

INTÉRÊTS DE LA RÉALITÉ  
VIRTUELLE POUR L'ÉVALUATION  
DE LA MÉMOIRE ÉPISODIQUE  
RÉFLEXION AUTOUR DE LA VALIDITÉ THÉORIQUE

Sous la direction du Docteur SYLVIE WILLEMS

Lecteurs : Professeur THIERRY MEULEMANS

Professeur ÉTIENNE QUERTEMONT

Mémoire présenté par ORIANA CICCAGLIONE

En vue de l'obtention du grade académique de Master en Sciences Psychologiques à finalité  
spécialisée en Psychologie Clinique, filière Neuropsychologie Clinique



INTÉRÊTS DE LA RÉALITÉ  
VIRTUELLE POUR L'ÉVALUATION  
DE LA MÉMOIRE ÉPISODIQUE  
RÉFLEXION AUTOUR DE LA VALIDITÉ THÉORIQUE

Sous la direction du Docteur SYLVIE WILLEMS

Lecteurs : Professeur THIERRY MEULEMANS

Professeur ÉTIENNE QUERTEMONT

Mémoire présenté par ORIANA CICCAGLIONE

En vue de l'obtention du grade académique de Master en Sciences Psychologiques à finalité  
spécialisée en Psychologie Clinique, filière Neuropsychologie Clinique

## REMERCIEMENTS

Tout d'abord, merci à Madame SYLVIE WILLEMS de m'avoir conseillée sans relâche pendant ces deux ans afin de réaliser ce mémoire.

Je remercie également le Professeur THIERRY MEULEMANS ainsi que le Professeur ÉTIENNE QUERTEMONT d'avoir été les lecteurs de ce mémoire ainsi que d'avoir grandement contribué à mon apprentissage au sein de l'Université de Liège.

Merci aux neuropsychologues MURIELLE WANSARD, FRÉDÉRIQUE LEENS, SACHA BLAUSE, ÉRIC VINCENT, NICOLAS MOYANO, GAËL DELRUE et l'investissement de nos PROCHES pour leur aide précieuse lors du recrutement des sujets.

Merci à tous les PARTICIPANTS d'avoir permis la réalisation de cette étude.

Merci à STÉPHANIE DETHIER pour avoir pris le temps d'effectuer une relecture approfondie.

Merci à mes parents SILVIA et LUCIANO ainsi qu'à ma petite sœur MANOLA, de m'avoir épaulée, soutenue, supportée et permis de réaliser ces cinq années d'études.

Merci à MA FAMILLE, de près ou de très loin, d'avoir toujours cru en moi.

Merci à mes amies COLINE, MARINA, LÉA et ELISABETH (alias LISA) d'avoir été mes collègues durant ce voyage universitaire, dans les bons comme dans les mauvais moments. La vie nous permet de croiser de belles personnes sur notre chemin qui feront à jamais partie de notre vie, et ce, même une fois le voyage terminé. Je remercie particulièrement Lisa avec qui j'ai - en très grande partie - effectué cette dernière année académique main dans la main à travers la réalisation de ce mémoire.

Merci également à GIOVANNI et GIUSY, le mie ancora di salvezza, mes plus belles rencontres lors de mon Erasmus à Rome.

Enfin, merci à DANILLO pour être là à chaque instant.

À vous tous, un tout grand MERCI !

## Table des matières

<b>1. Introduction générale .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Introduction théorique .....</b>	<b>3</b>
2.1 La mémoire.....	3
2.2 La mémoire épisodique selon Tulving et ses liens avec les autres mémoires .....	3
2.2.1 Plusieurs types de mémoire mais un système interdépendant .....	6
2.2.2 La mémoire autobiographique selon Conway .....	7
2.2.3 Les étapes de mémorisation et de récupération de l'information .....	10
2.2.4 Les facteurs non mnésiques modulant la mémorisation et la récupération .....	14
2.2.5 L'étiologie et la sémiologie des déficits en mémoire épisodique.....	15
2.2.6 Les épreuves neuropsychologiques utilisées dans la pratique clinique .....	17
2.3 Les limites de ces épreuves : entre la théorie et la pratique.....	20
2.3.1 La validité théorique des épreuves actuelles de mémoire épisodique .....	20
2.3.2 La validité écologique des épreuves actuelles de mémoire épisodique.....	25
2.4 La réalité virtuelle (RV) .....	27
2.4.1 Les avantages et les inconvénients .....	28
2.4.2 Les études utilisant la RV pour évaluer la mémoire épisodique et leur critique .....	29
<b>3. Objectifs et hypothèses .....</b>	<b>34</b>
3.1 Objectifs .....	34
3.2 Hypothèses principales.....	35
3.3 Hypothèses secondaires.....	36
<b>4. Méthodologie .....</b>	<b>39</b>
4.1 Participants .....	39
4.2 Matériel .....	41
4.2.1 La réalité virtuelle.....	41
4.2.2 Les épreuves neuropsychologiques .....	43
4.2.3 Les questionnaires .....	45
4.3 Procédure générale et cotation de la RV : .....	47

4.3.1	La première séance.....	47
4.3.2	La deuxième séance.....	50
4.3.3	La CEPM en ligne pendant 6 jours.....	52
<b>5.</b>	<b>Résultats.....</b>	<b>53</b>
5.1	Analyses préliminaires.....	53
5.1.1	Normalité et homogénéité des variables.....	53
5.1.2	Biais éventuels.....	53
5.2	Analyses primaires.....	54
5.2.1	Effet de groupe.....	54
5.2.2	La validité théorique.....	56
5.3	Analyses secondaires.....	58
5.3.1	La validité écologique.....	58
5.3.2	Influence des fonctions exécutives et de la capacité de navigation.....	60
5.3.3	Influence du sentiment de présence et du cybermalaise.....	61
<b>6.</b>	<b>Discussion.....</b>	<b>62</b>
6.1	Effet de groupe.....	62
6.1.1	Les performances mnésiques de la RV.....	62
6.1.2	Les performances mnésiques au CVLT.....	63
6.1.3	Comparaison entre l'effet de groupe de la RV et du CVLT.....	63
6.1.4	Le test de la maison.....	68
6.2	La validité théorique.....	69
6.2.1	La validité convergente.....	69
6.2.2	Une meilleure validité théorique ?.....	71
6.2.3	La vivacité.....	73
6.3	La validité écologique.....	74
6.3.1	Une meilleure validité écologique ?.....	76
6.4	L'influence du sentiment de présence et du cybermalaise.....	76
6.5	Les limites méthodologiques.....	77
<b>7.</b>	<b>Conclusions et perspectives.....</b>	<b>79</b>

<b>8. Bibliographie .....</b>	<b>81</b>
<b>9. Annexes .....</b>	<b>I</b>

# 1. Introduction générale

---

Au quotidien, il nous arrive fréquemment d'oublier. En effet, il nous est tous arrivé de nous demander si nous avons bien fermé la voiture en sortant du parking, d'oublier ce que nous avons mangé la veille ou encore d'oublier des formules de mathématiques sous l'effet du stress etc. L'oubli est un processus normal chez l'être humain. Toutefois, il peut également être pathologique. Effectivement, les personnes souffrant de troubles mnésiques sévères sont qualifiées d' « amnésiques ». Voici ci-dessous deux cas cliniques issus d'articles scientifiques :

« [...] **Clive Wearing** présente [...] un phénomène particulier, propre aux amnésies les plus sévères dans notre expérience, qui consiste de manière itérative à avoir l'impression d'être nouvellement conscient à chaque instant, comme s'il vivait dans l'instant présent uniquement. » (Barbeau et al., 2020, p. 21)

« **Monsieur R.**, un homme de 62 ans, [...] consulta [...] pour des troubles de mémoire constatés récemment. [...] Il rapportait avoir quelques jours avant la consultation totalement oublié qu'il venait de faire un cours et l'avoir reproduit à l'identique. [...] » (Thomas-Anterion & Desestret, 2017, p. 100)

Ces extraits nous laissent imaginer l'ampleur des difficultés mnésiques auxquelles les personnes souffrant de troubles mnésiques (sévéres ou légers) peuvent faire face au quotidien. Toutefois, que cela soit pathologique ou non, un bilan neuropsychologique est nécessaire afin de pouvoir quantifier et qualifier les difficultés mnésiques. Les épreuves évaluant la mémoire à long terme au sein de la pratique clinique neuropsychologique sont donc essentielles. Toutefois, nous pourrions nous demander : comment correctement évaluer dans un bureau ce que nous réalisons au quotidien dans de multiples circonstances ? Les méthodes employées sont-elles efficaces ? Reflètent-elles notre quotidien ? Sont-elles exhaustives d'un point de vue théorique ? etc. Avec ma collègue, nous nous sommes nous-même posé ces questions, nous avons décidé de nous y intéresser et avons tenté d'y répondre à travers cette étude.

Au cours de cette rédaction, nous allons dans un premier temps éclaircir ce qu'est la mémoire à travers plusieurs auteurs et modèles théoriques clés. Nous allons ensuite détailler la mémoire épisodique ainsi que son fonctionnement. Troisièmement, nous passerons brièvement en revue les épreuves qui existent actuellement pour évaluer les difficultés mnésiques. Toutefois, nous les critiquerons sur le plan de la validité théorique et écologique. Nous présenterons ensuite la réalité virtuelle comme étant un outil d'évaluation plus adéquat. En

outre, nous exposerons nos objectifs et hypothèses, suivis de la méthodologie utilisée au sein de cette étude. Finalement, nous terminerons par les résultats, suivis d'une discussion et une conclusion concernant ces derniers.

**Note à l'attention du lecteur :**

Il était initialement prévu que nous - les deux mémorantes en charge de cette étude - abordions les intérêts de la réalité virtuelle pour l'évaluation de la mémoire épisodique sur une population propre à chacune. Cependant, suite à la crise sanitaire de la COVID-19, il a été nécessaire de travailler en collaboration avec Elisabeth Scohier sur la continuité du mémoire de Juliet Lince (2020) ainsi que sur un même échantillon. C'est pourquoi nous avons différencié nos mémoires à travers la rédaction. Le travail de Mademoiselle Scohier est principalement axé sur la validité écologique, tandis que celui-ci explore plus en profondeur la validité théorique.

## 2. Introduction théorique

---

### 2.1 La mémoire

Les fonctions cognitives qui nous permettent d'acquérir, de retenir et d'utiliser des connaissances spécifiques sont appelées, de manière générale, « la mémoire » (Tulving, 2000). Auparavant, la mémoire était considérée comme une fonction biologique unitaire et homogène (Tulving, 2000 ; Van der Linden, 2003). Aujourd'hui, nous savons entre autres grâce à William James, Donald Hebb et Endel Tulving que notre système mnésique est multiple et hétérogène (Croisile, 2009). Nous n'avons donc pas une seule mémoire mais plutôt des mémoires au pluriel. Selon une des conceptions actuellement dominantes dans le champ de la psychologie, la mémoire serait composée de systèmes autonomes en étroite relation. Ceux-ci sont au nombre de cinq et recrutent différents réseaux cérébraux de l'encéphale : la mémoire de travail (ou mémoire à court terme), la mémoire procédurale, le système de représentation perceptive, la mémoire sémantique ainsi que la mémoire épisodique (Croisile, 2009 ; Van der Linden, 2014b). En clinique, le neuropsychologue a pour objectif d'investiguer ces différents processus cognitifs afin de mettre en évidence les composantes déficitaires ainsi qu'effectuer une revalidation, si besoin. Dans le cadre de cette étude, nous nous intéressons plus particulièrement au fonctionnement et à l'évaluation de la mémoire épisodique que nous allons détailler ci-après.

### 2.2 La mémoire épisodique selon Tulving et ses liens avec les autres mémoires

Tout d'abord, nous allons commencer par définir de manière détaillée la mémoire épisodique selon Tulving. Ensuite, nous définirons brièvement les autres types de mémoire étant moins centrales au sein de notre question de recherche. Enfin, nous analyserons les liens qu'elles entretiennent entre elles, et ce, au travers de deux célèbres modèles.

**La mémoire épisodique (ME)** peut être définie comme étant « la capacité de se souvenir des événements spécifiques qui ont été personnellement vécus dans un contexte spatial et temporel particulier » (Van der Linden, 2014a, p. 211). Au sein de cette définition, nous retrouvons les différentes composantes du souvenir épisodique évoquées par Tulving (2002) : le « what » étant les éléments factuels, le « where » étant le contexte spatial et le « when » étant le contexte temporel. Toutefois, cette mémoire va au-delà d'un simple encodage et rappel d'un souvenir passé. En effet, selon Tulving (1985a, 1985b, 2002) le rappel d'un souvenir implique une **conscience autoéotique**. Cette dernière est définie par l'auteur comme étant la capacité à devenir conscient de ses **expériences subjectives** entraînant une sensation de **revivre** l'épisode

personnellement vécu ainsi qu'une impression de **voyager dans le temps**. De plus, selon Mitchell et Johnson (2009), un rappel clair, détaillé et intense du souvenir implique une sensation subjective de **vivacité du souvenir**. Ces caractéristiques phénoménologiques sont profondément liées à la mémoire épisodique et font partie intégrante du **self**. En effet, elles nous permettent d'avoir une représentation de notre identité sur une ligne du temps continue afin de comprendre que notre présent est la suite de notre passé mais également le commencement de notre futur (Tulving, 1985a, 1985b, 2002 ; Wheeler et al., 1997). Cette conception du self phénoménologique est dans la lignée de William James (Duval et al., 2007) étant le père fondateur de ce concept central de la mémoire épisodique (Piolino, 2008). En outre, il est important de souligner que les plaintes mnésiques relatives à des événements personnels sont les difficultés les plus fréquentes dans la clinique (Van der Linden, 2014a). En effet, la mémoire épisodique recouvre un réseau neuronal très large (Nyberg et al., 2000), principalement au niveau cortical et sous-cortical (Tulving, 2002). C'est pourquoi la mémoire est fragile et est susceptible d'être facilement endommagée suite à une atteinte cérébrale, et ce, quelle que soit son étiologie (Van der Linden, 2014a, 2014b).

À l'opposé de ce voyage dans le passé, se trouve **la mémoire prospective**. Cette mémoire à long terme nous permet de se projeter dans le futur et de se rappeler d'effectuer une action lors d'un événement donné (« event-based ») ou à un temps donné (« time-based ») (Lecouvey et al., 2015). Malgré leurs fonctions antagonistes, la mémoire prospective et la mémoire épisodique entretiennent un lien étroit. En effet, selon Schacter et Addis (2007), des zones cérébrales similaires sont activées lorsque nous pensons à des événements futurs ou passés. Cela sous-tend que, sur base d'événements passés, nous élaborons des événements futurs (Croisile, 2009 ; Schacter & Addis, 2007).

**La mémoire sémantique** est une autre mémoire à long terme qui contient toutes nos connaissances générales et factuelles (Schacter et al., 2000 ; Tulving, 1995 ; Van der Linden, 2014b). Contrairement aux informations en mémoire épisodique, celles-ci sont décontextualisées (Croisile, 2009 ; Schacter et al., 2000). Par exemple, je sais que la capitale de la France est Paris, cependant, je ne me rappelle pas où ni quand j'ai appris cette information. **Le système de représentation perceptive** est complémentaire à la mémoire sémantique. Il maintient sur le long terme les informations relatives à la forme et à la structure des stimuli (principalement auditifs et visuels) (Schacter et al., 2000 ; Van der Linden, 2014b) afin de permettre leur reconnaissance avant leur identification (Croisile, 2009).

En outre, **la mémoire procédurale** est une mémoire à long terme qui nous permet d'apprendre graduellement certaines procédures (motrices, perceptives et cognitives) ainsi que de les reproduire de manière inconsciente et automatique. Elle permet donc de développer un certain savoir-faire (Croisile, 2009 ; Schacter et al., 2000 ; Van der Linden, 2014b).

Enfin, **la mémoire de travail** est - contrairement aux autres - une mémoire à court terme travaillant en parallèle avec la mémoire à long terme (Baddeley, 1992). Elle permet de consciemment maintenir, analyser et manipuler une certaine quantité d'informations (7 chunks +/- 2) pendant une courte période de temps (de l'ordre de quelques secondes) lors de tâches cognitive diverses (Baddeley & Hitch, 1974). Selon le modèle initial de Baddeley et Hitch (1974), cette mémoire est composée de trois systèmes décrits ci-après. Premièrement, l'administrateur central est intimement lié aux fonctions exécutives<sup>1</sup> et a pour rôle de superviser les deux autres systèmes esclaves, de coordonner les différentes sources d'informations et de mettre en place différentes stratégies (Baddeley, 1996 ; Baddeley & Hitch, 1994). Le premier système esclave est la boucle phonologique. Elle permet la rétention d'informations verbales à court terme, et ce peu importe la modalité de présentation. Si une stratégie est mise en place (comme par exemple la récapitulation subvocale), dans ce cas le maintien des informations en mémoire peut être plus long (Baddeley & Hitch, 1974). Cependant, ce système est influencé par toute une série d'éléments tels que la similarité phonémique, la charge mentale, l'interférence, la suppression articulatoire, la longueur des mots etc. (Baddeley, 1992 ; Baddeley & Hitch, 1974 ; Baddeley et al., 1975). Le second système esclave est le calpin visuo-spatial. Il permet la rétention de stimuli visuels pendant une durée très brève (Baddeley & Hitch, 1974). Par la suite, Baddeley (2000) a ajouté au modèle initial le buffer épisodique permettant la transition entre la mémoire à court terme et la mémoire à long terme. De plus, cette composante est capable de maintenir et de lier plusieurs informations (quelle que soit leur modalité) afin de former un épisode cohérent grâce aux fonctions exécutives. Par ailleurs, le buffer serait différent de la mémoire épisodique car la rétention serait plus courte et il ne serait pas endommagé chez les patients amnésiques ayant une atteinte principalement au niveau de la mémoire épisodique.

---

<sup>1</sup> De nombreux auteurs théorisent et modélisent les fonctions exécutives. De manière générale, nous pouvons les définir comme étant des fonctions cognitives de haut niveau permettant d'établir un certain contrôle attentionnel sur des actions dirigées vers un but. Elles sont principalement logées dans les lobes frontaux et sont entre autres responsables de l'inhibition, la flexibilité, la mise à jour, l'attention divisée, la détection de règles et la planification (Jurado & Rosselli, 2007). Toutefois, il est très probable que d'autres parties de l'encéphale aient un rôle à jouer dans les fonctions exécutives (Baddeley, 1996)

### 2.2.1 Plusieurs types de mémoire mais un système interdépendant

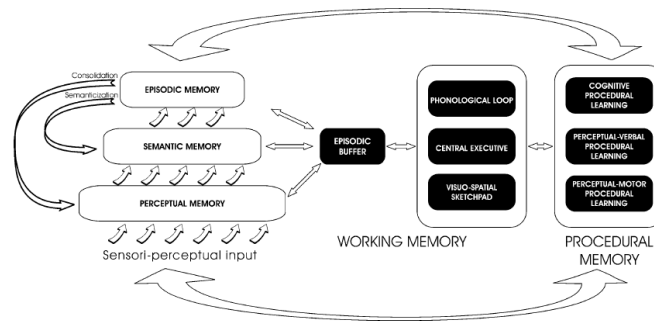
Tel qu'évoqué précédemment, les mémoires sont autonomes et entretiennent un lien étroit entre elles. Cela a notamment été théorisé à travers le modèle SPI de Tulving (1995) ainsi que le modèle MNESIS de Eustache et Desgranges (2008) qui sont détaillés ci-après.

Selon le **modèle SPI** de Tulving (1995), l'organisation de la mémoire est sérielle, parallèle et indépendante. L'encodage est sériel car l'information passe tout d'abord par le système de représentation perceptive pour reconnaître la forme du stimulus. Ensuite, la mémoire sémantique lui donne un sens. Troisièmement, la mémoire de travail analyse l'information. Enfin, la mémoire épisodique inclut le contexte spatio-temporel. Le stockage est quant à lui parallèle car chaque système mnésique conserve une information du passage des stimuli, ce qui permet à la récupération d'être indépendante.

Toutefois, le lien entre la mémoire épisodique et sémantique est encore très discuté aujourd'hui (Tulving, 1993 ; Van der Linden, 2014b). Selon le modèle SPI de Tulving (1995), la relation entre ces deux mémoires serait hiérarchique et imbriquée car la mémoire sémantique pourrait stocker et récupérer des informations, et ce, indépendamment de la mémoire épisodique. Cependant, l'inverse ne serait pas possible car l'encodage en mémoire épisodique serait dépendant de celui en mémoire sémantique. Cette conception permet d'expliquer une observation clinique : l'apprentissage d'informations sémantiques chez des patients amnésiques (Tulving, 1993, 1995 ; Van der Linden et al., 2001). Toutefois, cette conception n'est pas partagée par Squire et Zola (1998) qui définissent la mémoire sémantique et épisodique comme deux mémoires déclaratives et parallèles. Selon ces derniers, ces deux mémoires se différencient uniquement à travers les informations traitées : les savoirs généraux ou les événements personnels. De plus, l'information serait toujours contextuelle et traitée en premier lieu par la mémoire épisodique. Ensuite, à travers la répétition, ce savoir serait dépourvu de traits spatio-temporels et deviendrait un simple savoir sémantique (appelé processus de sémantisation). Cette conception est donc à l'opposé de celle de Tulving et ne permet pas d'expliquer l'apprentissage sémantique chez les amnésiques car ces deux mémoires seraient atteintes de la même manière.

Eustache et Desgranges (2008) vont plus loin dans la réflexion et proposent le **modèle MNESIS** (figure 1). Selon ces auteurs, le système de représentation perceptive, la mémoire sémantique ainsi que la mémoire épisodique sont organisés de manière hiérarchique, comme dans le modèle de SPI de Tulving (1995). Toutefois, ils y ajoutent deux processus de rétroaction (la sémantisation et la consolidation) ainsi que la vision de Baddeley (2000). Pour rappel, selon

ce dernier, le buffer épisodique permet la transition entre les mémoires à long terme et la mémoire de travail. De plus, Eustache et Desgranges (2008) évoquent un lien entre la mémoire de travail et la mémoire procédurale. Enfin, selon ces auteurs, lors d'apprentissages procéduraux, la mémoire procédurale entretient des liens avec la mémoire épisodique et la mémoire perceptive (équivalent au système de représentation perceptive).



