices verbaux afin de faciliter la récupération de souvenirs spécifiques lors des séances. Les environnements personnalisés seront construits et filmés sur la base du recueil de données réalisé auprès des patients et de leur famille. Ainsi, 25 environnements personnalisés seront filmés sur les lieux

de vie des sujets tels qu'ils les ont connus autrefois ou du moins sans avoir subi d'importants changements architecturaux. Les environnements semi-personnalisés (figure 1) seront sélectionnés dans un catalogue de vidéos 360° en lien avec le parcours de vie de chaque sujet.

En guise d'entraînement et pour habituer les participants âgés à la réalité virtuelle, un environnement 3D neutre sera créé. Cet environnement neutre représentera une pièce avec des formes (un triangle, un rond, un carré) sur chaque mur, une lumière au plafond et un logo au sol. Le sujet devra explorer chaque recoin de la pièce sur demande de l'expérimentateur.

Les séquences vidéo seront fixes et le sujet ne sera pas amené à se déplacer dans l'environnement. Par conséquent, il n'y aura pas de décalage entre la vision et les mouvements du corps. Ce choix a été privilégié afin de limiter les risques de cybermalaise ou de chute compte tenu de l'âge et du profil des sujets. Les participants seront équipés d'un casque « HP reverb » avec écran de contrôle associé à un ordinateur de jeu de la marque MicroStar International. Ce type de visiocasque permet aux personnes de porter leurs lunettes qui peuvent s'y incorporer. Le casque comprend aussi des écouteurs intégrés au casque qui permettent d'entendre le son des vidéos mais n'entravent pas la communication avec l'expérimentateur, évitant l'isolement du participant qui pourra être rassuré et guidé en cas de besoin.

[Insérer ici la Figure 1]

### *2.4. Procédure expérimentale*

L'ensemble de la procédure expérimentale est illustré dans la figure 2. Les séances de RV se dérouleront une fois par semaine sur le lieu de vie ou d'accueil des sujets dans une pièce au calme, pour une période de 10 semaines. Les participants seront en position assise sur un siège pivotant. Chacune d'entre elles dure environ 30-45 minutes. Les environnements changeront toutes les 2 semaines pour l'ensemble des participants afin d'éviter une habitude ou un risque

## Article méthodologique

d'ennui. Cinq environnements personnalisés ou semi-personnalisés seront proposés à chaque sujet en fonction de son histoire de vie. Une batterie de tests à visée de repérage sera administrée à chaque participant au début du protocole. Cette batterie consistera à évaluer l'efficacité cognitive globale des patients avec le Mini Mental State Examination (MMSE), la mémoire épisodique verbale avec le test des 5 mots, les fonctions visuo-spatiales avec le test du Cadran de l'horloge et la batterie rapide d'évaluation frontale. Un examen d'imagerie cérébrale et une consultation de neurologie permettront une confirmation diagnostique.

[Insérer ici la Figure 2]

Durant les séances, chaque participant sera amené à visionner une vidéo de 10 minutes durant laquelle il sera invité à décrire l'ensemble des éléments de l'environnement. Avant de débiter la première séance du protocole, chaque sujet devra visionner un environnement 3D qui correspondra à une pièce neutre qu'il devra explorer afin de se familiariser avec le casque et d'apprendre à explorer l'environnement à 360°. Derrière la porte de cette pièce se trouvera la première vidéo personnalisée en fonction de leur histoire de vie. À l'issue de cette première étape, les sujets devront rappeler un souvenir, une anecdote en lien avec la vidéo visionnée. Des indices verbaux sémantiques leur seront également donnés afin de faciliter le rappel d'un souvenir spécifique. Ainsi, les participants bénéficieront de deux types d'étayage : une aide visuelle sémantique fournie par le casque et des indices à l'oral sélectionnés dans une grille construite par les expérimentateurs. Les sujets seront encouragés à donner le plus de détails possibles ainsi que le contexte spatio-temporel. Il n'y aura pas de score d'épisodicité mesuré au cours des séances mais une appréciation qualitative du degré de spécificité du souvenir en fonction des critères du TEMPau (présence du contexte spatio-temporel, de détails, pensées, émotions etc.) Le TEMPau, le test des 12 mots et la GDS seront administrés avant et après les 10 séances afin d'évaluer les éventuels bénéfices de la thérapie au niveau de la mémoire autobiographique et épisodique ainsi qu'au niveau des troubles de l'humeur. Afin de limiter le