*Figure 1.* Le modèle MNESIS (Eustache & Desgranges, 2008)

Pour résumer, nous avons différents types de mémoire, chacune d'elles ayant un rôle spécifique. Bien qu'indépendantes, ces mémoires entretiennent des liens très étroits entre elles, et ce, malgré les divergences observées par les conceptions des théoriciens.

### 2.2.2 La mémoire autobiographique selon Conway

Au sein de la littérature scientifique, Endel Tulving et Martin Conway sont deux pionniers dans l'étude du rappel d'évènements personnellement vécus (Picard et al., 2009). Ces deux auteurs ont des théories complémentaires qui nous permettent de comprendre en quoi la mémoire épisodique et la mémoire autobiographique sont liées.

Tout d'abord, il convient de définir ce qu'est **la mémoire autobiographique**. Cette dernière peut être définie comme étant « l'ensemble des connaissances sur ce que nous sommes et avons vécu, à la fois les souvenirs épisodiques, mais aussi les connaissances sémantiques personnelles » (Van der Linden, 2014a, p. 211). Selon Conway (2005), cette mémoire émerge de l'intersection entre deux exigences en compétition : **le principe de correspondance** et **le principe de cohérence**. Le premier joue un rôle dans le traitement des buts à court terme. En effet, il est nécessaire d'avoir une correspondance entre une action effectuée et le souvenir de cette dernière. Le cas échéant, nous serons amenés à effectuer une action préalablement réalisée. Quant au second principe, il nourrit notre identité, nos croyances, notre image de soi ainsi que nos buts à long terme car les souvenirs sont encodés et récupérés sur base de ces derniers. Il y a donc une cohérence entre la mémoire et le self/notre identité. Dans le cas contraire, des délires et confabulations peuvent apparaître.

### 2.2.2.1 Le Self-Memory System (SMS)

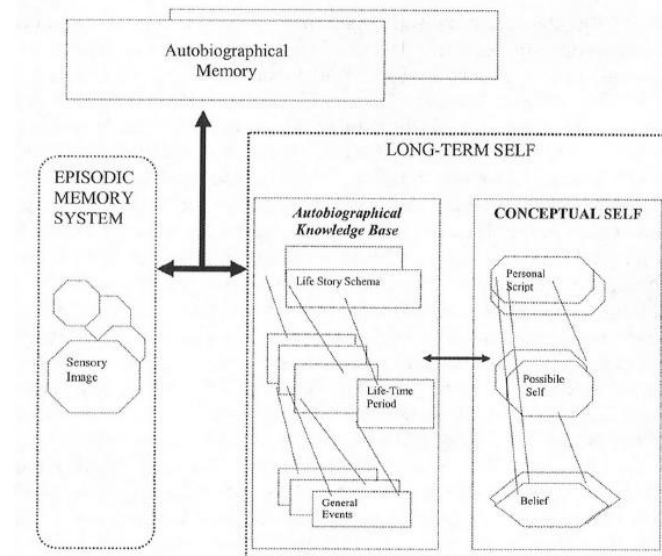
Le Self-Memory System (ou SMS) est un modèle établi par Conway mettant en avant les liens étroits qui existent entre la mémoire autobiographique et le self (Conway, 2005). Précédemment, le self a été défini selon Tulving (1985a, 1985b, 2002) en mettant l'accent sur la phénoménologie et les caractéristiques subjectives lors du rappel d'un souvenir épisodique. Cependant, Conway (2005) définit le self principalement sur le plan sémantique comme étant l'ensemble des connaissances qui construisent notre identité telles que nos croyances, nos valeurs et buts actuels ainsi que passés. Nous allons à présent explorer les trois composantes du SMS : le système de mémoire épisodique en parallèle avec les théories de Tulving, le self de travail (ou self exécutif) ainsi que le self à long terme.

Si nous reprenons la définition de la mémoire épisodique de Tulving (1985a, 1985b, 2002), celle-ci permet l'encodage et le rappel d'évènements personnellement vécus (composés d'éléments factuels et spatio-temporels) suscitant une conscience auto-noétique. Ces éléments sont semblables à l'élément épisodique et au souvenir épisodique simple décrits par Conway (2009). Selon lui, **le système de mémoire épisodique** (figure 2) contient des enregistrements détaillés (sur le plan sensoriel, perceptuel, cognitif et affectif) et proches de l'évènement vécu sous forme d'images visuelles (Conway, 2005). Ces derniers sont créés pendant un moment psychologique (Conway, 2005) et représentent une partie de l'épisode vécu, allant de quelques secondes à quelques minutes ou heures (Conway et al., 2004). Selon Conway (2009), les représentations épisodiques sont formées de manière automatique et peuvent être classées de la plus simple à la plus complexe. Premièrement, les éléments épisodiques (EE) sont définis comme étant des images visuelles représentant de manière très proche un moment de l'évènement vécu. Ensuite, les souvenirs épisodiques simples (SES) représentent des éléments épisodiques associés à un cadre conceptuel pouvant être retrouvés grâce à un indice qui rappelle l'élément épisodique ou le cadre conceptuel. Ces deux niveaux sont donc équivalents à ce qui a été théorisé par Tulving. Toutefois, Conway (2009) ajoute un niveau supplémentaire, les souvenirs épisodiques complexes (SEC), qu'il définit comme étant un ensemble de souvenirs épisodiques simples correspondant à un cadre conceptuel plus général.

Ensuite, les deux prochaines composantes du SMS vont quant à elles permettre de comprendre les mécanismes qui influencent l'encodage et la consolidation en mémoire autobiographique. **Le self de travail** (ou self exécutif) est un système de contrôle du comportement et de la cognition qui nous permet de gérer nos buts personnels à court terme et nos activités en cours. Ce type de contrôle fonctionne sous un modèle de feedback où nous

tentons de réduire, à travers des étapes hiérarchisées, la différence existant entre un état à atteindre (le self idéal) et notre état actuel (le self actuel) (Conway et al., 2004 ; Conway, 2005). D'une part, ce système permet de parvenir à nos buts à court terme et d'organiser le présent psychologique qui est plus long que l'instant immédiat et défini par la durée d'un but en cours. D'autre part, il permet de créer une série de moments psychologiques distincts qui sont ponctués par les étapes permettant la réalisation de notre but personnel (Conway et al., 2004). Enfin, cette composante a pour but de maintenir une certaine cohérence en modulant la construction des souvenirs spécifiques, en déterminant leur accessibilité et leur inaccessibilité ainsi qu'en encodant et consolidant les souvenirs (Conway, 2005). Par exemple, un souvenir peut être inhibé par ce système s'il n'est pas cohérent avec nos buts, nos croyances ou nos valeurs (Van der Linden, 2014a).

Troisièmement, **le self à long terme** (figure 2) contient les savoirs et les souvenirs épisodiques qui permettent de construire les objectifs à long terme (Conway, 2005). Il est composé du self conceptuel et des connaissances autobiographiques de base (Conway et al., 2004). Nous allons définir ces composantes ci-après.



**Figure 2.** Le Self-Memory System (Conway et al., 2004)

**Le self conceptuel** (figure 2) est défini comme étant l'ensemble des connaissances abstraites que nous sommes personnelles (nos croyances, nos valeurs et nos buts). Ce système est relié aux connaissances autobiographiques de base ainsi qu'à la mémoire épisodique afin que ces connaissances du self conceptuel puissent être liées à des expériences concrètes (Conway et al., 2004). Par exemple, si une de mes valeurs est l'entraide, cette dernière est appuyée par mon souvenir d'avoir partagé le fruit de mon travail au reste de la classe.

**Les connaissances autobiographiques de base** (figure 2) sont des connaissances relatives à soi qui sont organisées de manière hiérarchique à travers trois types de représentations. Celles-ci étant (du plus abstrait au plus concret) : l'histoire de vie, les périodes de vie, les événements généraux ainsi que les souvenirs épisodiques. (Conway, 2005 ; Picard et al., 2009). **Les périodes de vie** représentent des connaissances générales (des buts, des activités, des lieux etc.) relatives à une période de temps définie par un début et une fin (Conway & Pleydell-Pearce, 2000). Par exemple « lorsque je jouais au volleyball » ou « lorsque j'allais à l'école primaire » sont des périodes de vie. Ces différentes périodes de vie (ou thématiques), se regroupent au sein de **l'histoire de vie** étant le niveau le plus haut et le plus abstrait (Conway, 2005). Il fait référence au déroulement typique de la vie d'un individu au sein de sa culture (Conway et al., 2004). **Les événements généraux** sont quant à eux plus spécifiques et donc plus hétérogènes que les périodes de vie (Conway & Pleydell-Pearce, 2000). En effet, ils correspondent à des événements répétés ou singuliers autour d'un même thème (Barsalou, 1988, cité par Conway & Pleydell-Pearce, 2000) et ils recouvrent des périodes de temps beaucoup plus courtes allant de quelques heures à une semaine (Conway et al., 2004). Par exemple, « les soupers chez nonna » ou « notre voyage à Rome en avril 2015 » sont des événements généraux. Ces derniers contiennent **les représentations épisodiques** qui sont les éléments les plus spécifiques (Conway et al., 2004). Pour rappel, ces représentations sont des enregistrements (sous forme d'images visuelles) contenant des détails sensoriels, perceptuels, cognitifs et affectifs relatifs à un événement vécu (Conway, 2005).

Suite à ce cadre théorique, nous pouvons donc retenir que selon Tulving (1985a, 1985b, 2002) la mémoire épisodique permet l'encodage et le rappel d'un souvenir épisodique tant sur le plan objectif (les faits et le contexte spatio-temporel) que subjectif (la phénoménologie). Ensuite, le modèle MNESIS de Eustache et Desgranges (2008) souligne les liens intrinsèques que la mémoire épisodique entretient avec la mémoire à court terme et les autres mémoires à long terme. Enfin, le modèle SMS de Conway et al. (2004) permet de prendre conscience que les souvenirs sont influencés par nos valeurs et nos objectifs ainsi que synthétisés et condensés.

### 2.2.3 Les étapes de mémorisation et de récupération de l'information

Jusqu'à présent, nous avons posé le cadre théorique au travers des dires de différents auteurs. Nous allons maintenant nous attarder sur les étapes de mémorisation et de récupération d'un souvenir épisodique, et ce, en parallèle avec les théories précédemment évoquées.

Premièrement, afin de mémoriser à long terme les traits d'un épisode, nous effectuons un processus d'**encodage**. Tel que nous venons de le voir à travers Conway, l'encodage est automatique et influencé par le self, nos buts ainsi que la segmentation des événements (Conway et al., 2004 ; Conway 2005, 2009). En fonction de ces éléments, le cerveau va non seulement encoder les informations factuelles (what) mais également les informations spatio-temporelles (where et when) du souvenir épisodique comme décrit par Tulving (1985a, 1985b, 2002). Toutefois, une multitude d'autres traits contextuels et subjectifs vont également être mémorisés tels que les émotions, les pensées, les modalités d'encodage, les caractéristiques physiques, etc. (Lekeu et al., 2002). L'ensemble de ces informations constituant l'évènement vécu va être encodé sous une trace mnésique et diffusé à travers le cerveau (Van der Linden, 2014a) grâce à l'hippocampe et aux fonctions exécutives se trouvant dans le cortex préfrontal (Grady et al., 1995 ; Nyberg et al., 2000). Il est donc erroné de penser que la trace mnésique est stockée à un seul endroit de l'encéphale et qu'elle contient l'ensemble des traits de l'épisode personnellement vécu (Van der Linden, 2003, 2014a).

De plus, il est à noter qu'il existe plusieurs types d'encodage. En effet, ce processus peut être réalisé de manière automatique et demander moins d'efforts ou bien il peut être intentionnel et nécessiter plus de ressources attentionnelles (Hasher & Zacks, 1979). Ellias et Perfetti, (1973) ainsi que Craik et Lockhart (1972) évoquent que lors d'un encodage intentionnel (par exemple lors de la préparation d'un examen), l'information peut être plus ou moins élaborée. Une élaboration profonde (à travers la sémantique) permettra un meilleur encodage, rendra la trace mnésique solide et nécessitera moins d'indices lors de la récupération, tandis qu'une élaboration moins profonde (par exemple à travers la phonologie), la trace mnésique sera plus fragile et nécessitera plus d'indiciage lors du rappel. Toutefois, selon Lochart & Craik (1990) la pertinence du type d'encodage est définie par le type de rappel qui est effectué en aval.

Néanmoins, il ne suffit pas de se limiter à un simple encodage de ces traits qui constituent l'épisode vécu car il est également nécessaire d'effectuer un processus de **binding** (Lekeu et al., 2002). Ce dernier permet de lier les informations entre elles afin de former un tout cohérent (Van der Linden, 2003) malgré leur localisation disparate au sein du néocortex (Shimamura, 2011). Ce processus se développe au cours de l'enfance et de l'adolescence, contrairement à l'encodage factuel qui se développe particulièrement tôt (Picard et al., 2012). Le binding a lieu au sein de l'hippocampe (Eichenbaum, 2000 ; Yonelinas et al., 2019), parallèlement à l'encodage et nécessite l'usage des fonctions exécutives (Kessels et al., 2007).

Au fil du temps, l'information préalablement encodée va passer à travers un processus de **consolidation** qui a lieu durant le sommeil (Rácsmany et al., 2010 ; Yonelinas et al., 2019). Au cours de ce processus, l'hippocampe va réorganiser la trace mnésique en la rendant peu à peu indépendante. Ensuite, celle-ci va aller se loger dans le néocortex et les régions parahippocampiques qui entretiennent des liens bidirectionnels avec l'hippocampe. Le souvenir va donc être maintenu à long terme grâce à la création de multiples connections cérébrales à travers l'encéphale (Eichenbaum, 2000 ; Squire et al., 2015). Selon Conway (2005), beaucoup de souvenirs épisodiques sont automatiquement formés par le working self et un certain nombre d'entre eux ne seront plus disponibles au-delà d'une moyenne de 24 heures. Au cours de la consolidation, le self et nos buts sont de nouveau sollicités et jouent un rôle primordial car les souvenirs éliminés sont ceux qui font peu écho à ces derniers (Conway et al., 2004 ; Conway, 2005, 2009). Cette élimination de souvenirs est adaptative car retenir nos moindres faits et gestes nous demanderait bien trop d'espace de stockage (Conway, 2005). Avec le temps, il arrive également qu'un processus de sémantisation se produise. Pour rappel, ce processus survient lorsqu'à travers des répétitions, les souvenirs épisodiques perdent leurs caractéristiques spatio-temporelles et gardent uniquement leur caractère factuel (Squire & Zola, 1998). Selon Schooler et al. (2001) c'est de cette manière que les informations sémantiques sont formées.

Un des pionniers en matière d'oublis est Hermann Ebbinghaus, très connu pour sa « **courbe de l'oubli** ». En 1885, cet auteur s'est mis à l'épreuve en apprenant une liste de trigrammes et en testant ses connaissances à intervalles réguliers. Il constata qu'il ne se rappelait plus que de 44% de la liste après une heure, 35 % après 24 heures et 21% après une semaine. Ebbinghaus a donc conclu que l'être humain oublie rapidement, mais il conserve tout de même un certain taux d'informations en mémoire même si il n'en a pas l'impression car le second apprentissage de la liste de trigrammes était plus rapide (Huffman, 2009). Toutefois, des événements personnellement vécus ne s'oublient pas si rapidement. En effet, Conway (2005) décrit une courbe de rappel libre de souvenirs autobiographiques fluctuant au cours de certains moments de vie. Premièrement, peu de souvenirs sont rappelés entre 0 et 5 ans (ce qu'il appelle l'amnésie infantile). Ensuite, une augmentation fulgurante de souvenirs autobiographiques vécus entre 15 et 25 ans sont rappelés (appelé bump de réminiscence). Selon Rubin et al. (1998), cela est expliqué par de nouvelles expériences et des changements rapides durant cette tranche d'âge, suivis par une période de stabilité. Quant à Conway et Pleydell-Pearce (2000), ils expliquent ce phénomène par les liens robustes qu'entretient le self avec les souvenirs

autobiographiques qui sont caractérisés par la nouveauté et le changement. Enfin, les souvenirs autobiographiques les plus récents sont eux aussi souvent rappelés (Conway, 2005).

Une fois l'évènement mémorisé, il faut également y avoir accès. **La récupération** est un processus de réactivation et de reconstruction du pattern de traits composant la trace mnésique afin de rendre l'information recherchée accessible à la conscience (Croisile, 2009 ; Van der Linden, 2003, 2014a). William James fut un des premiers à mettre en avant ce processus créatif du souvenir à travers l'association d'éléments subjectifs et objectifs (Bendahan, 2018). La récupération peut être directe lorsqu'un élément précis fait remonter, de manière involontaire, un souvenir à la conscience (un exemple mythique de ce phénomène est celui de la madeleine de Proust). D'autre part, la récupération peut être indirecte. Dans ce cas, une recherche consciente, volontaire et active est effectuée pour retrouver un élément spécifique en mémoire grâce à des stratégies de récupération (Croisile, 2009 ; Van der Linden, 2014a) nécessitant l'usage des fonctions exécutives (Baldo & Shimamura, 2002 ; Nyberg et al., 2000). Selon Mitchell et Johnson (2009), la réactivation d'informations contextuelles est l'élément essentiel qui permet la récupération d'un souvenir épisodique car lorsque le rappel du souvenir épisodique est riche et détaillé, cela permet un sentiment de reviviscence, ce qui rejoint la définition du souvenir épisodique de Tulving (1985a, 1985b, 2002). De plus, Folville et al. (2020) ont mis en évidence que le degré de vivacité ressenti (sur le plan subjectif) dépend de la quantité de détails du souvenir (sur le plan objectif) chez les jeunes adultes. Au contraire, si le rappel est pauvre, un vague sentiment de subjectivité ou de familiarité<sup>2</sup> est occasionné (Mitchell et Johnson, 2009). Lors de la récupération, le cortex temporal médian (où se trouvent l'hippocampe et les régions parahippocampiques), le cortex préfrontal ainsi que le cortex pariétal postérieur sont activés (Shimamura, 2011).

Par ailleurs, le binding a une place essentielle au sein de la récupération. En effet, ce processus permet d'effectuer un complètement de pattern, c'est-à-dire que sur base d'un élément, nous pouvons reconstruire l'ensemble du souvenir épisodique (Horner et al., 2015) grâce à la quantité de traits ainsi que la force de leurs liens qui sont créés grâce au binding lors de la phase d'encodage (Lekeu et al., 2002).

En outre, la récupération est influencée par toute une série d'éléments. Selon Tulving et Thomson (1973), l'accès à la trace mnésique dépend du principe de spécificité d'encodage selon

---

<sup>2</sup> Elle peut être définie comme le fait de « savoir » que l'information présentée est pertinente mais sans aucune récupération du contexte spatio-temporel ni reviviscence de la phase d'encodage (Gardiner 1988 ; Tulving, 1985a ; Van der Linden, 2014a).

lequel la récupération de l'information désirée nécessite la réactivation des processus qui ont été mis en place lors de l'encodage. En outre, certains éléments sont mieux rappelés car ils font particulièrement écho au self (Conway & Pleydell-Pearce, 2000), à nos buts, nos connaissances ou nos croyances (Mitchell & Johnson, 2009). De plus, ce processus peut être influencé par les éléments du souvenir (le passé), le contexte de récupération (le présent), les événements futurs (le futur) etc. (Croisile, 2009 ; Schacter & Addis, 2007). Enfin, lors de la phase d'encodage, plus l'information est élaborée et distincte, plus elle sera récupérée facilement (Lockhart & Craik, 1990 ; Moscovitch & Craik, 1976).

En conclusion, la mémorisation et le rappel d'éléments constitutifs du souvenir épisodique impliquent différents processus, à savoir : l'encodage, la consolidation, la récupération ainsi que le binding. Ce dernier joue un rôle transversal dans l'ensemble du processus mnésique. De plus, les zones cérébrales hippocampiques et préfrontales sont centrales dans la mémoire épisodique.

#### 2.2.4 Les facteurs non mnésiques modulant la mémorisation et la récupération

Outre les influences précédemment évoquées, il existe une quantité importante de variables non mnésiques pouvant significativement influencer la mémoire épisodique. Nous allons ci-après en considérer quelques-unes.

Premièrement, **les émotions** peuvent avoir une influence positive ou négative, tant sur l'encodage que sur le rappel (Croisile, 2009). En effet, les événements véhiculant une émotion (quelle que soit sa valence) sont encodés de manière plus profonde que les stimuli neutres (Croisile, 2009 ; Libkuman et al., 2004) et entraînent un encodage à long terme des détails (Croisile, 2009 ; Pause et al., 2013). Ces événements riches en émotions seraient plus fréquemment racontés/rappelés, et sont donc mieux consolidés en mémoire (D'Argembeau et al., 2003 ; McKenzie & Eichenbaum, 2011) car les émotions ressenties refont surface lors du rappel et entraînent une reviviscence de l'épisode vécu (Dere et al., 2010). À contrario, il est également possible que des émotions trop intenses puissent empêcher une mémorisation et/ou une récupération optimale (Croisile, 2009 ; Pause et al., 2013).

Ensuite, chaque **culture** véhicule des valeurs et des normes sociétales qui lui sont propres pouvant influencer les performances à un test de mémoire (Fernández & Abe, 2018 ; Veliu & Leathem, 2017). En outre, le **niveau éducationnel** peut influencer la mémorisation suite à l'utilisation de stratégies plus adéquates et une plus grande quantité de connections neuronales chez des personnes ayant un niveau éducationnel élevé (Mitchell et al., 2020). De

plus, la **consommation de psychotropes** ou de **substances illicites** passant la barrière hémato-encéphalique peut négativement influencer les capacités mnésiques (Figueiredo et al., 2020 ; Parra, 2003). Par ailleurs, les **troubles psychologiques ou psychiatriques** influencent l'encodage et le rappel en mémoire suite à des biais cognitifs et émotionnels (Dere et al., 2010). Toutefois, il existe bien d'autres variables pouvant influencer les performances mnésiques.

### 2.2.5 L'étiologie et la sémiologie des déficits en mémoire épisodique

Jusqu'à présent, nous avons mis en évidence le côté multifactoriel de la mémoire épisodique. Au vu de sa complexité, elle peut facilement être fragilisée par une multitude de causes engendrant des plaintes diverses. À la lumière des processus précédemment décrits, nous allons dans un premier temps aborder les diverses étiologies des difficultés de mémoire épisodique et ensuite nous envisagerons leurs sémiologies variées.

Premièrement, les difficultés de mémoire peuvent être causées par toute une série de **lésions cérébrales**. Parmi les étiologies les plus fréquentes, nous retrouvons les **traumatismes crâniens (TC)**. En effet, en cas d'accident, les lobes temporaux sont facilement endommagés car ils se situent au niveau des tempes représentant une partie très fragile de la boîte crânienne (Ariza et al., 2006). Une atteinte de cette zone cérébrale peut induire une perte de neurones hippocampiques et une réorganisation du réseau mnésique pouvant causer des troubles de mémoire épisodique (Yan et al., 2016). En outre, les **encéphalopathies** (infections du système nerveux central) (Kwilasz et al., 2021), les **tumeurs** (Durand et al., 2018) ou encore les **AVC** (Tatemichi et al., 1994) peuvent également provoquer des troubles mnésiques. Par ailleurs, Vilkki et al. (1988) ont mis en évidence un lien entre la durée du **coma** et la sévérité des difficultés mnésiques.

Deuxièmement, le déclin de la mémoire épisodique lié au **vieillessement non pathologique** est un processus normal. En effet, avec l'avancée en âge, les performances mnésiques (Plancher et al., 2010), les fonctions exécutives (Buckner, 2004) et le processus de binding (Kessels et al., 2007 ; Naveh-Benjamin, 1988) déclinent. De fait, la population âgée a tendance à rappeler plus fréquemment les informations factuelles (what) comparativement aux informations spatio-temporelles (when et where) (Kessels et al., 2007 ; Plancher et al., 2010). Sur le plan cérébral, Grady et al. (1995) ont observé une activation corticale et hippocampique plus faible. En outre, malgré la diminution de la quantité de détails rappelés, le sentiment de vivacité reste quant à lui inchangé chez cette population (Folville et al., 2020).

Toutefois, ce déclin peut devenir pathologique et se transformer en **démence dégénérative**. Par exemple, la **maladie d'Alzheimer** est définie selon le DSM-V par des difficultés de mémoire interférant avec les activités quotidiennes et sociales (APA, 2013). En outre, la **maladie de Parkinson** se caractérise par des tremblements résultant d'une dégénérescence de la substance noire (Poewe et al., 2017). Selon Van der Linden et al. (2004), les atteintes sont sous-corticales et frontales, contrairement à celles de la maladie d'Alzheimer qui sont corticales (He et al., 2008). Cette différence implique que les personnes souffrant de la maladie d'Alzheimer sont plutôt sujettes à des difficultés d'encodage, tandis que les personnes ayant la maladie de Parkinson ont davantage de difficultés exécutives lors de la mise en place de stratégies et peuvent tirer profit des indices lors de la récupération (Kramer et al., 1989 ; MacPherson et al., 2016 ; Pillon et al., 1993). Par ailleurs, il existe toute une série d'autres démences impactant la sphère mnésique telles que les **démences non dégénératives** étant de natures diverses : **neurologiques** (sclérose en plaque), **infectieuses** (VIH), **carentielles**, etc.

Ces multiples étiologies impliquent l'apparition de diverses difficultés de mémoire pouvant se situer à différents endroits du processus mnésique. Lorsque les **difficultés d'encodage sont massives**, nous pouvons observer des personnes oubliant au fur et à mesure et ayant continuellement l'impression de vivre l'instant présent comme étant quelque chose de nouveau. Ces personnes sont qualifiées d'« amnésiques purs ». Par exemple, il est possible que nous rencontrions un patient amnésique pour la seconde fois, que ce dernier n'ait aucun souvenir de nous et qu'il répète exactement ce qu'il nous a dit lors de notre première rencontre. Face à l'absence d'encodage, il peut être difficile pour ces patients de se construire un self « actuel » ou d'avoir une chronologie de leur identité, c'est-à-dire des buts et des croyances qui les définit à l'instant présent puisque les événements les plus récents ne sont pas encodés ni consolidés.

Par ailleurs, si le problème se situe au niveau du **binding lors de l'encodage**, il est possible que des personnes mémorisent certaines informations et pas d'autres car elles ne sont pas ou faiblement liées entre elles. Dans ce cas, si l'élément n'est pas encodé, alors le reste du processus mnésique sera forcément hypothéqué. Par exemple, il est possible qu'un patient se souvienne d'éléments factuels tels que notre visage ainsi que notre prénom car il ressemble à celui de sa fille. Cependant, il n'a aucun souvenir du chemin pour arriver à notre bureau, du moment, ni de l'endroit de notre première rencontre. Pour ce patient, l'évocation d'indices pour favoriser la récupération sera infructueuse car les informations n'auront pas été préalablement encodées et la conscience auto-néotique sera faible face à l'absence de traits spatio-temporels.

Enfin, le patient aura l'impression de marcher dans les couloirs de l'hôpital et de rentrer dans notre bureau pour la première fois.

De plus, il est également possible qu'une personne puisse avoir une courbe de l'oubli modifiée reflétant une **difficulté de consolidation**. Par exemple, malgré un bon encodage, le souvenir du voyage humanitaire qu'une personne vient de réaliser peut s'estomper peu à peu car la consolidation est altérée, par exemple, par des épilepsies du lobe temporal (Blake et al., 2000) ou apnées du sommeil. Or, cet événement marquant devrait être accessible sur le long terme car il fait écho au self.

Enfin, des **difficultés de récupération** peuvent prendre la forme de quelqu'un qui dit avoir « un mot sur le bout de la langue », qui recherche un souvenir en mémoire ou encore qui recherche le nom d'une personne qu'il/elle vient de croiser. Un simple indice pourra aider ces personnes à retrouver la trace mnésique souhaitée, et ce, si la qualité du binding est suffisante.

Suite à la diversité de l'étiologie et de la sémiologie des troubles de mémoire, il est donc nécessaire d'avoir des tâches qui permettent d'évaluer la totalité du processus mnésique afin de pouvoir comprendre les plaintes évoquées par nos patients. Dans la section suivante, nous allons passer en revue les différentes épreuves qui existent pour évaluer la mémoire épisodique.

### 2.2.6 Les épreuves neuropsychologiques utilisées dans la pratique clinique

En neuropsychologie clinique, il existe une multitude d'épreuves ayant pour but d'évaluer la mémoire épisodique. C'est pourquoi nous allons nous focaliser sur quelques tests qui sont méthodologiquement robustes et quotidiennement utilisés par les cliniciens.

Tel qu'évoqué précédemment, en 1885, Ebbinghaus a créé une tâche consistant à apprendre une liste de trigrammes et à les rappeler à la suite de plusieurs délais différents (Huffman, 2009). Dans les années 60, Rey a suivi le même principe tout en changeant la liste de trigrammes par une liste de 15 mots (Van der Linden, 2014a). Depuis lors, les épreuves ont gardé le même principe de base tout en évoluant au niveau des paradigmes utilisés. Nous allons illustrer ces propos en nous attardant sur la méthodologie de deux épreuves verbales.

Le « California Verbal Learning Test » ou « **CVLT** » (Delis et al., 1988), est l'un des tests les plus utilisés pour évaluer la mémoire épisodique verbale dans la pratique clinique. Ce test est composé de deux listes de 16 mots (liste A et liste B). Chacune d'elles est composée de quatre catégories sémantiques dont deux sont communes aux deux listes. Dans un premier temps, ces catégories ne sont pas mentionnées au sujet. Cette épreuve commence par une phase

d'apprentissage de la liste A. Cette dernière est présentée au patient comme étant la liste de courses du lundi. L'entièreté de la liste est énoncée au participant qui a pour consigne d'effectuer un rappel libre immédiat<sup>3</sup>, et ce à cinq reprises. Ensuite, la liste interférente B est présentée au sujet comme étant la liste de courses du mardi. Cette dernière est énoncée une seule fois au sujet, après cela il lui est de nouveau demandé de réaliser un rappel libre immédiat. Par la suite, sans répéter les mots de la liste A, il est demandé au participant d'effectuer un rappel libre de cette liste et ensuite de réaliser un rappel indicé (sur base des catégories sémantiques)<sup>4</sup>. Suite à un intervalle de 20 minutes, il est demandé au sujet d'effectuer un rappel différé libre ainsi qu'un rappel différé indicé de la liste A. À chaque rappel, les mots rappelés, les intrusions, les doublons ainsi que les erreurs sont notés, dans l'ordre, sur le protocole. Enfin, une tâche de reconnaissance à choix forcé de type oui/non est réalisée. Le participant doit dire « oui » uniquement lorsqu'un mot de la liste A est verbalisé et « non » lorsqu'un distracteur est mentionné. Pour l'ensemble de l'épreuve, un point est accordé pour chaque bonne réponse.

Cette épreuve demande au sujet d'effectuer un encodage intentionnel sous trois formes de rappels : le rappel libre, le rappel indicé ainsi que la reconnaissance (Croisile, 2009). **Le rappel libre** pousse le sujet à restituer de mémoire tout ce dont il se souvient. Cela requiert l'utilisation d'une stratégie de récupération effortful (à travers les fonctions exécutives) car il est nécessaire d'entreprendre une recherche d'indices de récupération en mémoire à travers des stratégies. Ensuite, **le rappel indicé** nécessite moins d'efforts car le rappel est sous-tendu par un indice (de nature sémantique, phonologique ou autre) qui est donné au patient et non recherché en mémoire (Van der Linden, 2014a). Toutefois, lorsqu'un indice est fourni, il est nécessaire que le recouvrement avec la trace mnésique soit suffisant pour y avoir accès (Van der Linden, 2003, 2014a). Enfin, **la reconnaissance** est la moins effortful car elle consiste à reconnaître un stimulus préalablement présenté à travers un choix forcé. Soit il est demandé au sujet de reconnaître le stimulus cible parmi deux stimuli, ce qui implique l'utilisation prépondérante du **sentiment de familiarité**. Soit il est demandé de choisir si oui ou non les stimuli présentés individuellement sont des stimuli cibles, ce qui nécessite un minimum de récupération et implique également un sentiment de familiarité (Bastin & Van der Linden, 2003 ; Bayley et al., 2008 ; Van der Linden, 2014a).

La méthodologie robuste de cette épreuve permet d'obtenir des informations précieuses sur la mémoire épisodique des patients telles que : l'apprentissage, la qualité de l'encodage à

---

<sup>3</sup> Rappeler le plus de mots possible de la liste, et ce, peu importe l'ordre.

<sup>4</sup> C'est uniquement à ce moment précis que les catégories sémantiques sont explicitement mentionnées au sujet.

travers l'utilisation ou non des regroupements sémantiques, la sensibilité à l'interférence proactive<sup>5</sup> et rétroactive<sup>6</sup>, l'effet de l'indiçage sur le rappel, le maintien de la connaissance après un délai ainsi que de la comparaison entre le rappel libre et la reconnaissance. De plus, ses normes solides permettent de juger les scores du patient comme étant pathologiques ou non en les comparant aux performances d'une population contrôle de référence (Van der Linden, 2014a).

Toutefois, bien que cette épreuve ait une méthodologie robuste, elle ne permet pas de renseigner le professionnel sur les stratégies d'encodage employées par le patient. Il y a donc un risque que les indices sémantiques ne puissent aider le sujet lors du rappel indicé (Becquet et al., 2017). Afin de pallier ces lacunes, le **RL/RI 16** ou Free and Cued Selective Reminding Test (FCSRT) (Grober & Buschke, 1987) a été créé. Le principe de cette tâche est de demander au sujet de retenir 16 mots, chacun faisant partie d'une catégorie sémantique différente. Lors de la phase d'encodage, il est demandé au sujet de verbaliser le mot de la planche correspondant à la catégorie sémantique énoncée par le professionnel. Après chaque planche, un rappel indicé immédiat des 4 mots ainsi qu'une tâche distractive (comptage à rebours) sont effectués. Une fois l'ensemble des mots appris, le sujet effectue trois phases de rappel, chacune étant composée d'un rappel libre, d'un rappel indicé pour les mots non rappelés ainsi que d'un comptage à rebours. Enfin, après un délai de 20 minutes, une tâche de rappel libre, une tâche de rappel indicé ainsi qu'un test de reconnaissance de type oui/non sont effectués.

Grâce à cette méthodologie avantageuse qui assure un encodage sémantique, le professionnel peut inférer sans trop de doute l'origine du problème mnésique. Lorsque le rappel libre ainsi que le rappel indicé sont tous deux déficitaires, cela laisse transparaître des difficultés d'encodage étant en lien avec des atteintes hippocampiques. Or, lorsque le rappel indicé est significativement meilleur que le rappel libre, cela implique des difficultés de récupération liées à des atteintes au niveau des fonctions exécutives. Toutefois, un effet plafond est observé chez les patients de haut niveau éducationnel ou avec de légères difficultés de mémoire (Becquet et al., 2017).

Outre les épreuves que nous venons de détailler, il existe actuellement une multitude de batteries de tests (la MEM-IV, la BEM, le RBMT, etc.) ainsi que d'épreuves, tant verbales (le RI 48, le DMT, etc.) que visuelles (the Doors and People Test, le DSM 48, etc.) qui utilisent

---

<sup>5</sup> Difficultés d'apprentissage d'une nouvelle information (liste B) en raison de l'apprentissage antérieur d'une autre information (liste A).

<sup>6</sup> Difficultés de récupération d'une information (liste A) à la suite d'un nouvel apprentissage (liste B).

des paradigmes similaires pour évaluer la mémoire épisodique. En effet, toutes ces tâches ont plusieurs points communs car elles requièrent un encodage répétitif et intentionnel d'une liste de stimuli (principalement des mots ou des images) suivi de plusieurs types de rappels (libres, indicés, immédiats, différés) et se concluant par une tâche de reconnaissance. Enfin, grâce à leurs normes, ces épreuves peuvent situer les performances des patients sur un continuum.

### 2.3 Les limites de ces épreuves : entre la théorie et la pratique

Les tâches précédemment évoquées et détaillées sont d'une grande utilité pour le neuropsychologue afin de pouvoir récolter des informations précieuses sur le fonctionnement mnésique des patients. Toutefois, ces tâches ne peuvent pas, à elles seules, permettre une compréhension complète et précise du processus mnésique ainsi que des plaintes quotidiennes du patient. Il existe donc une marge non négligeable entre la théorie et la pratique, et ce, particulièrement au niveau de la validité théorique et écologique. Ci-après, nous nous attarderons plus particulièrement sur la validité théorique, tandis qu'Elisabeth Scohier développera plus longuement la validité écologique.

#### 2.3.1 La validité théorique des épreuves actuelles de mémoire épisodique

Pour commencer, il convient de définir ce qu'est la **validité théorique**. La validité est définie comme étant « le degré auquel un test mesure ce qu'il prétend mesurer » (André et al., 2015, p. 131). Selon Cronbach et Meehl (1955), la validité théorique (aussi appelée validité de construit) est un type de validité qui intervient lorsqu'un concept psychologique n'est pas défini de manière opérationnelle. Il convient alors de mesurer de manière empirique si les instruments utilisés évaluent de manière adéquate le construit souhaité et s'ils assurent une représentation exhaustive du modèle théorique sur lequel ils s'appuient (O'Leary-Kelly & Vokurka, 1998). Pour ce faire, il est possible d'utiliser des mesures fortement corrélées afin de montrer qu'elles mesurent le construit souhaité (la validité convergente). Par ailleurs, le raisonnement inverse peut être réalisé en évaluant le concept psychologique voulu à travers des mesures faiblement corrélées afin de mettre en évidence qu'elles ne mesurent pas le même construit (la validité discriminante) (Strauss & Smith, 2009). À travers les écrits de James, Tulving et Conway, nous pouvons comprendre en quoi les épreuves neuropsychologiques actuelles ne sont pas théoriquement valides. C'est pourquoi nous allons mettre en parallèle les théories développées par ces auteurs, comparativement aux épreuves actuelles ainsi que ce qui est réalisé dans la littérature scientifique afin de respecter les dires des pionniers.

### 2.3.1.1 L'encodage intentionnel

Premièrement, nous avons précédemment évoqué la conception de Conway (2009) selon laquelle les représentations épisodiques sont formées de manière automatique par le working self. Il est donc nécessaire que l'**encodage** soit **incident** (Pause et al., 2013 ; Van der Linden, 2014a). Or, nos tâches actuelles demandent aux patients d'effectuer un encodage intentionnel et répétitif. De plus, ce type d'apprentissage nécessite l'utilisation de la mémoire sémantique (Pause et al., 2013 ; Van der Linden, 2014a) impliquant des régions cérébrales différentes de celles de la mémoire épisodique (Lekeu et al., 2002). Par ailleurs, plusieurs auteurs ont observé que, sous un encodage intentionnel, les personnes âgées rappellent moins d'éléments spatio-temporels, contrairement à un encodage incident (Chalfonte et al., 1996 ; Hasher & Zacks, 1979 ; Plancher et al., 2010). Au sein de la littérature scientifique, les chercheurs évaluant la mémoire épisodique donnent un but fictif aux sujets et révèlent le but réel de l'étude à la fin du testing afin que l'encodage soit incident.

### 2.3.1.2 Le rappel différé

En outre, les épreuves actuelles effectuent des rappels différés gravitant aux alentours d'un **délai** d'une vingtaine ou d'une trentaine de minutes. Pourtant, rappelons que Conway (2005) considère qu'un certain nombre de souvenirs ne vont plus être accessibles au-delà d'une moyenne de 24 heures. De fait, ceux qui seront le plus en phase avec le self et nos buts vont être stockés sur le long terme (Conway et al., 2004 ; Conway, 2005, 2009). Cet élément appuie l'importance de prendre en considération le self ainsi que la nécessité d'évaluer la mémoire suite à un délai supérieur à 24 heures (Pause et al., 2013 ; Van der Linden, 2014a). Dans le secteur de la recherche, les délais utilisés sont plus longs que ceux employés en clinique, et ce, notamment car la contrainte temporelle est moins importante. Toutefois, peu sont ceux qui effectuent un rappel au-delà de 24 heures comme nous pourrions le constater ci-après.

### 2.3.1.3 L'absence de traits spatio-temporels

Ensuite, les épreuves neuropsychologiques actuelles se focalisent davantage sur l'encodage d'informations factuelles visuelles ou verbales, et ce, en l'absence d'informations spatio-temporelles et contextuelles (Abichou et al., 2017 ; Pause et al., 2013 ; Picard et al., 2012 ; Tulving, 2000, 2002 ; Van der Linden, 2014a). Pourtant, Tulving (2002) place les **éléments factuels (what) et spatio-temporels (when et where)** au cœur de sa définition du souvenir épisodique ainsi que Conway (2005) lorsqu'il définit les événements épisodiques et les souvenirs épisodiques simples. Au sein de la littérature scientifique, nous observons que les auteurs utilisent des images pour inclure le contexte spatial comme Sluzenski et al. (2006) ainsi

que Ngo et al. (2019). Le contexte temporel est, quant à lui, inclus dans la chronologie d'une histoire comme le font Picard et al. (2012) ou encore en demandant au patient de reconnaître le moment de l'encodage si l'étude est réalisée en plusieurs étapes.

#### 2.3.1.4 L'absence de phénoménologie

Quatrièmement, un encodage intentionnel et répétitif de traits factuels sous forme de liste demande au sujet de connaître la réponse lors du rappel, et ce, sans aucune récupération explicite d'informations contextuelles ni reviviscence. Or, Tulving (1985a, 2000, 2002) place la **phénoménologie** au centre de sa définition de la mémoire épisodique. En effet, selon cet auteur, le **sentiment de reviviscence** est nécessaire pour qualifier un souvenir « d'épisodique » et la recollection d'un événement épisodique nécessite de « se souvenir » de la réponse menant à une récupération contextuelle explicite et une conscience autoéotique (Tulving, 1985a).

En outre, l'absence de traits spatio-temporels au sein des épreuves va négativement impacter la probabilité de ressentir une **conscience autoéotique**. En effet, rappelons que selon Mitchell et Johnson (2009), la réactivation d'informations contextuelles est nécessaire à la **reviviscence**. De plus, selon ces mêmes auteurs, un rappel clair, détaillé et intense du souvenir implique une sensation subjective de **vivacité du souvenir**. Par ailleurs, Lekeu et al. (2002) soulignent que la mémorisation d'**informations contextuelles** (comme les émotions, les pensées, les modalités d'encodage, les caractéristiques physiques, etc.) est également effectuée lors de la phase d'encodage. Cependant, ces caractéristiques phénoménologiques et contextuelles ne sont nullement investiguées par les épreuves actuelles, et ce, malgré leur lien intrinsèque avec la mémoire épisodique (Becquet et al., 2017 ; Pause et al., 2013 ; Van der Linden, 2014a).

Afin de mesurer la reviviscence, certains chercheurs utilisent le « **paradigme remember/know** » inventé par Tulving (1985a). Ce dernier consiste à demander au sujet s'il répond sur base d'un rappel conscient du moment vécu lors de l'encodage (remember), impliquant un voyage mental dans le temps et donc une conscience autoéotique, ou bien si la réponse est basée sur un savoir (know), n'impliquant pas de conscience autoéotique (Gardiner, 1988). En outre, il existe plusieurs questionnaires visant à évaluer la vivacité du souvenir tels que le « **Vividness of Visual Imagery Questionnaire** » de Marks (1973) ou le « **Vividness of Movement Imagery Questionnaire** » de Isaac et al. (1986).

Par ailleurs, cette faible conscience autoéotique implique une faible évocation du **self**. Rappelons que Tulving (1985a, 1985b, 2002) et James (Duval et al., 2007) le définissent sur le

plan phénoménologique, tandis que Conway (2005) l’appréhende majoritairement sur le plan sémantique. Malgré ces divergences, tous les trois considèrent le self comme étant imbriqué à la mémoire épisodique. Toutefois, au vu du caractère intentionnel de l’encodage, du manque de contexte ainsi que des faibles caractéristiques phénoménologiques des épreuves actuelles, il est peu probable que seuls les éléments factuels fassent écho à l’identité, les croyances, les buts ou encore les valeurs du patient. Or, il est nécessaire que le matériel présenté au patient lors de l’évaluation mnésique y fasse référence à travers des procédures faisant appel à la subjectivité du participant (Van der Linden, 2014a). Dans la sphère de la recherche, plusieurs méthodes sont observées. Par exemple, Picard et al. (2012) demandent à leurs sujets de se projeter dans une histoire comme s’il était l’acteur principal, tandis qu’Andrews et al. (2020) utilisent les photos de profils des sujets au sein de leurs stimuli.