coût attentionnel, la passation du TEMPau sera réalisée en deux fois espacées de quelques jours. Le MOCA (échelle d'efficacité globale) et l'EDC (échelle de plainte mnésique) permettront d'apprécier les effets de la thérapie sur l'efficacité globale des participants et la plainte mnésique.

Il peut arriver que le visiocasque entraîne un inconfort associé des nausées mais celles-ci sont extrêmement rares et s'estompent au fil des séances. Si le sujet manifeste une gêne, la présentation sera interrompue. Un questionnaire évaluant la sensation de cybermalaise sera également proposé à chaque participant afin de tester l'acceptabilité de l'outil à l'issue de la première séance. Cette étude se déroulera sur 3 mois pour chacun des participants mais il n'y aura pas de mesures répétées au cours des séances. L'évaluation se fera avant et après le programme de stimulation de la mémoire autobiographique prenant la forme de séances de thérapie de reminiscence. En ce sens, elle ne correspond pas à une étude longitudinale. En fonction des résultats de cette étude, une étude avec un plus grand nombre de sujets pourrait être envisagée. L'acceptabilité de cet outil pourra être testée chez des patients atteints de troubles cognitifs plus sévères permettant d'envisager d'autres utilisations de la RV comme celle permettant une diversion de l'attention durant les soins.

**Références**

1. Bowman M L. (1996). Ecological validity of neuropsychological and other predictors following head injury. *Clin Neuropsychologist*; 10: 382-396.
2. Schultheis M T, Himmelstein J, Rizzo A R. (2002). Virtual reality and neuropsychology: Upgrading the current tools. *J Head Trauma Rehabil*; 17: 379-394.
3. Picard, L., Eustache, F. & Piolino, P. (2009). De la mémoire épisodique à la mémoire autobiographique : approche développementale. 197-236.
4. Conway M A (2005). Memory and the self. *Journal of Memory and Language*; 53: 594-628.
5. Piolino P. (2006). La mémoire autobiographique: théorie et pratique en neuropsychologie. *Revue Québécoise de Psychologie*; 27: 1-20.
6. Piolino, P. Neuropsychologie de la mémoire autobiographique. *La lettre du Neurologue*. 2005 ; 9 (7) : 222-227.
7. El Haja M, Antoine P, Nandrino JL, Kapogiannis D. Autobiographical memory decline in Alzheimer disease, a theoretical and clinical overview. 2015; 183-192.
8. D’Cunha N, Nguyen D, Naumovski N, McKune A, Kellett J, Georgousopoulou E, Frost J, Isbel S (2019). A Mini-Review of Virtual Reality-Based Interventions to Promote Well-Being for People Living with Dementia and Mild Cognitive Impairment. *Gerontology* ; 65 :430–440.
9. Benoit M, Guerchouche R, Petit PD, Chapoulie E, Manera V, Chaurasia G, et al (2015). Is it possible to use highly realistic virtual reality in the elderly? A feasibility study with image-based rendering. *Neuropsychiatr Dis Treat* ; 11: 557-563.
10. Chapoulie, E., Guerchouche, R., Petit, P. D., Chaurasia, G., Robert, P., & Drettakis, G. (2014, March). Reminiscence therapy using image-based rendering in VR. In *2014 IEEE Virtual Reality (VR)* (pp. 45-50). IEEE.
11. Evans, C. P., Chiarovano, E., & MacDougall, H. G. (2020). The potential benefits of personalized 360 video experiences on affect: a proof-of-concept study. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 23(2), 134-138.
12. Moyle, W., Jones, C., Dwan, T., & Petrovich, T. (2018). Effectiveness of a virtual reality forest on people with dementia: A mixed methods pilot study. *The Gerontologist*, 58(3), 478-487.
13. Brimelow, R. E., Dawe, B., & Dissanayaka, N. (2020). Preliminary research: virtual reality in residential aged care to reduce apathy and improve mood. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 23(3), 165-170.