### 2.3.1.5 L’absence de binding

Finale­ment, si les informations spatio-temporelles, contextuelles et phénoméno­logiques sont manquantes dans les tâches car l’accent est principale­ment mis sur les informations factuelles, il va de soi que ce processus n’est pas pris en considération. Or, il joue un rôle majeur dans toutes les étapes de la mémoire épisodique. C’est pourquoi le manque de considération du binding est donc une limite importante et non négligeable des tâches actuelles.

Malgré l’absence de binding dans la clinique, ce processus mnésique est toutefois évalué dans le cadre de la recherche à travers diverses méthodologies. Les études réalisées chez les enfants ont principale­ment pour but de comprendre à quel âge le processus de binding est mis en place. Pour ce faire, Sluzenski et al. (2006) demandent aux jeunes sujets d’effectuer un encodage intentionnel ou incident entre un animal et un background. Suite à un délai de 3 minutes ils sont soumis à une reconnaissance de type oui/non. Ngo et al. (2019) ont quant à eux présenté un background décliné en deux versions différentes contenant deux objets dont un de ces derniers est commun aux deux environnements. Après un encodage intentionnel des stimuli s’ensuit une reconnaissance à choix forcé portant sur les associations entre objets et contextes. Benear et al. (2021) ont utilisé le même paradigme tout en incluant un délai de 24 heures entre l’encodage intentionnel et la reconnaissance. Andrews et al. (2020) vont quant à eux un pas plus loin en considérant le self. En effet, ils vont demander aux participants d’associer un chien (parmi deux types) avec un objet ou d’associer une personne (parmi un personnage du même sexe que l’enfant ou un personnage ayant le visage du participant) avec un objet, et ce, sous un encodage incident. Suite à une tâche distractive, une reconnaissance de type oui/non est effectuée.

Chez les adultes, certaines études ont pour but de mettre en évidence le déclin du processus de binding avec l'avancée en âge ou la différence qu'il existe entre vieillissement pathologique et non pathologique. Chalfonte et al. (1996) demandent aux sujets d'encoder de manière intentionnelle ou incidente des objets de couleurs différentes ainsi que leur emplacement au sein d'une grille. Les sujets sont ensuite testés à travers une tâche de reconnaissance. Enfin, Van Geldorp et al. (2015) ont demandé aux participants mémoriser intentionnellement des visages associés à une maison et d'effectuer une reconnaissance à choix forcé après l'encodage ainsi que suite à un délai de 5 minutes.

De manière générale, nous pouvons observer que les critiques émises précédemment à propos des tâches cliniques se reflètent également au travers de ces diverses méthodologies ayant pour but d'évaluer le binding. En effet, l'encodage est bien souvent intentionnel et ne fait pas référence aux caractéristiques phénoménologiques et sémantiques du self. De plus, les stimuli ne contiennent pas l'ensemble des traits d'un souvenir épisodique : le what, le where et le when tels que décrit par Tulving (2002). Enfin, le délai précédant la récupération est assez court. Face à ces critiques, les méthodes employées par les auteurs ne permettent pas de mesurer adéquatement les processus d'encodage et de binding de manière exhaustive.

Toutefois, le « **test de la maison** » ou « **the house test** » de Picard et al. (2012) semble répondre à la plupart de ces critiques. En effet, cette épreuve permet d'évaluer le binding grâce à une tâche simple de mémoire épisodique visuelle, et ce, à travers un encodage incident de traits factuels et spatio-temporels. Afin de pouvoir respecter nos exigences en termes de validité théorique, nous avons utilisé l'épreuve de Picard et al. (2012) afin d'évaluer les capacités de binding de nos participants. Ce test est initialement conçu pour une population d'enfant. C'est pourquoi nous l'avons adapté, par nos soins, pour une population adulte. De plus, nous avons décidé de ne pas effectuer la tâche de rappel immédiat, d'ordination et de reconnaissance car ces dernières auraient été trop simples et non discriminantes.

Lors de l'administration, cette épreuve est introduite au participant comme étant une tâche de compréhension afin que ce but fictif permette un encodage incident. Cette épreuve est composée de deux phases. Dans la première, appelée « phase d'encodage », une maison ainsi que les différentes pièces qui la composent sont présentées au sujet sur un powerpoint. Le sujet doit imaginer cette maison comme étant la sienne où le déroulement d'une journée va lui être raconté. Ensuite, une série de neuf activités sont verbalement évoquées au sujet dans un ordre chronologique : trois activités sont effectuées le matin, trois l'après-midi ainsi que trois le soir. Chaque activité est composée d'un contexte temporel (when), d'une information factuelle où

l'action réalisée (what central) est associée à un objet (what périphérique) ainsi que d'un contexte spatial (where). Chacune de ces activités est associée à une diapositive incluant la maison ainsi que six images placées en dessous de cette dernière (figure 3). Après chaque action, il est demandé au participant de rappeler verbalement le contexte temporel et de déplacer les deux items corrects (relatifs à l'action et à l'objet) dans la pièce de la maison où l'activité s'est produite. Si une erreur est commise, celle-ci est notée sur le protocole, l'information erronée est donnée au sujet et une vérification de l'encodage est effectuée en répétant la procédure, et ce, jusqu'à un encodage parfait (Picard et al., 2012).



**Figure 3.** Adaptation de l'épreuve « the house test » de Picard et al. (2012)

La deuxième partie, appelée « phase de test » débute suite à un intervalle approximatif de 10 minutes. Dans un premier temps, il est demandé au participant d'effectuer un rappel libre en rappelant le plus d'éléments possible des neuf activités qui ont précédemment été mémorisées sous un encodage incident. Dans un second temps, un rappel indicé, cumulatif au rappel libre, est réalisé où une question structurée basée sur l'action est posée au participant, et ce, uniquement pour chaque élément non évoqué au rappel libre. Chaque élément rappelé correspond à un point et est indiqué dans la case appropriée au sein de la grille de cotation (cfr annexe 7). Plus précisément, un point est accordé pour le rappel complet d'une action (**what central**), un point est accordé pour le rappel de l'objet associé à l'action (**what périphérique**), un point est accordé pour le rappel du contexte spatial (**where**) et un point est accordé pour le rappel du contexte temporel (**when**) (Picard et al., 2012).

### 2.3.2 La validité écologique des épreuves actuelles de mémoire épisodique

Si une faible validité théorique existe au sein des épreuves de mémoire épisodique, cela implique de facto une faible validité écologique. Cette dernière peut être définie comme étant le degré auquel les performances obtenues à un test reflètent celles réalisées dans la vie quotidienne (Burgess et al., 2006). Ce type de validité se décline en deux approches. D'une

part, la vérisimilitude est le degré de similitude entre les fonctions cognitives requises aux épreuves neuropsychologiques et aux tâches quotidiennes. D'autre part, la véridicalité est le degré de similitude entre les tâches neuropsychologiques et les activités de la vie quotidienne afin que les épreuves puissent refléter les plaintes évoquées par le patient (Smith, 2019).

Bien que les validités théorique et écologique soient distinctes sur le plan théorique, ces deux types de validité sont intrinsèquement liées. En effet, si les théories explicatives du fonctionnement de la mémoire épisodique se basent sur notre fonctionnement quotidien, alors les éléments préalablement évoqués comme indiquant un manque de validité théorique sont également le reflet d'une faible validité écologique. De plus, d'autres éléments témoignent d'une faible validité écologique tels que le contexte dans lequel sont réalisées les épreuves neuropsychologiques. Par exemple, les bureaux des neuropsychologues sont des endroits où le silence est désiré afin de favoriser la concentration. En outre, le professionnel veille à ce qu'il n'y ait pas de distractions (Chaytor & Schmitter-Edgecombe, 2003 ; Plancher et al., 2010) et demande au patient de « faire de son mieux ». Toutefois, ces conditions ne sont en aucun cas le reflet de notre quotidien.

### 2.3.2.1 Les méthodes dotées d'une bonne validité écologique

Malgré ces critiques, il existe plusieurs épreuves ayant une bonne validité écologique telles que la batterie RBMT. Au sein de cette dernière, les fonctions mnésiques des patients sont évaluées sur base de situations qui sont similaires à celles qui sont effectuées quotidiennement (Becquet et al., 2017 ; Chaytor & Schmitter-Edgecombe, 2003 ; Van der Linden, 2014a).

De plus, il existe plusieurs méthodes qui permettent d'évaluer les plaintes ainsi que les difficultés mnésiques quotidiennes des patients. Le neuropsychologue peut notamment utiliser l'agenda ou la check-list. À travers ces derniers, le patient est invité à écrire ou cocher les difficultés de mémoire auquel il fait face journalièrement. En outre, des questionnaires tels que le Questionnaire d'Auto-évaluation de la Mémoire (ou QAM) (Van der Linden, Wyns, Coyette, von Frenckell, & Seron, 1989) permettent au professionnel de récolter rétrospectivement des informations sur les plaintes mnésiques. (Van der Linden, 2014a). Toutefois, Sunderland et al. (1983) soulignent des limites majeures relatives à ces méthodes. En effet, si ce sont les patients eux-mêmes qui complètent ces données, ils risquent d'oublier leurs propres oublis. Par conséquent, cela peut significativement hypothéquer la fiabilité des mesures auto-rapportées. En effet, dans leur étude, les auteurs ont observé une absence de lien entre les performances mnésiques et les questionnaires complétés par les patients. Cependant, ils ont mis en évidence

une bonne corrélation entre les questionnaires complétés par les proches et les performances mnésiques des patients. Toutefois, la technologie se révèle être un outil efficace pour pallier les critiques émises vis-à-vis des mesures auto-rapportées. La méthode de « l'expérience sampling » consiste à demander au patient d'effectuer une tâche lorsqu'une notification apparaît ou retentit, et ce, pendant plusieurs jours (Verhagen et al., 2019). Face à ces observations, nous avons employé une auto-évaluation qui s'inspire de la méthode de l'expérience sampling ainsi que l'hétéro-évaluation par un proche au sein de notre méthodologie.

En conclusion, nous avons mis en évidence en quoi les épreuves actuelles manquent de validité théorique. En effet, les tâches actuelles permettent d'inférer la normalité ou l'anormalité des performances sur base d'une comparaison avec un groupe contrôle. Toutefois, elles ne permettent pas, à elles seules, de dégager le ou les élément(s) du processus mnésique atteint(s). Face à ces lacunes, nous avons donc une image grossière du fonctionnement de nos patients. De plus, le manque de validité écologique des épreuves ne permet pas de refléter le quotidien du patient ainsi que de faire transparaître ses plaintes.

## 2.4 La réalité virtuelle (RV)

Un matériel qui permettrait de pallier ces critiques en permettant une évaluation exhaustive du processus mnésique précédemment décrit est la réalité virtuelle. Dans un premier temps, nous allons définir cet instrument. Ensuite, nous nous attarderons sur les différentes études ayant utilisé cette méthode pour évaluer la mémoire épisodique.

La réalité virtuelle (RV) est une technologie phare et émergente du 21<sup>ème</sup> siècle (Krohn et al., 2020). Elle nous permet d'interagir en temps réel avec un environnement virtuel (Krohn et al., 2020 ; Schultheis et al., 2002). Cette interaction permet à l'utilisateur de se sentir immergé au sein de l'environnement virtuel et de créer un **sentiment de présence**. Ce dernier peut être défini comme étant l'impression subjective d'être transporté dans un espace différent de celui dans lequel la personne se trouve réellement (Smith, 2019).

Il existe différents types de RV : les non-immersives en deux dimensions ainsi que les immersives en trois dimensions (Krohn et al., 2020). Au sein des technologies en 2D, nous retrouvons le desktop-VR où l'environnement virtuel apparaît sur un écran d'ordinateur et des accessoires (tels qu'un clavier, une souris, un joystick, un volant, des pédales etc.) permettent d'interagir instantanément avec l'interface (Abichou et al., 2017 ; Smith, 2019). La réalité virtuelle en 3D comprend le headset-VR (HDM) et le Cave Automatic Virtual Environment (CAVE). Le premier est un appareillage qui est posé sur la tête, génère des images en face des

yeux du sujet, détecte les mouvements de la tête et la vitesse de ceux-ci. L'ordinateur connecté au casque permet d'adapter les images de l'environnement virtuel en fonction des caractéristiques des mouvements (Schultheis et al., 2002). Le second est une pièce entièrement dédiée à la projection d'un environnement virtuel sur des écrans plats interactifs et où le sujet porte des lunettes spéciales afin de voir l'environnement en 3D du sol au plafond (Schultheis et al., 2002 ; Smith, 2019). Ces technologies (présentées de la moins immersive à la plus immersive) génèrent des niveaux d'immersion différents (Reggente et al., 2018) impliquant des niveaux de sentiment de présence différents (North & North, 2016). En effet, ce sentiment subjectif est augmenté à travers une immersion élevée et une interaction naturelle avec l'interface (Abichou et al., 2017 ; North & North, 2016 ; Smith, 2019).

#### 2.4.1 Les avantages et les inconvénients

Un des avantages majeurs de la RV est l'immersion des utilisateurs dans un environnement virtuel pouvant être très similaire à notre quotidien où il est possible d'intégrer des éléments sonores, tactiles ou olfactifs (Smith, 2019) contrôlés par l'expérimentateur (Schultheis et al., 2002). Grâce à cela, une situation riche, contextuelle et écologique peut être créée (Rizzo et al., 2020). En outre, il est possible d'interagir avec l'environnement grâce à la manipulation d'outils, ce qui permet un encodage multimodal (Repetto et al., 2016 ; Rizzo et al., 2020 ; Smith, 2019). Certains accessoires permettent à l'utilisateur de se percevoir en tant qu'avatar dans cet environnement virtuel (Bréchet et al., 2019 ; Tuena et al., 2017), ce qui procure un point de vue égocentrique (Repetto et al., 2016). Enfin, la RV peut être conjointement utilisée avec des techniques de neuroimagerie (Abichou et al., 2017 ; Krohn et al., 2020 ; Smith, 2019) et de neuromodulation (Rizzo et al., 2020). L'ensemble de ces éléments permettent donc d'accroître la validité théorique ainsi qu'écologique des évaluations neuropsychologiques (Chaytor & Schmitter-Edgecombe, 2003 ; Smith, 2019).

Toutefois, en fonction du type de RV, les avantages et les inconvénients sont différents. Premièrement, le desktop-RV est très accessible et rentable. Cependant, c'est le type de RV qui a le plus faible niveau d'immersion dû à sa mauvaise qualité graphique et la pauvre concordance entre les mouvements réalisés pour interagir avec l'environnement et ceux réalisés quotidiennement (Smith, 2019). Ensuite, le headset-RV permet l'immersion au sein d'un environnement 3D mais le fil reliant le casque à l'ordinateur peut limiter certains mouvements. Certains casques sans fil (mobile-RV) peuvent s'utiliser en insérant l'écran d'un téléphone dans le casque. Toutefois, la qualité graphique du smartphone est bien plus faible que celle du HDM (Schultheis et al., 2002 ; Smith, 2019). Enfin, le CAVE est l'outil le plus immersif mais

également le plus coûteux et spacieux (Smith, 2019). Toutefois, le degré d'immersion ne dépend pas uniquement du type de RV utilisé mais également d'une quantité d'autres éléments tels que la fidélité visuelle, la vision en 3D, la quantité d'informations visuelles à disposition du participant, le son, les informations tactiles, les odeurs, l'interaction motrice etc. permettant de rendre l'expérience en RV la plus naturelle possible (Smith, 2019).

Cependant, une limite sérieuse à prendre en compte pour l'ensemble des types de RV est le risque de **cybermalaise**. Il est causé par le conflit sensoriel entre la position statique de l'utilisateur et le déplacement virtuel au sein de l'environnement (Smith, 2019) et peut prendre la forme de nausées, vertiges, céphalées, etc. (Abichou et al., 2017 ; Schultheis et al, 2002 ; Smith, 2019). Tel qu'évoqué précédemment, plus l'environnement est immersif, plus le sentiment de présence est élevé, ce qui est positif. Toutefois, cela augmente également la possibilité de risque de cybermalaise pouvant négativement impacter la tâche (Smith, 2019).

Enfin, il est nécessaire de prendre en considération la familiarisation avec la RV et les fonctions exécutives. D'une part, la manipulation du matériel requiert une **charge cognitive importante** pour les personnes n'utilisant que très rarement ce type de technologie. Suite à cela, il est possible d'observer un effet de l'âge à travers une différence significative des performances entre des personnes jeunes ayant tendance à être familiarisées avec les nouvelles technologies comparativement aux personnes âgées (Repetto et al., 2016 ; Rizzo et al., 2020 ; Smith, 2019). D'autre part, la navigation au sein d'un environnement virtuel place le patient en **double tâche**, ce qui nécessite **l'usage des fonctions exécutives** (Moffat, 2009 ; Wolbers & Hegarty, 2010). Si ces fonctions sont altérées, cela pourrait significativement altérer les performances en RV.

#### 2.4.2 Les études utilisant la RV pour évaluer la mémoire épisodique et leur critique

Au vu des multiples avantages de la RV, de nombreux auteurs utilisent cet outil afin de pouvoir améliorer la validité théorique de l'évaluation de la mémoire épisodique. Nous allons présenter quelques-unes de ces études ainsi que les critiquer. En effet, nous allons constater que certains auteurs n'utilisent pas le plein potentiel de cette technologie innovante, et ce, au risque de reproduire certaines erreurs fondamentales des épreuves classiques qu'ils critiquent.

Premièrement, certains auteurs mimiquent la méthodologie du CVLT (précédemment décrite au point 2.2.6) au sein d'un environnement virtuel. Par exemple, Pflueger et al. (2018) ont utilisé le headset-VR afin d'immerger le sujet dans une cuisine virtuelle. Les sujets ont uniquement pour consigne de mémoriser intentionnellement les objets qui leurs sont présentés

en 3D à 3 reprises. Ensuite, les participants doivent effectuer un rappel libre des objets. Suite à un délai de 20 minutes, un rappel différé libre, un rappel différé des localisations spatiales des objets ainsi qu'une tâche de reconnaissance sont effectués. Sauzçon et al. (2016) se sont également inspirés du CVLT en demandant à leurs sujets de regarder un écran sur lequel apparaissent 4 différentes pièces d'une maison ainsi que de mémoriser les objets qui s'y trouvent, et ce, à deux reprises. Cet encodage intentionnel est immédiatement suivi d'un rappel libre afin de mesurer un effet d'apprentissage. Ensuite, afin de mesurer un effet d'interférence proactive, les participants observent et mémorisent une seconde version de la maison, elle aussi suivie d'un rappel libre. Enfin, les sujets effectuent une reconnaissance de type oui/non suite à un délai de 10 minutes. De par leur ressemblance avec le CVLT, ces études mènent les auteurs à reproduire certaines critiques préalablement évoquées telles que l'encodage intentionnel et répétitif d'éléments factuels. En outre, la RV n'est pas utilisée à bon escient car cet outil précieux est uniquement utilisé pour immerger les sujets au sein d'un environnement virtuel, et ce, sans tirer profit de cette contextualisation de l'encodage afin de mesurer le binding.

Une série d'études ont mis en évidence la validité théorique de la RV pour l'évaluation de la mémoire épisodique. Ouellet et al. (2018) ont créé une épicerie virtuelle (« the virtual shop ») ainsi qu'une tâche mnésique au sein de cet environnement virtuel. Ils ont demandé aux participants de mémoriser une liste de 12 articles. À la suite d'une brève discussion avec le caissier faisant office de tâche distractive, il leur est demandé de retrouver ces éléments dans l'environnement virtuel parmi des distracteurs. Les auteurs ont mis en évidence la validité théorique grâce à deux observations. D'une part, une différence significative a été observée entre les sujets jeunes et les sujets âgés au niveau de la quantité de réponses correctes et le temps nécessaire pour réaliser la tâche. De plus, le nombre de réponses correctes corrèle positivement avec la performance au RL/RI 16.

En outre, Matheis et al. (2007) ont demandé aux participants de porter un casque permettant une immersion au sein d'un environnement en 3D aux allures d'un bureau (« the VR office environment »). Pendant l'immersion, les sujets avaient pour objectif de localiser les 16 objets verbalisés par l'expérimentateur. Ensuite, les sujets avaient pour consigne d'enlever le casque virtuel et de répéter le plus possible de mots faisant partie de la liste d'objets. Cette procédure a été répétée à 12 reprises maximum. Enfin, les auteurs ont effectué un rappel différé suite à un délai de 30 minutes ainsi que de 24 heures. Les auteurs ont pu mettre en évidence la validité théorique de cette méthode en observant une différence significative entre la quantité de mots rappelée par les 20 participants ayant subi un traumatisme crânien et les sujets sains

appariés sur l'âge, le genre et le niveau d'éducation. Dans cette même lignée, les performances mnésiques issues de la tâche en RV suite au délai de 30 minutes corrélerent avec le rappel libre du CVLT.

Bien que ces études aient montré une bonne validité théorique de la RV afin d'évaluer la mémoire épisodique, ces dernières restent critiquables car elles se limitent à une corrélation avec des tâches épisodiques qui sont elles-mêmes critiquables. De plus, elles répliquent certaines erreurs des épreuves classiquement utilisées en neuropsychologie. En effet, nous retrouvons un encodage intentionnel et répétitif, un court délai précédant la récupération ainsi qu'une mémorisation de listes de mots impliquant une absence de traits spatio-temporels et de référence au self, aboutissant à une absence de mesure du binding.

Cependant, certains auteurs se sont penchés sur l'évaluation du binding à travers la RV. C'est notamment le cas de Plancher et al. (2010). Ils ont demandé à leurs sujets (jeunes et âgés) de se déplacer au sein d'un environnement virtuel aux allures de Paris grâce à un volant d'automobile, une pédale d'accélérateur ainsi qu'une pédale de frein. Les participants sont soumis à une des deux conditions suivantes. Dans la première (impliquant un encodage incident), il leur est demandé de simplement regarder l'environnement comme s'ils venaient d'emménager dans cette ville. Dans la deuxième condition (impliquant un encodage intentionnel), les sujets reçoivent les mêmes informations et doivent additionally mémoriser le plus d'éléments possibles de l'environnement virtuel. Suite à l'encodage, un rappel libre ainsi qu'un test de reconnaissance relatifs aux traits factuels et spatio-temporels de l'environnement virtuel est administré. À travers leur méthodologie, ces auteurs ont mis en lumière 3 principaux éléments nécessaires à la validité théorique de l'évaluation de la mémoire épisodique. Premièrement, les auteurs ont mis en exergue la capacité de la RV à **contextualiser l'encodage** afin de soumettre les participants à l'ensemble des traits définis par Tulving (2002) étant le what, le where et le when. Ensuite, **l'encodage incident** a permis aux personnes âgées d'obtenir un score de rappel des traits spatio-temporels similaire à celui des sujets jeunes. Or, une différence entre les deux populations est observée lorsque l'encodage est intentionnel. Nous pouvons donc en déduire que l'encodage intentionnel habituellement utilisé dans les épreuves classiques est non seulement dépourvu de validité théorique mais aussi délétère pour les personnes âgées. Troisièmement, les auteurs mettent en lumière la possibilité d'évaluer le **binding** au travers de la RV et observent que le binding est plus faible chez les personnes âgées comparativement aux jeunes, et ce, indépendamment de la condition. Ce résultat rejoint les

observations de Kessels et al. (2007) et Naveh-Benjamin, (1988) ayant mis en évidence une diminution des capacités de binding avec l'avancée en âge.

Par ailleurs, Jebara et al. (2014) ont employé une méthodologie similaire en utilisant un volant automobile, la pédale de frein et d'accélérateur. Leur objectif était d'évaluer l'influence de l'encodage (passif ou actif) et de l'itinéraire (choisi ou imposé) sur le binding. Contrairement à Plancher et al. (2010), les auteurs ont soumis les sujets à un encodage intentionnel en demandant explicitement à ces derniers de mémoriser l'environnement virtuel, et ce, quelle que soit la condition. Dans la première condition, les sujets doivent passivement regarder et mémoriser l'environnement virtuel. Dans la deuxième condition, les sujets doivent interagir cognitivement avec la RV en énonçant verbalement l'itinéraire à l'expérimentateur qui manipule le volant et les pédales pour se déplacer dans l'environnement virtuel. La troisième condition implique que les sujets soient physiquement actifs en naviguant dans l'environnement uniquement grâce aux pédales. Enfin, la quatrième condition est la plus active car elle nécessite la manipulation des pédales et du volant pour naviguer dans l'environnement virtuel. Les auteurs ont mis en exergue l'effet bénéfique de la deuxième et de la troisième condition (nécessitant un **encodage actif**) sur les performances de **binding**. Ces dernières corrèlent avec des épreuves de mémoire visuelle et visuo-spatiale, ce qui met en évidence la validité de la mesure. Cependant, la quatrième condition ne favorise pas le binding car elle nécessite une trop grande quantité de ressources attentionnelles limitant les ressources requises pour l'encodage. De plus, les auteurs ont observé dans la deuxième condition un **sentiment subjectif de souvenir** plus élevé chez les personnes âgées qui, pour rappel, implique une récupération contextuelle explicite et une conscience auto-néotique (Tulving 1985a, 2000). Enfin, une critique majeure de cette étude est l'emploi de l'encodage intentionnel qui est contraire aux dires de Conway (2009) évoquant un encodage automatique des souvenirs.

D'autres études ont, quant à elles, évalué le lien qu'entretient la mémoire épisodique avec le self et la conscience du corps grâce à la RV. En effet, Bréchet et al. (2019) mettent en exergue l'effet du corps (en anglais, « the body effect » ou « embodiment effect »), c'est-à-dire un effet positif du corps sur la mémorisation. Les auteurs ont démontré cet effet en soumettant les participants à une des 3 conditions suivantes au sein d'un environnement virtuel. Dans la première, le corps du sujet est représenté dans l'environnement par le corps d'un avatar humain. De plus, les mouvements du sujet sont mimiqués par l'avatar. Dans la deuxième condition, le corps des sujets ainsi que leurs mouvements sont représentés par un corps non humain. Dans la dernière condition leur corps n'est pas représenté dans l'environnement virtuel. Les participants

sont soumis à un encodage incident où ils ont pour consigne d'explorer l'environnement ainsi que de suivre une balle virtuelle. Ensuite, les sujets sont soumis à une reconnaissance de type oui/non immédiate ou différée au sujet de l'environnement virtuel. Les auteurs ont observé un effet positif de la représentation du corps humain au sein de la RV sur la mémoire épisodique. À travers une méthodologie très similaire, Gauthier et al. (2020) ont mis en évidence une augmentation de la connexion au sein du lobe temporal droit dans la condition qui permettait aux participants de voir leur corps au sein de la RV. De plus, ces derniers ont également observé une corrélation positive entre la performance en mémoire et la conscience autoéotique. Dans la même lignée, Tuena et al. (2017) ont manipulé cet effet du corps à travers 3 conditions différentes. Les auteurs ont mis en évidence un sentiment de présence élevé dans la condition qui permettait une représentation du corps entier, comparativement aux deux autres conditions qui induisaient une représentation partielle du corps. Selon Bréchet et al. (2019), **l'effet du corps** induit un **sentiment de présence** élevé et fait écho au **self**. En outre, ces éléments sont étroitement en lien avec la **conscience autoéotique** décrite par Tulving (1985a, 2000). Malgré tout, nous pouvons émettre deux critiques à l'égard de ces études : aucune n'évalue le binding malgré son importance capitale et la seconde requiert un encodage intentionnel.

En conclusion, à travers ces études, nous avons mis en évidence que la RV est un outil adéquat permettant une évaluation théoriquement (et écologiquement) valide de la mémoire épisodique. En effet, les auteurs ont démontré comment la RV permet de prendre en considération des éléments essentiels de la mémoire épisodique tels que l'encodage incident, la contextualisation de l'encodage, le binding, le self et la conscience autoéotique. Toutefois, nous avons constaté que certaines études restent critiquables malgré l'utilisation de la RV. De plus, les données neuropsychologiques vis-à-vis de l'utilisation de la RV sont encore assez rares aujourd'hui. À travers notre étude, nous allons donc tenter de pallier ces limites afin d'aboutir à une évaluation théoriquement (et écologiquement) valide de la mémoire épisodique. Dans les prochaines sections, nous expliquerons précisément nos objectifs, nos hypothèses ainsi que notre méthodologie.

## 3. Objectifs et hypothèses

---

### 3.1 Objectifs

À la lumière des critiques évoquées vis-à-vis des tâches neuropsychologiques utilisées en clinique et des études utilisant la RV pour évaluer la mémoire épisodique, nous allons tenter de pallier ces limites. En effet, nous avons pour but d'aboutir à une méthode permettant une évaluation **plus théoriquement valide** de la mémoire épisodique à travers une mesure exhaustive de ce processus mnésique, tel que décrit par les pionniers et la littérature scientifique. À cet effet, nous avons étudié les performances mnésiques entre un **groupe clinique** se plaignant de difficultés de mémoire à long terme (toute étiologie confondue), comparativement à un **groupe contrôle**. Lors du testing, nous avons donné un but fictif à l'étude et utilisé un scénario permettant un **encodage incident**. De plus, nous avons souhaité tirer profit du plein potentiel de la RV. De fait, l'utilisation de cette technologie nous a permis de **contextualiser l'encodage**, de prendre en considération les **éléments subjectifs** tels que les **pensées** et les **émotions** des participants ainsi que de permettre une évaluation du **binding**. Par ailleurs, nous avons réalisé la récupération du souvenir suite à un **délai** de 3 à 4 jours, ce qui nous a permis de tenir compte des dires de Conway (2005). Afin de mettre en évidence une **meilleure validité théorique de la RV**, nous avons comparé les performances mnésiques des sujets obtenues à la tâche en RV à celles du CVLT et à la tâche de la maison (ces comparaisons sont expliquées en détail ci-après). De surcroît, considérant le point d'honneur émis par Tulving et Conway au sujet des caractéristiques subjectives et phénoménologiques de la mémoire ainsi que le rôle du binding permettant un souvenir détaillé, nous avons investigué la **vivacité du souvenir**. Plus précisément, nous avons analysé les variables pouvant moduler la richesse et l'intensité du souvenir. En outre, nous avons pour but de montrer que la RV a une bonne **validité écologique**, c'est-à-dire qu'elle permet de refléter adéquatement le quotidien. Pour ce faire, les plaintes mnésiques des participants rapportées par les sujets eux-mêmes ou par leur proche ont été comparées aux performances mnésiques. Ces données ont été récoltées grâce à un auto et hétéro-questionnaire appelé Check-list Électronique des Plaintes Mnésiques (ou **CEPM**), et ce, sous un semblant d'**expérience sampling**. D'autre part, au vu de l'importance des **fonctions exécutives** dans la mémoire épisodique et dans la navigation au sein d'un environnement virtuel, nous les avons mesurées au travers du test de Stroop et d'une double tâche en RV. Enfin, nous avons tenté de contrôler le biais de **familiarité à la technologie** à travers une tâche de familiarisation à la RV et quelques items issus d'un questionnaire. Ces objectifs ont été concrétisés au travers des hypothèses ci-après.

### 3.2 Hypothèses principales

Tout d'abord, nous souhaitons observer un **effet de groupe**, c'est-à-dire une différence entre les performances des sujets cliniques et des sujets contrôles aux trois tâches de mémoire épisodique, à savoir : la RV, le CVLT et la tâche de la maison. En effet, nous savons que la mémoire épisodique peut facilement être endommagée, et ce, quelle que soit l'étiologie (Van der Linden, 2014a, 2014b). C'est pourquoi nous nous attendons plus spécifiquement à ce que les sujets cliniques obtiennent des scores plus faibles aux épreuves mnésiques comparativement aux sujets contrôles. Par ailleurs, si la RV a une meilleure validité théorique et écologique que le CVLT, nous nous attendons à ce que la RV puisse mieux discriminer les performances mnésiques des sujets cliniques de celles des sujets contrôles. De ce fait, nous nous attendons à ce que la taille de l'effet de groupe de la tâche mnésique de la RV soit supérieure à celle du CVLT.

Deuxièmement, dans le but de mettre en exergue une **validité théorique adéquate** de la RV pour évaluer la mémoire épisodique, nous nous attendons à une **validité convergente** entre la RV et le CVLT. Pour ce faire, nous souhaitons obtenir une corrélation positive modérée entre les performances mnésiques du CVLT et de la RV. En effet, tel qu'évoqué précédemment, le CVLT est une épreuve fréquemment utilisée au sein de la pratique neuropsychologique clinique car elle permet d'obtenir des informations précieuses sur la mémoire épisodique grâce à sa méthodologie riche ainsi que d'inférer la normalité ou la non-normalité des performances du patient à travers ses normes solides (Van der Linden, 2014a). Toutefois, suite aux critiques émises envers la validité théorique de cette épreuve, celle-ci ne permet pas, à elle seule, une évaluation exhaustive de la mémoire épisodique. Or, nous supputons que la RV puisse concevoir une évaluation plus complète de ce processus mnésique. C'est pourquoi nous ne nous attendons pas à une corrélation forte, mais bien modérée, entre ces deux tâches.

Toutefois, nous ne voulions pas nous contenter d'une corrélation modérée entre la RV et une tâche critiquable (le CVLT) afin de démontrer la validité théorique de la RV. C'est pourquoi nous avons introduit une tâche permettant spécifiquement d'évaluer le binding respectant nos exigences en termes de validité, à savoir : la tâche de la maison. Dans le but de mettre en évidence que la RV est un bon outil pour mesurer le **binding**, nous nous attendons à une corrélation positive entre le score de binding de la RV et celui de la tâche de la maison. In fine, cela permettra de démontrer la **bonne validité théorique** de la RV. En effet, tel qu'évoqué précédemment, le binding n'est pas pris en considération dans les épreuves actuelles, et ce, malgré son rôle central au sein de la mémoire épisodique. C'est pourquoi, si nous souhaitons

obtenir une tâche valide sur le plan théorique, il est essentiel que la RV puisse évaluer cette composante. En outre, nous nous attendons à ce que les détails du rappel (le what central, le what périphérique, le where et le when) de la RV et de la tâche de la maison corrélerent entre eux afin de montrer une **validité convergente** entre ces épreuves.

Par ailleurs, nous souhaitons démontrer **la meilleure validité théorique de la RV** à travers une comparaison de corrélation. En effet, comparativement au CVLT, la tâche de la maison et la tâche mnésique en RV permettent de rendre compte de plusieurs éléments théoriques relatifs à la mémoire épisodique, à savoir : un encodage incident et non répétitif, la prise en compte des traits factuels et spatio-temporels ainsi que le binding. Dans ce sens, nous nous attendons à ce que la force de la corrélation entre les performances mnésiques de la tâche de la maison et de la tâche mnésique de la RV soit plus grande que la force de la corrélation entre les performances mnésiques de la tâche de la maison et du CVLT.

En outre, nous émettons l'hypothèse qu'il existe un lien entre la **vivacité du souvenir de la RV** ainsi que les performances mnésiques en RV. De ce fait, nous nous attendons à ce qu'une corrélation positive existe entre la vivacité du souvenir (mesurée sur une échelle de 0 à 10 à la suite du rappel de la RV) et la richesse du souvenir de la RV (le rappel total différé) ainsi qu'entre la vivacité et la quantité de détails associés par événement au rappel de la RV (le score de binding).

### 3.3 Hypothèses secondaires

De plus, nous faisons l'hypothèse que la RV a une **bonne validité écologique** à travers une bonne **véridicalité**. Pour ce faire, nous souhaitons observer une corrélation négative entre la proportion de plaintes journalières rapportée par les sujets à travers la CEPM et les performances mnésiques de la RV, du CVLT, de la tâche de la maison et la vivacité du souvenir. De plus, nous nous attendons à ce que les plaintes mnésiques quotidiennes des sujets cliniques rapportées par les proches à travers la CEPM corrélerent négativement avec les performances des 3 tâches épisodiques.

Nous faisons également l'hypothèse que la RV a une **meilleure validité écologique**. Dans ce sens, nous nous attendons à ce que la corrélation entre les plaintes journalières des sujets à travers la CEPM et les performances mnésiques à la RV soit plus forte que la corrélation entre ces mêmes plaintes et les performances mnésiques au CVLT. Pour rappel, la question de la validité écologique sera plus approfondie dans le mémoire d'Elisabeth Scohier.

Ensuite, sachant que **les fonctions exécutives** jouent un rôle non négligeable dans la mémoire épisodique, nous nous attendons à ce que l'interférence au test de Stroop corrèle négativement avec les performances mnésiques de la RV.

Toutefois, la **capacité de navigation au sein de l'environnement virtuel** est un effet confondant dont il est nécessaire de prendre en considération. Cette capacité nécessite l'usage des fonctions exécutives (Moffat, 2009 ; Wolbers & Hegarty, 2010) et plus particulièrement de bonnes **capacités de double tâche**. Par conséquent, nous les avons mesurées à l'aide d'une tâche spécifique de double tâche en RV où il est demandé au participant de simultanément placer des balles dans des cercles ainsi que de répéter des séries de chiffres. Des difficultés de double tâche en RV peuvent rendre la navigation au sein de l'environnement virtuel complexe ainsi que laisser peu de ressources disponibles pour l'encodage qui, in fine, impacteraient les performances mnésiques en RV. C'est pourquoi, nous faisons l'hypothèse que les mesures issues de cette tâche, à savoir : la mesure de déclin (représentant la différence entre le nombre de séries de chiffres correctement rappelées en tâche simple et en double tâche) ainsi que le nombre de balles correctement placées corréleront avec les performances mnésiques de la RV.

Par ailleurs, la navigation au sein de l'environnement virtuel est également influencée par le degré de **familiarité à la technologie** (Repetto et al., 2016 ; Rizzo et al., 2020 ; Smith, 2019). C'est pourquoi nous avons mesuré la familiarité à la technologie à l'aide de deux items issus de l'ITC-SOPI ainsi qu'au travers du temps nécessaire aux participants pour réaliser une tâche de familiarisation précédant l'encodage de la tâche mnésique en RV. Dans un premier temps, nous nous attendons à ce que les deux mesures de familiarité à la technologie corréleront entre elles afin de montrer leur convergence. Ensuite, nous nous attendons à ce que les mesures de familiarité corréleront avec les mesures de double tâche en RV car des personnes peu familiarisées à la technologie peuvent avoir des difficultés pour manipuler la manette et l'environnement résultant en des difficultés de double tâche en RV. Enfin, les ressources cognitives utilisées pour la manipulation laisseraient peu de ressources disponibles pour l'encodage qui, in fine, impacteraient les performances mnésiques en RV. C'est pourquoi nous nous attendons à ce que les mesures de familiarité à la RV corréleront avec les performances mnésiques de la RV. Enfin, si nous observons une corrélation entre l'interférence au test de Stroop et les performances mnésiques de la RV ou entre la familiarité à la technologie et les performances mnésiques de la RV, nous tenterons de vérifier si la relation découle des ressources exigées par la double tâche de la RV à travers une analyse de médiation.

En outre, nous nous consacrerons à la question du **sentiment de présence**. Ce dernier est mesuré au travers des versions françaises de deux questionnaires : le Questionnaire sur l'État de Présence (ou QEP) de Witmer et Singer (1998) et l'ITC-Sense of Presence Inventory (ou ITC-SOPI) de Lessiter et al. (2001). Nous nous attendons à ce qu'une corrélation positive existe entre les scores de ces questionnaires et les performances mnésiques de la RV afin de mettre en exergue que le sentiment de présence est un facteur modérateur de l'encodage et de la rétention des stimuli en mémoire épisodique. Par ailleurs, nous allons investiguer sur les variables pouvant influencer le sentiment subjectif de **vivacité**. Pour ce faire, nous faisons l'hypothèse qu'un sentiment de présence élevé provoque une vivacité élevée. C'est pourquoi nous nous attendons à une corrélation positive entre ces deux mesures.

Cependant, tel qu'évoqué précédemment, un sentiment de présence élevé augmente la possibilité de **cybermalaise**. En effet, à travers son mémoire, Amandine Remacle (2020) a observé la présence prédominante de cybermalaise lors de l'utilisation du headset-VR au sein d'une population âgée entre 42 et 68 ans. Suite à ces résultats, nous avons décidé de ne pas faire usage de ce casque et de rester sous un format en deux dimensions afin de limiter les risques de cet effet indésirable sur l'encodage en mémoire. Toutefois, le cybermalaise est tout de même contrôlé au travers des six items du facteur « effets négatifs » de l'ITC-SOPI. Suite à ce choix méthodologique, nous nous attendons à une absence de corrélation entre la mesure de cybermalaise et les performances mnésiques de la RV. En outre, nous allons également observer si le cybermalaise entretient un lien avec la vivacité. Dans le cadre de cette étude, nous nous attendons à une absence de cybermalaise, c'est pourquoi nous faisons l'hypothèse d'une absence de corrélation entre la mesure de cybermalaise et la vivacité.

## 4. Méthodologie

---

### 4.1 Participants

Cette étude est composée de deux échantillons. Le premier, nommé « groupe clinique », est constitué de 13 sujets ( $M = 48,54$  ans). Ces derniers ont été recrutés dans la patientèle de plusieurs neuropsychologues. Afin d'être inclus dans notre étude, les participants devaient : être âgés entre 18 et 70 ans, présenter des plaintes de mémoire épisodique (que celles-ci soient avérées ou non au sein du bilan et quelle que soit l'étiologie) ainsi qu'avoir une bonne maîtrise de la langue française. De plus, une série de critères d'exclusion ont été établis, à savoir : la présence d'alcoolisme, de troubles psychologiques ou psychiatriques actuels, de problèmes auditifs ou visuels n'étant pas corrigés ainsi que la consommation de drogues illicites. Ces éléments peuvent avoir un impact sur l'encodage en mémoire épisodique, ce qui peut potentiellement biaiser les résultats de notre étude. En outre, les patients présentant des troubles dysexécutifs de plus de deux écart-types en dessous de la moyenne pour les épreuves mesurant les fonctions exécutives supérieures ont également été exclus afin d'éviter tout risque de biais causé par des problèmes exécutifs majeurs. Enfin, nous avons écarté toute personne pouvant potentiellement être sujette à des symptômes de cybermalaise à travers les critères suivants : présence de migraines importantes, de mal des transports, de vertiges ou de céphalées importantes lors de certaines activités d'attention soutenue (telles que devant les écrans ou lors de lectures). Comme expliqué précédemment, la présence de cybermalaise pourrait engendrer un faible sentiment de présence ainsi qu'avoir un impact négatif sur l'encodage et nos résultats.

Le second échantillon, nommé « groupe contrôle », est également constitué de 13 sujets ( $M = 48,46$  ans). Ces derniers ont été recrutés au travers de nos proches et connaissances. Afin de réaliser un appariement one-one, le sujet contrôle a spécifiquement été recherché en fonction du sexe, de l'âge et du niveau d'études du sujet clinique apparié. En ce qui concerne l'âge, une marge de plus ou moins deux ans a été établie lors du recrutement des sujets contrôles afin d'éviter tout risque de biais. Grâce à cette précaution, nous avons une différence d'âge presque nulle entre les deux groupes. Plus précisément, le groupe contrôle est en moyenne 0,08 ans ( $ET = 1,44$ ) plus jeune que le groupe clinique. Ensuite, les sujets contrôles devaient également avoir une bonne maîtrise du français. Afin d'estimer le niveau socio-économique et le niveau d'intelligence verbale en langue francophone de l'ensemble des sujets, nous avons utilisé la version française du « **National Adult Reading Test** » ou **fNART** (Bovet, 1991). Cette épreuve consiste simplement à demander au sujet de lire 33 mots irréguliers présentés sur une planche.