14. Piolino, P., Desgranges, B., & Eustache, F. (2009). Episodic autobiographical memories over the course of time: Cognitive, neuropsychological and neuroimaging findings. *Neuropsychologia*, 47(11), 2314-2329.
15. Piolino, P., Desgranges, B., Belliard, S., Matuszewski, V., Lalevée, C., De La Sayette, V., Eustache, F. (2003). Autobiographical memory and autothetic consciousness : triple dissociation in neurodegenerative diseases. *Brain*, 126(10), 2203-2219.

VERSION AUTEUR

## Figures et leurs légendes

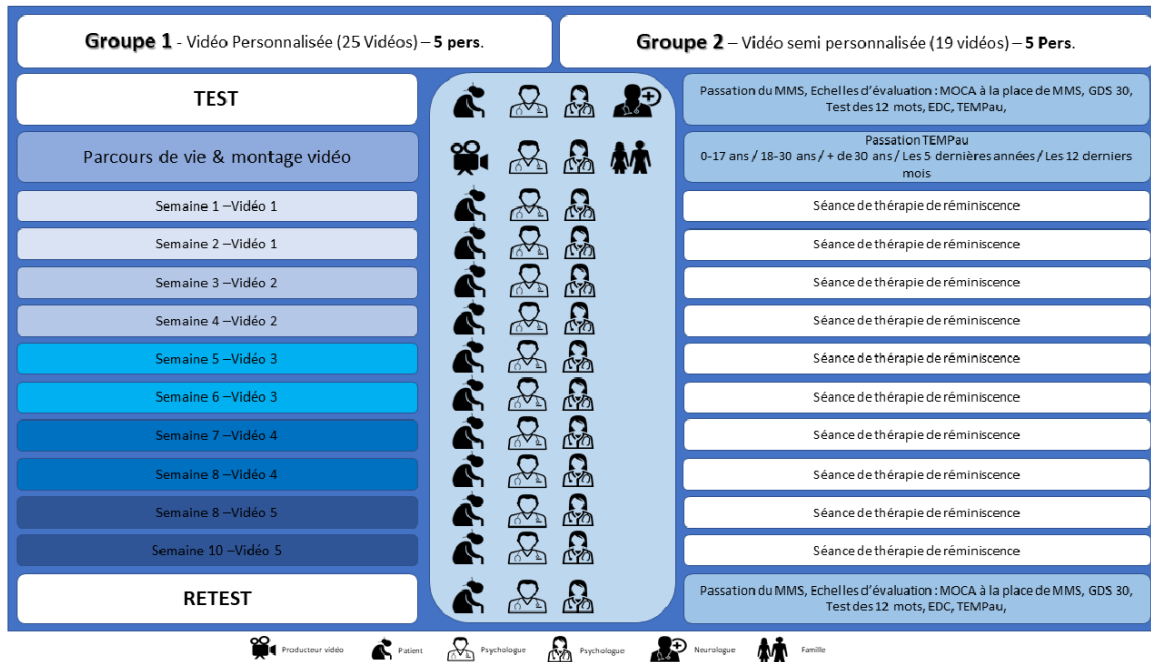
**Figure 1** | Image de salle de classe extraite d'une vidéo d'un environnement semi-personnalisé.



VERSION



Figure 2 | Schéma de la procédure expérimentale



VERSION AUC