Un point est accordé à chaque mot correctement lu. En outre, nous avons veillé à exclure les sujets présentant de l'alcoolisme, un passé neurologique (AVC, trauma crânien, encéphalite, trouble cérébral dégénératif, etc.), des troubles psychiatriques ou psychologiques actuels et des problèmes auditifs ou visuels n'étant pas corrigés. Par ailleurs, les sujets consommant des drogues illicites, des antidépresseurs ou tout autre médicament pouvant impacter les fonctions cognitives ont été écartés. Enfin, nous avons également exclu les sujets pouvant potentiellement être victimes d'un cybermalaise à travers les mêmes critères décrits pour l'échantillon clinique ci-dessus. Pour terminer, il est important de souligner que les sujets appariés ont été testés par le même évaluateur afin de minimiser les biais et que l'ensemble des participants ont été recrutés sous un prétexte fictif détaillé ci-après dans la section « procédure » au point 4.3.

**Tableau 1.** *Données démographiques des sujets cliniques.*

<b>Sujets cliniques</b>	<b>Sexe</b>	<b>Âge</b>	<b>Niveau d'études<sup>7</sup></b>	<b>Étiologie</b>	<b>Année</b>
<b>N°1</b>	H	60	2	Développemental	/
<b>N°2</b>	H	44	2	TC	2018
<b>N°3</b>	F	34	3	Encéphalopathie	2013
<b>N°4</b>	H	28	5	TC	2017
<b>N°5</b>	H	54	5	Craniopharyngiome	2013
<b>N°6</b>	H	59	2	SEP + AVC	2001
<b>N°7</b>	F	48	2	AVC + cancer	2015
<b>N°8</b>	F	59	3	AVC	2017
<b>N°9</b>	H	44	2	TC	2020
<b>N°10</b>	H	24	2	TC	2017
<b>N°11</b>	H	61	2	Opération du genou + coma	2019
<b>N°12</b>	H	66	2	TC	2019
<b>N°13</b>	H	50	2	SEP	2001

Il est à noter que la taille de notre échantillon a considérablement été impactée par la crise sanitaire de la COVID-19. De plus, suite aux difficultés rencontrées par un sujet clinique lors de l'encodage de la RV, il a été nécessaire d'interrompre le testing pour ce dernier ainsi que d'annuler le testing pour le sujet contrôle apparié. Par ailleurs, il est intéressant d'indiquer que l'échantillon est composé de deux sujets cliniques que nous pouvons qualifier d'amnésiques purs.

<sup>7</sup> 1 = études primaires, 2 = études secondaires générales non achevées ou études secondaires professionnelles achevées, 3 = études secondaires générales ou techniques achevées, 4 = études supérieures de type court, 5 = études supérieures de type long.

## 4.2 Matériel

### 4.2.1 La réalité virtuelle

La **réalité virtuelle R.O.G.E.R** (pour Realistic Observation in Game and Experiences in Rehabilitation) a été utilisée au cours de cette étude. Ce Serious Game thérapeutique a été créé par des chercheurs et des neuropsychologues de l'hôpital Erasme (ULB), Fishing Cactus, Aepodia et Multitel dans le but de développer un environnement écologique pour évaluer ou rééduquer des personnes ayant des troubles cognitifs. Cet environnement virtuel ressemble donc à une maison aux allures occidentales, permettant au sujet d'être immergé dans un environnement virtuel tout en ressentant un sentiment de familiarité. Cette maison virtuelle est composée de deux jardins, deux chambres, un hall, un garage, une buanderie, un W.C., une cuisine, une salle de séjour, un bureau, une salle à manger ainsi qu'une salle de bain (Camara Lopez, 2018 ; Lince, 2020)<sup>8</sup>.

Pour utiliser le logiciel R.O.G.E.R, il est nécessaire de posséder un ordinateur assez performant. Dans le cadre de cette étude, nous avons utilisé un ordinateur portable de gaming de la marque MSI© (modèle MSI-NL Eindhoven 5706 5692 ER Son), qui nous a été prêté par l'Université de Liège. Afin de se déplacer dans cet environnement, une manette Nunchuk© de la marque Nintendo Wii© (figure 4) a été utilisée et un adaptateur a également été nécessaire afin de connecter cette dernière à l'ordinateur (figure 5). En outre, les haut-parleurs intégrés à l'ordinateur ainsi que l'écran de celui-ci ont été utilisés pour émettre le son ainsi que visionner l'environnement virtuel en 2D. Pour rappel (cfr point 3.3), le visiocasque créant une immersion en 3D au sein de l'environnement n'a pas été utilisé afin d'éviter tout risque de cybermalaise.



**Figure 5.** Nunchuk Nintendo Wii©

(image issue du site <https://rogerplateform.weebly.com/le-projet.html> )



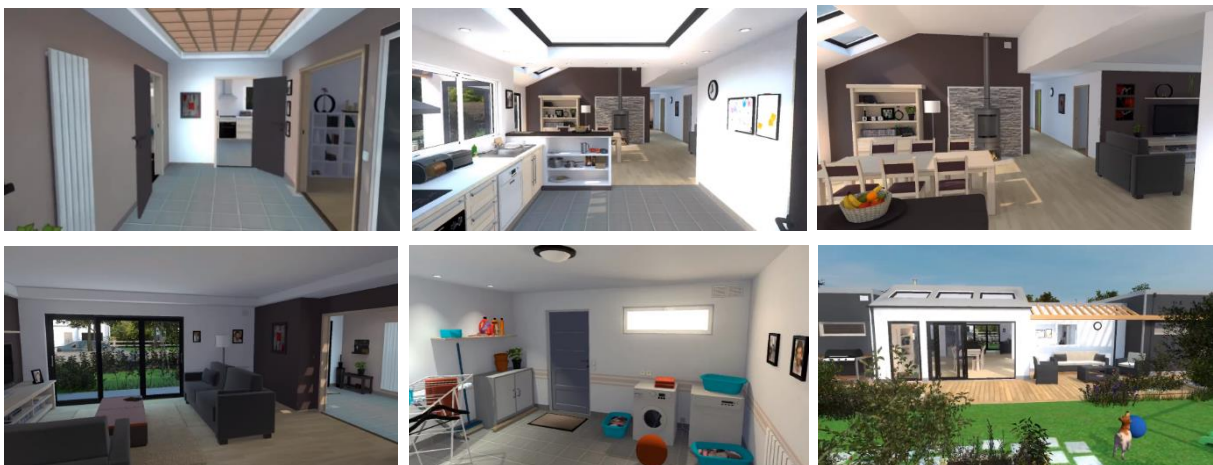
**Figure 4.** Adaptateur Nunchuk pour PC©

(image issue du site <https://rogerplateform.weebly.com/le-projet.html> )

---

<sup>8</sup> Une courte visite panoramique de l'environnement virtuel est disponible via ce lien : <https://youtu.be/wWYkIDHmj30>.

Sur base de l'environnement R.O.G.E.R, Juliet Lince (Uliège) et Maïté Camara Lopez (ULB) ont créé une épreuve permettant d'évaluer la mémoire épisodique de manière spécifique (Lince, 2020). Nous avons utilisé leur protocole tout en y apportant quelques modifications, notamment en créant un scénario (cfr annexe 3) qui a été présenté avant l'immersion. Ce dernier a pour but de créer un contexte autour de la rencontre avec l'avatar ainsi que de permettre un encodage incident. Durant les tâches en RV, le sujet est assis sur une chaise, face à l'ordinateur et utilise le Nunchuk© avec la main de son choix, tandis que l'évaluateur se situe hors du champ de vision du participant. Au sein de la RV, le sujet est amené à rencontrer Alexandre (l'avatar principal), Roger (son chien) ainsi que le facteur. Le participant peut voyager et interagir librement avec les personnages et les objets de la RV. Cependant, il ne peut avoir accès qu'à certaines pièces de la maison, à savoir : le hall, le jardin arrière, la salle de séjour, la cuisine, la salle à manger, le jardin avant et la buanderie. Les autres pièces sont, quant à elles, inaccessibles durant l'épreuve. L'expérience virtuelle est identique pour chaque participant, et ce, indépendamment du groupe. L'ensemble de l'échantillon a uniquement pour consigne d'effectuer les actions ordonnées par l'avatar principal ainsi que de verbaliser toutes les pensées qui leur traversent l'esprit et toutes les émotions ressenties. Les seuls éléments pouvant différencier l'expérience virtuelle sont les imprévus (bugs du système informatique) ainsi que les émotions et pensées qui sont verbalisées par le sujet durant l'immersion au sein de l'environnement virtuel.



**Figure 6.** L'environnement virtuel R.O.G.E.R (images issues de <https://youtu.be/wWYklDHmj30>).

Les cotations des différentes tâches en RV sont expliquées en détail dans la section « procédure » au point 4.3, tandis que celles des épreuves hors RV sont expliquées ci-après.

## 4.2.2 Les épreuves neuropsychologiques

### 4.2.2.1 Le CVLT

Le « **California Verbal Learning Test** » ou **CVLT** (Poitrenaud, Deweer, Kalafat et Van der Linden, 2008) est une épreuve quotidiennement utilisée en clinique afin d'évaluer la mémoire épisodique. Cette épreuve a pour but d'être comparée à la tâche mnésique réalisée en RV afin de déterminer si cette dernière a une validité théorique adéquate. Pour rappel, le CVLT est composé d'une phase d'encodage intentionnel et répétitif ainsi que d'une phase de rappel différé libre et indicé (cfr point 2.2.6 pour une explication détaillée de la procédure et de la cotation). Dans nos analyses, nous avons pris en compte le score issu du rappel différé indicé que nous avons nommé « **rappel total différé du CVLT** ».

### 4.2.2.2 Le test de la maison

Comme évoqué précédemment, le « **test de la maison** » ou « the house test » (Picard et al., 2012) a pour but d'évaluer le binding sur base d'une tâche visuelle et auditive simple. D'une part, cette tâche nous permettra de comprendre si la tâche de mémoire épisodique en RV permet d'adéquatement évaluer le binding. Cette composante est trop peu prise en considération dans les tâches actuelles de mémoire épisodique, c'est pourquoi il est essentiel que la tâche en RV puisse l'évaluer pour être théoriquement valide. D'autre part, pour aller plus loin que la corrélation avec le CVLT (qui est une tâche critiquable sur le plan théorique), une corrélation forte entre la RV et le test de la maison comparativement à une corrélation faible entre le CVLT et le test de la maison nous permettra de mettre en évidence une meilleure validité théorique de la RV. Pour rappel, cette épreuve est elle aussi composée d'une phase d'encodage et d'une phase de rappel différé libre et indicé (cfr point 2.3.1.5 pour une explication détaillée de la procédure et de la cotation). Sur base du rappel différé indicé (étant cumulatif au rappel différé libre), nous avons pris en compte dans nos analyses le nombre d'actions (**what centraux**), d'objets associés à l'action (**what périphériques**), de contextes spatiaux (**where**) et de contextes temporels (**when**) correctement rappelés. De plus, la somme de ces éléments a été appelée « **rappel total différé de la tâche de la maison** » et le nombre d'éléments rappelés par action est nommé « **score de binding de la tâche de la maison** » dans nos analyses statistiques.

### 4.2.2.3 Le Stroop

Le « **Stroop** » (Stroop, 1935) est une épreuve divisée en trois tâches. Les deux premières évaluent la vitesse de traitement, tandis que la dernière évalue plus particulièrement l'inhibition verbale ainsi que la sensibilité à l'interférence. Ce test nous permet donc d'évaluer les fonctions

exécutives du sujet via une tâche papier-crayon (cfr point 3.3). À chaque tâche correspond une planche où le temps à la moitié et à la fin de la planche est chronométré ainsi qu'annoté sur la feuille de cotation. En outre, les omissions, les autocorrections et les erreurs y sont également inscrites. Dans la première tâche dite « dénomination », il est demandé au sujet de dénommer la couleur<sup>9</sup> des rectangles<sup>10</sup>. Dans la seconde condition dite « lecture », le participant doit lire le nom des couleurs (écrites à l'encre noir). Enfin, dans la troisième étape dite « interférence », le sujet doit verbaliser la couleur de l'encre et inhiber la lecture des noms de couleurs. Cette phase permet de refléter la sensibilité à l'interférence du sujet. Plus précisément, **l'indice d'interférence** utilisé dans nos analyses est calculé sur base d'une différence entre le temps nécessaire à la tâche de dénomination ainsi que le temps nécessaire à la tâche d'interférence. Plus ce score est élevé, plus le sujet est sensible à l'interférence reflétant des difficultés d'inhibition verbale.

#### 4.2.2.4 La « mémoire des chiffres » de la WMS-R

L'épreuve de « **mémoire des chiffres** » est issue de la batterie WMS-R (Wechsler, 1991) et évalue les composantes de la mémoire de travail. La première partie de ce test, appelée « ordre direct », évalue la boucle phonologique. Elle a été administrée afin de connaître **l'empan verbal** de chaque sujet étant nécessaire à l'épreuve de double tâche en RV. Au cours de cette tâche, il est demandé au participant de répéter, exactement dans le même ordre, une série de chiffres qui lui sont énoncés à une seule reprise. Pour chaque niveau, trois séries de chiffres sont présentées et un point est accordé à chaque série correctement rappelée. Un niveau est réussi lorsqu'une des trois séries est correctement rappelée, tandis qu'un niveau est échoué lorsque les trois essais sont échoués. Lorsque le niveau est réussi, la difficulté augmente en passant au niveau suivant, où les séries sont composées d'un chiffre supplémentaire, tandis que lorsque le niveau est échoué la tâche s'arrête. L'empan de chiffres du sujet en ordre direct est défini par le nombre de chiffres qui constituent la série du dernier niveau réussi.

---

<sup>9</sup> Chaque fois que le mot « couleur » est utilisé, celui-ci fait référence à trois couleurs, à savoir : le rouge, le vert et le bleu.

<sup>10</sup> Pour chaque planche, il est demandé au sujet d'aller le plus vite possible en procédant ligne par ligne, et ce, sans s'arrêter. De plus, il est interdit au participant d'utiliser son index pour suivre les items traités. Il lui est uniquement autorisé de poser son index en regard de la ligne traitée.

### 4.2.3 Les questionnaires

#### 4.2.3.1 L'ITC-SOPI

L' « **ITC-Sense Of Presence Inventory** » ou **ITC-SOPI** (Independent Television Commission, 2000 ; traduction libre du Laboratoire de Cyberpsychologie de l'UQO, 2006) est un questionnaire permettant de mesurer le sentiment de présence ressenti lors de la tâche mnésique en RV. Pour commencer, le sujet est invité à donner des informations générales concernant son niveau de connaissance et de pratique relatifs à certaines technologies. Deux de ces items ont été utilisés pour avoir une mesure de la **familiarité à la technologie** où un score élevé est synonyme d'une grande familiarité. Ensuite, 6 items composent la partie A relative à l'expérience après la RV, tandis que 38 items composent la partie B relative à l'expérience du participant durant la RV, tous allant de « fortement en désaccord » (1) à « fortement en accord » (5). L'ensemble de ces 44 items est réparti au sein de quatre facteurs principaux : l'espace physique, l'engagement, la validité écologique et les effets négatifs. Ce dernier facteur est celui qui nous permet de mesurer le **cybermalaise** ressenti par le participant au travers de 6 items. Plus le score est élevé et plus le cybermalaise ressenti au sein de la RV est lui aussi élevé. L'ensemble des scores issus de ce questionnaire sont des moyennes.

#### 4.2.3.2 Le QEP

Le « **Questionnaire sur l'état de présence** » ou **QEP** (Witmer & Singer, 1998 ; traduction libre du laboratoire de Cyberpsychologie de l'UQO, 2002) est un questionnaire visant, lui aussi, à mesurer le sentiment de présence ressenti au sein de la RV. Ce questionnaire est composé de 24 items, constituant plusieurs sous-échelles : le réalisme, la possibilité d'agir, la qualité de l'interface, la possibilité d'examiner ainsi que l'auto-évaluation de la performance. Le sujet doit répondre à chaque item sur une échelle de Lickert de 7 points. Pour chacun de ces facteurs ainsi que pour le score total, un score Z est calculé. Au sein de nos analyses, le **score total** de ce questionnaire a été utilisé dans nos analyses statistiques pour obtenir une mesure de **sentiment de présence** multifactorielle et exhaustive. De nouveau, plus le score est élevé et plus le sentiment de présence est élevé, ce qui est positif.

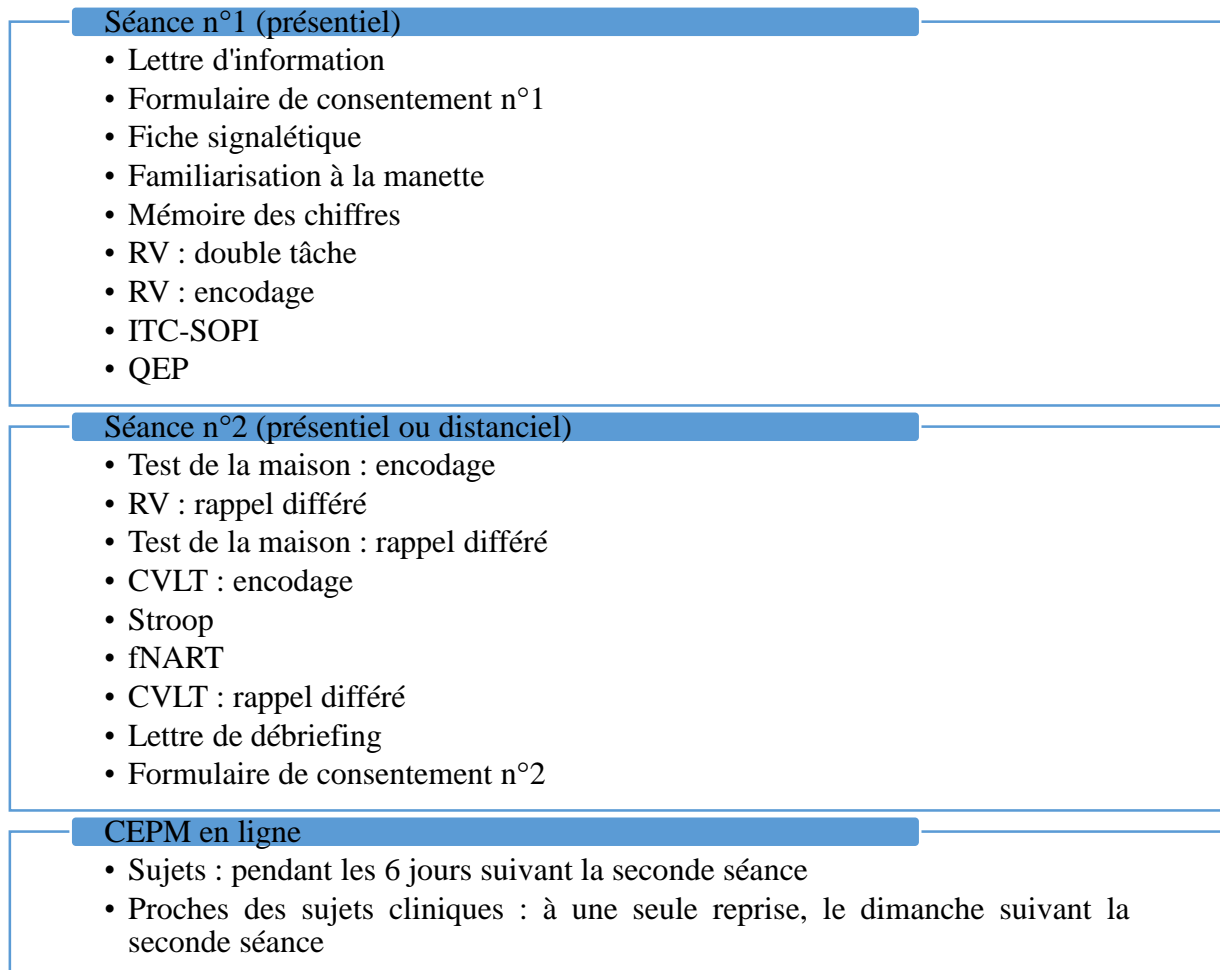
#### 4.2.3.3 La CEPM

Une « **check-list électronique des plaintes mnésiques** » ou « **CEPM** » a été créée sur base du questionnaire en ligne créé par Juliet Lince (2020), qui s'est elle-même inspirée du « Questionnaire d'Auto-évaluation de la Mémoire » ou « **QAM** » (Van der Linden, Wyns, Coyette, von Frenckell, & Seron, 1989). La CEPM permet de récolter des informations relatives

aux plaintes mnésiques quotidiennes des participants sur base d'une auto et d'une hétéro-évaluation. La CEPM est basée sur 8 des 10 catégories du QAM, à savoir : les oublis concernant les conversations, les films et les livres, les distractions, les personnes, des évènements d'actualité et des connaissances générales, les lieux, des actions à effectuer ainsi que des faits personnels. Le sujet doit, pour chaque item, donner sa réponse sur une échelle de Lickert allant de « jamais » (1) à « toujours » (5). Plus le score est élevé et plus le sujet rapporte des plaintes. Contrairement au QAM récoltant des informations de manière rétrospective, la CEPM est inspirée de l'expérience sampling (cfr 2.3.2.1) car elle est envoyée journalièrement par e-mail pendant une durée de 6 jours (voir infra au point 4.3.3). Notre questionnaire en ligne comprend deux versions. La première, l'« auto-évaluation », est destinée aux participants de notre étude. L'ensemble des CEPM sont identiques et questionnent les sujets à propos de leurs plaintes mnésiques quotidiennes de manière pointilleuse ainsi que les réponses données la veille (ce dernier élément n'est pas réalisé dans le QAM, ni dans le questionnaire créé par Juliet Lince). La deuxième version, l'« hétéro-évaluation », est envoyée par e-mail à un proche du sujet afin de pallier une critique majeure du QAM. En effet, si ce dernier est complété par le patient ayant des troubles cognitifs, il est possible que les résultats soient biaisés car cette personne peut oublier qu'elle oublie (cfr 2.3.2.1). De l'ensemble de ces questionnaires, nous avons extrait 3 composantes : **la proportion des plaintes journalières rapportées par les participants** au cours des 6 jours, **la somme des plaintes rapportées par les sujets classées par catégories** au cours des 6 jours ainsi que **la somme des plaintes mnésiques des sujets cliniques rapportées par les proches**, et ce, uniquement pour le sujets du groupe clinique.

### 4.3 Procédure générale et cotation de la RV :

Les participants de cette étude ont été soumis à deux séances (séparées d'un intervalle de 3 à 4 jours) ainsi qu'à un questionnaire en ligne, et ce, dans le respect des règles sanitaires relatives à la pandémie de la COVID-19 (figure 7).



*Figure 7.* Déroulement des séances

#### 4.3.1 La première séance

Au cours de cette première séance, l'expérimentateur explique oralement au sujet et via une **lettre d'information** le but fictif de l'étude, à savoir : la perception du réalisme et la capacité de navigation au sein d'un environnement virtuel en fonction de son profil cognitif. Pour rappel, notre méthodologie a pour but d'être plus valide que les tâches de mémoire épisodique actuellement utilisées en neuropsychologie clinique sur le plan théorique et écologique. C'est pourquoi il est nécessaire de taire certaines informations afin que l'encodage de la tâche de mémoire épisodique en RV soit incident. Le but réel ne sera révélé qu'à la fin de la deuxième séance. Une fois que le participant a donné son accord en signant **le premier**

**formulaire de consentement** (cfr annexe 1), une série d'informations personnelles sont recueillies sur une **fiche signalétique** (cfr annexe 2).

Ensuite, une tâche de **familiarisation avec la RV** est réalisée. Cette dernière est chronométrée et dure approximativement une vingtaine de minutes, en fonction de la rapidité du participant. Elle a pour but que le sujet puisse s'habituer à l'environnement virtuel et s'entraîner à la manipulation de la manette afin qu'il soit à l'aise lors de la tâche de mémoire épisodique en RV. Cette étape permet également aux personnes qui n'utilisent pas fréquemment ce genre de technologie qu'elles ne soient pas désavantagées et que cela n'influence l'encodage. Cette tâche a lieu dans une salle d'entraînement virtuel très épurée ayant l'allure d'une maison. On y trouve uniquement les murs blancs de celle-ci, les portes ainsi que les fenêtres. Dans cet environnement, un avatar apprend pas à pas au participant les actions qui peuvent être réalisées grâce aux trois boutons de la manette, à savoir : marcher, tourner le regard et interagir avec les objets. Une fiche reprenant les fonctions de chaque bouton est laissée à disposition du sujet en cas de difficultés ou d'oublis (cfr annexe 4). Une fois les mouvements appris, il est successivement demandé au participant de prendre un ballon de couleur rouge, bleue et jaune afin de les déposer à un endroit spécifique indiqué par un cercle. Ensuite, une visite de la maison virtuelle où se déroulera la tâche de mémoire épisodique est montrée au sujet. Enfin, l'avatar demande au participant de réaliser l'ensemble des mouvements précédemment appris, et ce, jusqu'à ce qu'aucune erreur ne soit commise ainsi que de remettre les 3 balles de couleurs différentes dans les cercles. Le **temps** nécessaire à la réalisation de cette tâche est pris en compte dans nos analyses.

Subséquentement, l'épreuve de **mémoire des chiffres (WMS-R)** est administrée, telle qu'expliquée au point 4.2.2.4. Une fois l'empan en ordre direct connu, la **double tâche en RV** est réalisée. Cette dernière a également pour but d'évaluer les fonctions exécutives, à savoir les capacités de double tâche et de planification car ces capacités sont nécessaires à la navigation au sein de la RV, comme évoqué précédemment au point 2.4.1 (Moffat, 2009 ; Wolbers & Hegarty, 2010), et peuvent influencer nos résultats. Au cours de cette épreuve, il est demandé au sujet de réaliser deux tâches simultanément dans la même salle d'entraînement que la tâche de familiarisation, à savoir : placer des balles (identiques à celles précédemment manipulées) dans un cercle ainsi que répéter des séries de chiffres qui lui sont énoncées. Ces séries sont composées d'un chiffre en moins que l'empan précédemment évalué à l'épreuve de mémoire des chiffres. Ces deux actions doivent être effectuées en même temps et le plus de fois possible sur une durée maximale d'une minute. Durant la tâche, **le nombre de séries de chiffres**

**correctement et erronément répétées** ainsi que **le nombre de balles correctement et erronément placées** sont comptés (cfr annexe 6). De plus, une **mesure de déclin** est calculée. Celle-ci résulte de la différence entre le nombre total de séries de chiffres correctement rappelé à la tâche simple de WMS-R et le nombre total de séries de chiffres correctement rappelé à la double tâche en RV. Plus cet indice est élevé, plus le sujet éprouve des difficultés lors de la double tâche.

Ensuite, **l'encodage de la tâche de mémoire épisodique en RV** est réalisé. Dans un premier temps, un scénario créé par nos soins (cfr annexe 3) est oralement présenté aux sujets afin de mettre un contexte autour de la rencontre entre les participants et l'avatar principal ainsi que permettre un encodage incident. Dans un deuxième temps, nous invitons les participants à s'immerger dans la maison virtuelle (détaillée précédemment au point 4.2.1), effectuer les actions requises par l'avatar principal ainsi que verbaliser chaque pensée qui leur traverse l'esprit et chaque émotion ressentie durant l'immersion.

Plus précisément, les actions à effectuer au sein de la réalité virtuelle afin d'aider l'avatar sont au nombre de 12, à savoir :

**Tableau 2.** *Actions à réaliser dans la RV en ordre chronologique.*

<b>Ordre Chronologique</b>	<b>Action à réaliser</b>
N°1	Frapper à la porte pour rencontrer Alexandre, l'avatar principal
N°2	Aller jusqu'au jardin pour vérifier la cuisson des saucisses
N°3	Téléphoner à la pizzeria pour passer commande
N°4	Enfourner les pizzas surgelées
N°5	Faire sortir Roger, le chien
N°6	Nourrir Roger, le chien
N°7	Éteindre le thermostat
N°8	Ouvrir la porte au facteur
N°9	Prendre le courrier dans la boîte aux lettres
N°10	Déposer le courrier dans l'armoire
N°11	Démarrer le sèche-linge
N°12	Quitter le scénario

Pour rappel, les participants ne sont pas au courant qu'ils vont être interrogés sur leur expérience en RV quelques jours plus tard.

Cette tâche est chronométrée et dure approximativement une quinzaine de minutes. Tout ce qui est verbalisé par le sujet (pensées et émotions) ainsi que les bugs, les problèmes ou les imprévus

qui sont apparus au cours de l'encodage sont notés dans la colonne « émotions » au sein de la grille de cotation (cfr annexe 5). Enfin, un enregistrement vocal est également effectué. Cela permet uniquement d'avoir une roue de secours au cas où certains éléments qui auraient dû être retranscrits sur la feuille de cotation auraient été omis par l'évaluateur. Enfin, pour terminer la première séance, il est demandé aux participants de compléter l'**ITC-SOPI** ainsi que le **QEP**, qui ont préalablement été détaillés au point 4.2.3.1 et 4.2.3.2.

#### 4.3.2 La deuxième séance

Cette séance a lieu 3 à 4 jours après la première séance en présentiel ou en distanciel. D'une part, afin d'éviter une perte significative de sujets, nous avons permis une variabilité de délai de 24 heures entre la phase d'encodage et la phase de rappel de la RV. D'autre part, suite à la crise sanitaire de la COVID-19, nous avons dû adapter notre testing de manière à éviter le plus possible d'être en contact avec des personnes à risques. C'est pourquoi, lorsque cela était envisageable pour le sujet clinique et le sujet contrôle apparié, cette séance s'est déroulée en distanciel. Afin de limiter les risques de biais, il est important de rappeler que chaque paire de sujets appariés a été testée par le même expérimentateur. De plus, les sujets appariés ont été soumis au même délai ainsi qu'à la même condition lors de la deuxième séance. Enfin, il est pertinent de souligner que si une des épreuves neuropsychologiques a été effectuée dans un délai inférieur à 6 mois, nous n'avons pas réadministré la tâche afin d'éviter un risque de biais de familiarité. Dans ce cas de figure, les scores du récent bilan neuropsychologique ont été utilisés.

Au début de la seconde séance, l'**encodage du test de la maison**<sup>11</sup> est réalisé (tel que décrit plus haut au point 2.3.1.5). Ensuite le **rappel différé de la tâche de mémoire épisodique en RV** est effectué. Premièrement, le sujet est invité à fermer les yeux afin de se remémorer mentalement l'expérience en RV. Ensuite, il est demandé au participant de rappeler tout ce dont il se souvient avec un maximum de détails : les actions réalisées (le lieu, le moment, la raison, les conséquences etc. de ces dernières), les éléments visuels, sonores et verbaux, les objets par rapport à soi et les uns par rapport aux autres ainsi que les émotions et pensées verbalisées lors de l'encodage. Afin d'aider le sujet à comprendre le degré de détail qu'il doit fournir, un exemple est mis à sa disposition durant toute la durée du rappel libre (cfr annexe 8). L'ensemble des éléments rappelés par le participant est noté dans la grille de cotation (cfr annexe 5) au sein des colonnes appropriées, à savoir : l'ordre des actions rappelées, le « what », les détails

---

<sup>11</sup> Lors de la condition à distance, la manipulation des images sur le powerpoint a été possible grâce au contrôle à distance de la souris via une plateforme de communication.

perceptifs, le « where » allocentrique, le « where » égocentrique, le « when » ainsi que les pensées et émotions associées. Troisièmement, un rappel indicé étant cumulatif au rappel libre est effectué. Dans un premier temps, si un « what » n'a pas été rappelé lors du rappel libre, nous indiquons le sujet en le questionnant sur base du « when ». Dans un deuxième temps, si le « what » est rappelé mais qu'au moins un élément d'une catégorie (les détails perceptifs, le « where » allocentrique, le « where » égocentrique, le « when » ou des émotions et pensées qui ont été verbalisées) n'est pas rappelé, alors nous questionnons le participant sur base de questions structurées. Ces dernières suivent l'ordre chronologique des actions rappelées par le sujet. Les éléments évoqués au rappel libre et au rappel indicé sont notés au sein de la grille de cotation dans des couleurs différentes afin de pouvoir les distinguer (cfr annexe 5). En outre, il est à noter qu'un enregistrement vocal ainsi qu'un chronométrage de ces deux types de rappels sont effectués.

La correction du rappel différé de la RV se réalise sur base d'un **principe ON/OFF** et non sur un principe qualitatif. Cette méthode nous permet de quantifier la performance mnésique et d'obtenir un score maximal du rappel. Plus précisément, sur base du rappel différé indicé (étant cumulatif au rappel différé libre), nous avons accordé un point pour le rappel d'une action incomplète et deux points sont accordés pour le rappel d'une action complète (**what central**). Ensuite, un point est accordé pour le rappel d'au moins un détail/objet associé à l'action (**what périphérique**). En outre, un point est accordé pour le rappel d'au moins un élément du lieu, que celui-ci soit d'un point de vue allocentrique ou égocentrique (**where**) et un point est accordé pour le rappel de la chronologie de l'évènement (**when**). Par ailleurs, la somme de ces éléments a été nommée « **rappel total différé de la RV** » et le nombre d'éléments rappelés par action est appelé « **score de binding de la RV** ». Enfin, nous terminons cette tâche en demandant au participant de quantifier la **vivacité** de son souvenir de la RV sur une échelle de 1 à 10. Plus le score est haut, plus le sentiment subjectif de vivacité est élevé.

Par la suite, le **rappel différé libre et indicé du test de la maison** est effectué, suivi de l'**encodage du CVLT**. Durant l'intervalle de 20 minutes, l'administration du **Stroop** et celle du **fNART** sont réalisées ainsi que l'explication de la CEPM. Une fois le délai de 20 minutes écoulé, le **rappel différé libre et indicé du CVLT** est effectué. À la fin de cette séance, le réel objectif de notre étude est révélé à travers une **lettre de débriefing** (cfr annexe 9) et un **second consentement** (cfr annexe 10) est demandé au participant.

### 4.3.3 La CEPM en ligne pendant 6 jours

Pour terminer, il est demandé au participant de compléter la CEPM (précédemment détaillé au point 4.2.3.3) une fois par jour pendant une durée de 6 jours. Cette dernière a été pré-testée sur un échantillon de 4 personnes afin de déterminer sa faisabilité.

Les liens correspondant au questionnaire en ligne ainsi qu'un code sont envoyés par e-mail. Le code permet de déterminer l'identité du sujet ainsi que le jour du questionnaire. Ainsi, il est possible de prendre en considération les éventuels questionnaires non complétés par sujet ainsi que d'effectuer des pourcentages de taux de réponse.

L'envoi des CEPM est effectué selon cet ordre le lendemain de la deuxième séance :

- CEPM « auto-évaluation » jour 1 et 2 : envoyé le soir entre 18 et 19h
- CEPM « auto-évaluation » jour 3 et 4 : envoyé l'après-midi entre 12 et 13h
- CEPM « auto-évaluation » jour 5 et 6 : envoyé le matin entre 8 et 9h
- CEPM « hétéro-évaluation » (uniquement pour le groupe clinique) : envoyé à un proche du participant le dimanche suivant la seconde séance à 19 h afin de s'assurer que ces personnes aient passé au moins 24h ensemble.

Dans le cas où le participant se rend compte qu'il n'a pas complété un des questionnaires car il a deux (ou plus) CEPM dans sa boîte mail, il a pour consigne de compléter le questionnaire le plus récent. À la fin de ces 6 jours, nous avons contacté par téléphone chacun des sujets afin de pouvoir les remercier de leur participation.

## 5. Résultats

Au sein de cette partie, nous tenterons de répondre aux hypothèses préétablies ci-dessus. Nous allons commencer par analyser les éventuels biais qui pourraient influencer les résultats. Ensuite, nous nous pencherons sur les analyses primaires qui traiteront des effets de groupe et de la validité théorique. Enfin, nous nous attarderons sur les analyses secondaires, à savoir : la validité écologique, les fonctions exécutives, le sentiment de présence et le cybermalaise.

### 5.1 Analyses préliminaires

#### 5.1.1 Normalité et homogénéité des variables

Tout d'abord, nous avons veillé à contrôler la normalité des variables à travers le test de normalité de Shapiro-Wilk ainsi que leur homogénéité grâce au test de Levene. Ensuite, nous avons voulu privilégier les analyses paramétriques étant robustes en réalisant le test T de student pour échantillons appariés, le test T de student pour échantillons indépendants ainsi que la corrélation de Pearson. Toutefois, en cas d'anormalité des variables, il a été nécessaire d'utiliser des statistiques non paramétriques, à savoir : le test des rangs pour échantillons appariés de Wilcoxon et la corrélation de Spearman. Enfin, pour l'ensemble de ces analyses, le seuil de significativité a été fixé à  $p < .05$  et une correction de Benjamini-Hochberg a été réalisée au vu du nombre important de variables et d'analyses effectuées. Lorsque la significativité est modifiée, celle-ci sera explicitement indiquée.

#### 5.1.2 Biais éventuels

Nous allons commencer notre analyse en examinant trois biais pouvant impacter les résultats de cette étude grâce à des tests T de student pour échantillons indépendants.

**Tableau 3.** *Statistiques descriptives du biais d'évaluateur, de délai et de la condition.*

	<b>Oriana</b> (n = 14)		<b>Elisabeth</b> (n = 12 <sup>a</sup> )		<b>3 jours</b> (n = 12)		<b>4 jours</b> (n = 14)		<b>Présentiel</b> (n = 16)		<b>Distanciel</b> (n = 10)	
	Moy.	ET	Moy.	ET	Moy.	ET	Moy.	ET	Moy.	ET	Moy.	ET
Rappel total différé de la RV	40.21	19.56	40.25	18.67	45.83	17.06	35.43	19.43	39.88	20.97	40.80	15.66

*Note.* Moy. = moyenne, ET = écart-type

<sup>a</sup>Un des évaluateurs a été contraint d'interrompre le testing avec un sujet clinique. Le sujet contrôle apparié à ce dernier n'a donc pas été testé. C'est pourquoi une différence du nombre de sujets testés est observée entre les examinateurs.

### 5.1.2.1 Biais de l'évaluateur

Premièrement, suite à la collaboration avec Elisabeth Scohier qui a été nécessaire de manière transversale tout au long de cette recherche, il est indispensable de s'assurer que la mesure des performances mnésiques de la RV soit homogène entre les évaluateurs. Les résultats indiquent que les sujets évalués par le premier examinateur n'obtiennent pas de performance au rappel total différé de la RV significativement différente à celle des sujets évalués par le second évaluateur (cfr tableau 3),  $t(24) = -0.01$ ,  $p = .996$ ,  $d^{12} = -0.002$ .

### 5.1.2.2 Biais du délai

Deuxièmement, nous avons exploré si la différence de 24 heures entre le délai de 3 jours et le délai de 4 jours suivant l'encodage de la RV engendre une différence de performances mnésiques de la RV. Les analyses indiquent que les sujets évalués suite à un délai de 3 jours n'obtiennent pas de performance au rappel total différé de la RV significativement différente à celle des sujets évalués suite à un délai de 4 jours (cfr tableau 3),  $t(24) = 1.44$ ,  $p = .163$ ,  $d = 0.57$ .

### 5.1.2.3 Biais de la condition

Troisièmement, il est nécessaire d'investiguer si une différence de performances mnésiques de la RV peut se marquer suite à la condition de la deuxième séance, à savoir : le présentiel ou le distanciel. Les résultats mettent en évidence que les sujets évalués en présentiel n'obtiennent pas de performance au rappel total différé de la RV significativement différente à celle des sujets évalués en distanciel (cfr tableau 3),  $t(24) = 0.12$ ,  $p = .906$ ,  $d = 0.05$ .

## 5.2 Analyses primaires

### 5.2.1 Effet de groupe

À présent, nous allons nous pencher sur les effets de groupe. Nous avons pour but d'analyser si les résultats obtenus sont différents entre le groupe clinique et le groupe contrôle au sein des trois tâches de mémoire épisodique utilisées dans notre méthodologie. Pour ce faire, nous avons utilisé des tests T de student pour échantillons pairés dans les analyses ci-après. Pour rappel, un appariement one-one a été effectué lors du recrutement de chaque sujet contrôle en fonction de l'âge, du sexe et du niveau d'études du sujet clinique correspondant.

---

<sup>12</sup> Selon Cohen (1988), la taille d'effet est jugée comme étant « faible » lorsque  $d = .20$ , comme étant « moyenne » lorsque  $d = .50$  et comme étant « élevée » lorsque  $d = .80$ .

**Tableau 4.** Performances cognitives du groupe clinique et du groupe contrôle par épreuve.

	<b>RV</b>		<b>CVLT</b>	<b>Test de la maison</b>		<b>Stroop</b>	<b>Vivacité</b>
	Rappel total différé	Score de binding	Rappel total différé	Rappel total différé	Score de binding	Score d'interférence	Score de vivacité
<b>Groupe clinique</b> (n = 13)							
Moy.	31.23	3.01	8.08	8.85	1.00	54.00	5.27
(ET)	(19.03)	(1.42)	(4.31)	(6.34)	(0.67)	(28.57)	(2.71)
<b>Groupe contrôle</b> (n = 13)							
Moy.	49.23	3.81	13.69	15.31	1.65	56.92	5.92
(ET)	(14.01)	(0.80)	(1.84)	(7.44)	(0.47)	(29.19)	(1.85)
<b>Diff.</b>	18.00	0.80	5.61	6.46	0.65	2.92	0.65

Note. Moy. = moyenne, ET = écart-type, Diff. = différence

**Tableau 5.** Détail du rappel du groupe clinique et du groupe contrôle par épreuve.

	<b>RV</b>				<b>Test de la maison</b>			
	What central (Max. /24)	What péri. (Max. /12)	Where (Max. /12)	When (Max. /12)	What central (Max. /9)	What péri. (Max. /9)	Where (Max. /9)	When (Max. /9)
<b>Groupe clinique</b> (n = 13)								
Moy.	13.54	8.62	5.85	3.23	2.39	3.92	1.69	0.77
(ET)	(7.50)	(6.05)	(3.76)	(2.86)	(2.40)	(2.33)	(1.60)	(1.54)
<b>Groupe contrôle</b> (n = 13)								
Moy.	20.54	13.00	8.92	6.00	4.08	5.85	3.92	1.23
(ET)	(3.82)	(4.69)	(2.87)	(3.16)	(2.40)	(2.30)	(2.43)	(1.42)
<b>Diff.</b>	7.00	4.38	3.07	2.77	1.69	1.94	2.23	0.46

Note. Moy. = moyenne, ET = écart-type, Diff. = différence, What central = action, what péri. = what périphérique = objet/détail associé à l'action, where = contexte spatial, when = contexte temporel

### 5.2.1.1 La RV : rappel total différé

Tout d'abord, nous avons investigué si une différence s'observe entre le groupe contrôle et le groupe clinique sur les performances mnésiques de la RV. Les résultats montrent que les sujets cliniques ont une performance au rappel total différé de la RV significativement inférieure à celle des sujets contrôles (cfr tableau 4),  $t(12) = 3.21$ ,  $p = .008$ ,  $d = 0.89$ .

### 5.2.1.2 Le CVLT : rappel total différé

Ensuite, nous avons examiné si une différence entre le groupe contrôle et le groupe clinique est constatée sur les performances mnésiques au CVLT. Les analyses indiquent que les sujets cliniques ont une performance au rappel total différé du CVLT significativement inférieure à celle des sujets contrôles (cfr tableau 4),  $t(12) = 4.18$ ,  $p = .001$ ,  $d = 1.16$ .

### 5.2.1.3 La tâche de la maison : rappel total différé

Enfin, nous avons voulu observer s'il existe une différence entre le groupe clinique et le groupe contrôle sur les performances mnésiques du test de la maison. Les analyses mettent en exergue que les sujets cliniques ont une performance au rappel total différé du test de la maison qui n'est pas significativement différente de celle des sujets contrôles (cfr tableau 4),  $t(12) = 2.08$ ,  $p = .060$ ,  $d = 0.58$ .

## 5.2.2 La validité théorique

Au sein de cette partie, nous avons pour but de répondre à notre hypothèse relative à la meilleure validité théorique de la RV comparativement au CVLT. Pour ce faire, nous avons réalisé une série de corrélations.

### 5.2.2.1 La validité convergente

Tout d'abord, nous avons investigué si la RV a une bonne validité théorique à travers une corrélation de Spearman<sup>13</sup> avec le CVLT. Les résultats du tableau 6 indiquent une grande corrélation positive et significative entre le rappel total différé de la RV et du CVLT. De plus, nous avons évalué si la RV permet de mesurer le binding. Pour ce faire, nous avons exécuté une corrélation de Spearman entre le score de binding de la RV et le score de binding de la tâche de la maison. Les résultats du tableau 6 révèlent une grande corrélation positive et significative entre ces deux mesures.

---

<sup>13</sup> Selon Cohen (1988), la taille du coefficient de corrélation est jugée comme étant « faible » lorsque  $r = .10$ , « modérée » lorsque  $r = .30$  et « grande » lorsque  $r = .50$ .

**Tableau 6.** Matrice de corrélation entre les différentes performances mnésiques ( $n = 26$ ).

	Rappel total différé de la RV	Score de binding de la RV	Rappel total différé du CVLT	Rappel total différé du test de la maison	Score de binding du test de la maison
<b>Rappel total différé du CVLT</b>	.50**	.56**			
<b>Rappel total différé du test de la maison</b>	.71***	.62***	.65***		
<b>Score de binding du test de la maison</b>	.75***	.59**	.55**	.76***	
<b>Score de vivacité</b>	.73***	.72***	.40*	.56**	.53**

Note. Différences significatives : \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ , \*\*\*  $p < .001$

Ensuite, nous avons investigué sur le détail des rappels issus de la tâche mnésique en RV et de la tâche de la maison en réalisant des corrélations de Spearman et de Pearson entre les indices correspondants. Les analyses représentées au sein du tableau 7 mettent en évidence de grandes corrélations positives et significatives entre le rappel des actions (what centraux), des éléments associés à l'action (what périphériques) et des contextes spatiaux (where). Cependant, aucune corrélation n'apparaît entre le rappel des contextes temporels (when) des deux épreuves mnésiques.

**Tableau 7.** Corrélations entre le détail des rappels de la RV et du test de la maison ( $n = 26$ ).

	Test de la maison			
	What centraux	What périphériques	Where	When
<b>RV</b>	.61***	.64***	.73***	.305

Note. Différences significatives : \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ , \*\*\*  $p < .001$ , what central = action, what péri. = what périphérique = objet/détail associé à l'action, where = contexte spatial, when = contexte temporel

Pour aller plus loin, nous avons cherché à savoir si une différence entre le groupe clinique et le groupe contrôle s'observe sur le what central comparativement au when. Le test T de student pour échantillons appariés indique que les sujets cliniques n'obtiennent pas de performance au rappel des actions (what central) significativement différente à celle des sujets

contrôles (cfr tableau 5),  $t(12) = -1.60$ ,  $p = .136$ ,  $d = -0,44$ . Ensuite, le test des rangs pour échantillons appariés de Wilcoxon met en évidence que les sujets cliniques ( $Me = 0$ ) n'ont pas de performance au rappel du contexte temporel (when) significativement différente à celle des sujets contrôles ( $Me = 1$ ),  $T_+ = 24$ ,  $z = -0.85$ ,  $p = .396$ ,  $d = 0.29$ .

### 5.2.2.2 Une meilleure validité théorique de la RV ?

Enfin, pour répondre à notre hypothèse supputant une meilleure validité théorique de la RV comparativement au CVLT, nous avons réalisé plusieurs corrélations, et ce, en 3 étapes. Premièrement, une corrélation de Pearson a mis en évidence une grande corrélation positive et significative entre le rappel total différé de la RV et le rappel total différé de la tâche de la maison (cfr tableau 6). Deuxièmement, une corrélation de Spearman du tableau 6 indique une grande corrélation significative et positive entre le rappel total différé du CVLT et le rappel total différé de la tâche de la maison (cfr tableau 6). Troisièmement, nous avons effectué une comparaison de corrélations (Lenhard & Lenhard, 2014) entre les deux corrélations ci-dessus afin d'observer si une différence de force existe entre ces dernières. Toutefois, elles ne sont pas significativement différentes,  $z = 0.38$ ,  $p = .352$ .

### 5.2.2.3 La vivacité

De plus, nous avons analysé si un sentiment subjectif de vivacité élevé est lié à un meilleur encodage et rappel du souvenir de la RV. Pour ce faire, des corrélations de Pearson ont été effectuées entre le score de rappel total différé de la RV et le score de vivacité ainsi qu'entre le score de binding de la RV et le score de vivacité. Les analyses du tableau 6 indiquent une grande corrélation positive et significative entre ces mesures.

Pour terminer, afin de comprendre s'il existe un lien de cause à effet entre le score de vivacité et les performances mnésiques de la RV, nous avons effectué une régression linéaire. Les analyses ont montré que le rappel total différé de la RV prédit significativement une part de la variance du score de vivacité,  $F(1, 24) = 27.65$ ,  $p < .001$ ,  $R^2 = .535$ ,  $R^2_{\text{ajusté}} = .516$ . Le coefficient de régression prédit qu'une augmentation d'un point au rappel total différé de la RV correspond à une augmentation moyenne ( $B = 0.09$ ) de 0.09 point au score de vivacité.

## 5.3 Analyses secondaires

### 5.3.1 La validité écologique

À présent, nous allons nous pencher sur la question de la validité écologique. Dans ce sens, des corrélations de Spearman ont été réalisées entre la proportion de plaintes journalières

rapportées pendant 6 jours par les participants au travers des CEPM et leurs performances mnésiques issues des 3 épreuves de mémoire épisodique. Suite à la correction de Benjamini-Hochberg, seule la corrélation négative modérée entre la proportion de plaintes journalières et le binding de la tâche de la maison reste significative (cfr tableau 8).

Ensuite, nous avons également voulu examiner si les plaintes mnésiques des sujets cliniques rapportées par un de leur proche au CEPM<sup>14</sup> sont concordantes avec la proportion de plaintes journalières rapportées par les patients au CEPM. Les résultats indiquent une corrélation non significative entre ces mesures,  $r_s(9) = .36$ ,  $p = .275$ . Ensuite, nous avons observé si les plaintes mnésiques des sujets cliniques rapportées par un de leur proche au CEPM sont en lien avec les performances mnésiques des patients. Les analyses ont montré une absence de corrélation significative entre les plaintes rapportées par les proches et le rappel total différé de la RV,  $r_s(9) = .09$ ,  $p = .784$ , entre les plaintes rapportées par les proches et le rappel total différé du CVLT,  $r_s(9) = -.18$ ,  $p = .596$ , ainsi qu'entre les plaintes rapportées par les proches et le score de binding de la tâche de la maison,  $r(9) = .24$ ,  $p = .477$

**Tableau 8.** *Corrélations entre les plaintes journalières et les performances mnésiques (n = 25)<sup>a</sup>.*

	<b>Rappel total différé à la RV</b>	<b>Binding de la RV</b>	<b>Rappel total différé du CVLT</b>	<b>Rappel total différé de la tâche de la maison</b>	<b>Binding de la tâche de la maison</b>	<b>Vivacité</b>
<b>Plaintes journalières</b>	-.45*	-.39	-.43*	-.42*	-.47*	-.34

Note. Différences significatives : \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ , \*\*\*  $p < .001$

<sup>a</sup> un sujet est manquant car ce dernier n'a pas complété de CEPM.

### 5.3.1.1 Une meilleure validité écologique de la RV ?

Telle que réalisée avec la validité théorique, nous avons effectué une comparaison de corrélations (Lenhard & Lenhard, 2014) afin de répondre à notre hypothèse supputant une meilleure validité écologique de la RV vis-à-vis du CVLT. Pour ce faire, nous avons comparé si une différence existe entre deux corrélations effectuées au point précédent, à savoir : la corrélation entre le rappel total différé de la RV et la proportion de plaintes journalières rapportée par les sujets ainsi que la corrélation entre le rappel total différé du CVLT et la proportion de plaintes journalières rapportée par les sujets. Les résultats ne montrent pas de différence significative entre ces corrélations,  $z = -0.08$ ,  $p = .466$ .

<sup>14</sup> Il est à noter que pour ces corrélations, notre échantillon est constitué de 11 sujets et non de 13 car les proches de deux sujets cliniques n'ont pas complété le CEPM.

### 5.3.2 Influence des fonctions exécutives et de la capacité de navigation

À présent, nous allons nous pencher sur les hypothèses supputant une influence des fonctions exécutives et de la capacité de navigation en RV sur l'encodage et le rappel de la RV. Dans un premier temps, nous avons vérifié si les fonctions exécutives sont liées aux performances en RV. La corrélation de Pearson indique une absence de corrélation significative entre le score d'interférence au test de Stroop et le rappel total différé de la RV (cfr tableau 9).

Ensuite, sachant que la navigation en RV nécessite des capacités de double tâche et est un effet confondant, nous avons corrélé les mesures de la double tâche (à savoir : la mesure de déclin et le nombre de balles correctement placées) au rappel total différé de la RV. Seule la corrélation de Spearman entre le nombre de balles correctement placées et le rappel total différé de la RV indique une corrélation positive modérée et significative (cfr tableau 9). Cependant, cette dernière devient non significative suite à la correction de Benjamini-Hochberg. Afin d'aller plus loin et de comprendre s'il existe un lien de cause à effet, nous avons effectué une régression linéaire. Les analyses ont montré que le nombre de balles correctement placées durant la double tâche de la RV prédit significativement une part de la variance du rappel total différé de la RV,  $F(1, 24) = 7.61$ ,  $p = .011$ ,  $R^2 = .241$ ,  $R^2_{\text{ajusté}} = .209$ . Le coefficient de régression prédit qu'une augmentation d'une balle correctement placée à la double tâche en RV correspond à une augmentation moyenne ( $B = 6.74$ ) de 6.74 points au rappel total différé de la RV.

Enfin, nous avons mesuré le lien entre la familiarité à la technologie (opérationnalisée par le temps de familiarité à la RV et une mesure de familiarité à la technologie issue de deux items l'ITC-SOPI) et les performances mnésiques de la RV. Tout d'abord, nous avons vérifié la convergence entre les mesures de familiarité. La corrélation de Spearman indique une absence de corrélation significative entre la familiarité à la technologie (issue de l'ITC-SOPI) et le temps de familiarisation à la RV. Ensuite, nous avons analysé le lien entre les deux mesures de familiarité et la capacité de navigation dans l'environnement virtuel (opérationnalisée par la mesure de déclin et le nombre de balles correctement placées de la double tâche en RV). Les analyses du tableau 9 indiquent une seule grande corrélation négative et significative, à savoir : la corrélation de Spearman entre le nombre de balles correctement placées et le temps de familiarisation à la RV. Par ailleurs, nous avons observé si un lien existe entre les deux mesures de familiarité et le rappel total différé de la RV. Toutefois, une absence de corrélation significative est observée (cfr tableau 9).

**Tableau 9.** Matrice de corrélation entre les fonctions exécutives, la familiarité à la technologie et les performances mnésiques de la RV ( $n = 26$ ).

	Interférence au Stroop	Mesure de déclin	Nombre de balles placées en double tâche	Familiarité à la technologie	Temps de familiarisation avec la RV (s)
Mesure de déclin	-.35				
Nombre de balles placées en double tâche	-.17	-.06			
Familiarité à la technologie	-.31	-.20	.09		
Temps de familiarisation avec la RV (s)	.35	-.21	-.68***	-.25	
Rappel total différé de la RV	.05	-.06	.42*	-.12	-.35

Note. Différences significatives : \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ , \*\*\*  $p < .001$

### 5.3.3 Influence du sentiment de présence et du cybermalaise

En outre, nous allons examiner si le sentiment de présence et le cybermalaise sont liés aux performances de la RV et la vivacité du souvenir. Premièrement, nous voulons examiner la validité convergente des mesures de sentiment de présence. Nous observons une grande corrélation positive et significative entre le score total du QEP et le facteur « présence spatiale » de l'ITC-SOPI,  $r_s(24) = .51$ ,  $p = .007$ . Bien que ces deux mesures soient pertinentes, nous avons utilisé le score total du QEP au sein des corrélations réalisées dans le tableau 10 car cette mesure permet une représentation exhaustive du sentiment de présence à travers ses multiples items et facteurs, comparativement au facteur « présence spatiale » de l'ITC-SOPI. Les analyses résumées au sein du tableau 10 mettent en évidence une seule corrélation négative modérée et significative, à savoir : la corrélation de Spearman réalisée entre la vivacité et le cybermalaise.

**Tableau 10.** Matrice de corrélation entre le sentiment de présence, le cybermalaise et les performances mnésiques de la RV ( $n = 26$ ).

	Sentiment de présence	Cybermalaise
Cybermalaise	-.36	
Rappel total différé de la RV	.17	.08
Vivacité	.38	-.47*

Note. Différences significatives : \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ , \*\*\*  $p < .001$

## 6. Discussion

---

Le 21<sup>ème</sup> siècle est synonyme de grands progrès technologiques. Parmi ces derniers, nous pouvons y trouver la réalité virtuelle. Cette méthode offre de multiples avantages dont les neuropsychologues peuvent tirer profit dans leur pratique clinique. En effet, de plus en plus de chercheurs s'intéressent à cet outil innovant afin de mettre en évidence la pertinence de cette méthode dans le cadre de bilans et revalidations neuropsychologiques où la plupart du matériel est sous format papier-crayon.

Dans le cadre de cette étude, notre but principal était de mettre en exergue la meilleure validité théorique et écologique de la réalité virtuelle pour l'évaluation de la mémoire épisodique. Pour ce faire, nous avons porté notre attention sur les dires des pionniers au sujet de ce système mnésique. Ensuite, nous avons tenté de respecter ce cadre théorique au sein de notre méthodologie ainsi que de pallier les critiques issues des études scientifiques utilisant la réalité virtuelle afin d'évaluer la mémoire épisodique. Dans la partie suivante, nous allons discuter des résultats obtenus. Ces derniers vont être comparés entre eux, avec les hypothèses préétablies ainsi qu'avec la littérature scientifique. Pour terminer, nous allons mettre en avant les limites de cette étude.

### 6.1 Effet de groupe

Notre première hypothèse consistait à mettre en évidence une différence entre les performances mnésiques du groupe clinique et celles du groupe contrôle au sein des 3 épreuves de mémoire épisodique, à savoir : la RV, le CVLT et la tâche de la maison. Plus précisément, nous nous attendions à des scores plus faibles chez les sujets cliniques, comparativement aux sujets contrôles. En effet, selon Van der Linden (2014a ; 2014b), les plaintes de mémoire épisodique sont les plus fréquentes dans la pratique clinique car ce type de mémoire est susceptible d'être facilement endommagé suite à une atteinte cérébrale, et ce, quelle que soit son étiologie. Cette fragilité peut notamment être expliquée par l'étendue corticale et sous-corticale de cette mémoire (Nyberg et al., 2000 ; Tulving, 2002). De plus, l'hippocampe est une structure centrale de la mémoire épisodique se trouvant à proximité des tempes, zone particulièrement fragile de la boîte crânienne en cas d'accident (Ariza et al., 2006).

#### 6.1.1 Les performances mnésiques de la RV

Dans un premier temps, nos analyses ont permis de répondre favorablement à notre hypothèse en observant que les sujets cliniques obtiennent une performance mnésique à la RV

significativement inférieure à celle des sujets contrôles. De plus, ce résultat n'a pas été impacté par les 3 biais (biais de l'évaluateur, du délai et de la condition) pouvant potentiellement influencer nos observations. Nous pouvons donc en déduire que la tâche mnésique en RV permet de discriminer adéquatement les performances mnésiques des sujets cliniques de celles des sujets contrôles. Cette conclusion va dans le sens de la littérature scientifique car Matheis et al. (2007) ont observé de moindres performances mnésiques chez les participants ayant subi un traumatisme crânien comparativement aux sujets sains au sein du « VR office environment ». Par ailleurs, Negut et al. (2016) ont mis en exergue, à travers une méta-analyse de la littérature, la capacité de la RV à identifier des difficultés cognitives.

### **6.1.2 Les performances mnésiques au CVLT**

Ensuite, nous avons observé que la performance mnésique au CVLT est significativement inférieure chez les sujets cliniques par rapport à celle des sujets contrôles, ce qui va dans le sens de notre hypothèse. Nous nous attendions à ce résultat car la méthodologie robuste ainsi que les normes solides de cette épreuve permettent d'inférer la normalité ou l'anormalité des scores du patient sur base d'une comparaison avec son groupe contrôle correspondant (Van der Linden, 2014a). Par ailleurs, notre observation est concordante avec la recherche scientifique. En effet, Jacobs et Donders (2007) ont mis en évidence une différence significative entre des sujets ayant subi un traumatisme crânien léger ou sévère ainsi que les sujets contrôles appariés sur le rappel du CVLT. En outre, Dejong et Donders (2009) affirment la pertinence de l'utilisation de cette épreuve pour l'évaluation de personnes ayant un traumatisme crânien et Stegen et al. (2010) pour les patients atteints de sclérose en plaque.

### **6.1.3 Comparaison entre l'effet de groupe de la RV et du CVLT**

Par ailleurs, nous nous attendions à ce que la taille de l'effet de groupe observée pour les performances mnésiques de la RV soit supérieure à celle du CVLT. Cela nous permettrait de mettre en évidence une meilleure capacité discriminative de la RV. En effet, si la RV permet une évaluation de la mémoire épisodique plus exhaustive sur le plan théorique et écologique, celle-ci devrait mieux discriminer les performances pathologiques des performances saines. Toutefois, nos résultats ne vont pas dans le sens de notre hypothèse car, bien que les deux tailles d'effet soient de grande taille, celle du CVLT est supérieure à celle de la RV. Cela signifie que, dans le cadre de notre étude, le CVLT est plus discriminatif que la tâche mnésique en RV. Ce résultat peut être expliqué au travers de 4 variables (l'immersion, le sentiment de présence, les capacités de double tâche et la familiarité à la RV) pouvant influencer les performances mnésiques de la RV et, in fine, la taille de l'effet de groupe de la tâche mnésique en RV.

### 6.1.3.1 Influence de l'immersion et du sentiment de présence

Dans un premier temps, commençons par l'immersion et le sentiment de présence. Pour rappel, suite aux nombreux cybermalaises observés au sein de l'étude d'Amandine Remacle (2020), nous avons décidé de ne pas utiliser le casque de RV. Ce choix méthodologique a porté ses fruits car sur l'ensemble des participants, seul un sujet contrôlé a souffert d'un cybermalaise majeur nécessitant d'effectuer une pause à la fin de l'encodage en RV.

Toutefois, nous pourrions supposer que notre dispositif était trop peu immersif, ce qui engendrerait un faible sentiment de présence. Pour rappel, nous avons utilisé l'écran et les baffles d'un ordinateur portable pour présenter l'environnement virtuel en 2D et les sujets naviguaient dans l'environnement à l'aide d'un joystick. Selon Smith (2019), cela représente le plus faible niveau d'immersion et serait lié à un faible sentiment de présence. En effet, North et North (2016) ainsi que Servotte et al. (2020) ont montré que l'immersion est positivement corrélée au sentiment de présence.

Ensuite, la faible immersion ainsi que le faible sentiment de présence de notre méthodologie influenceraient les performances mnésiques et, in fine, la taille d'effet de la tâche mnésique en RV. De fait, Ragan et al. (2010) ont mis en évidence de meilleures performances mnésiques chez les sujets au sein d'un environnement plus immersif, contrairement à un environnement moins immersif. En outre, Makowski et al. (2017) ont mis en évidence une corrélation positive entre le sentiment de présence ressenti durant le visionnage d'un film ainsi que le rappel d'éléments factuels. Selon ces auteurs, le sentiment de présence agirait comme un focus attentionnel et permettrait un meilleur encodage.

Par ailleurs, il se pourrait que l'immersion ainsi que le sentiment de présence de certains participants aient été mis à mal par des contradictions au sein de l'histoire en RV, ce qui a poussé certains participants à interagir avec l'évaluateur. En effet, il est arrivé que des sujets soient irrités par les multiples demandes d'aide de l'avatar. Ce dernier se présente au début de l'épreuve comme étant blessé au poignet alors qu'aucun indice visuel (tel qu'une attelle ou un plâtre) ne semble rendre compte de sa blessure ni justifier ses demandes. Par ailleurs, des participants revendiquaient que certaines actions (par exemple : appeler la pizzeria ou éteindre le thermostat) étaient réalisables par l'avatar même si ce dernier était blessé au poignet. En outre, d'autres sujets ont souligné une incohérence à la fin de l'histoire lorsque l'avatar annonce qu'il va amener sa voiture au garage alors qu'il est blessé et qu'il a demandé de l'aide au préalable pour des tâches bien plus simples que la conduite d'un véhicule.

En outre, rappelons que selon Tuena et al. (2017), la représentation du corps de l'avatar incarné par le participant augmente le sentiment de présence et selon Bréchet et al. (2019), l'effet du corps influence positivement les performances mnésiques. Or, au sein de l'environnement virtuel R.O.G.E.R, les participants ne voient pas l'avatar qu'ils incarnent.

L'ensemble de ces éléments nous mènent à dire que nous n'avons pas tiré profit du plein potentiel de la RV au niveau de l'immersion et du sentiment de présence, ce qui pourrait influencer les performances mnésiques et, in fine, la taille d'effet de la tâche mnésique en RV. Le faible sentiment de présence est d'ailleurs appuyé par l'absence de corrélation significative observée entre le score de sentiment de présence et le rappel total différé de la RV étant contraire à notre hypothèse supputant une corrélation entre ces mesures.

#### 6.1.3.2 Influence des capacités de navigation dans l'environnement virtuel

Dans un deuxième temps, il se pourrait que les capacités de navigation dans l'environnement virtuel aient influencé les performances mnésiques de la RV et par conséquent la taille d'effet. Tout d'abord, nous nous attendions à observer une corrélation entre l'interférence au Stroop et les performances en RV car les fonctions exécutives jouent un rôle primordial dans la mémoire épisodique, notamment lors de l'encodage (Grady et al., 1995 ; Nyberg et al., 2000), du binding (Kessels et al., 2007) et du rappel d'un souvenir épisodique (Baldo & Shimamura, 2002 ; Nyberg et al., 2000). Toutefois, nous n'avons pas observé de corrélation significative entre la mesure d'interférence au test de Stroop et le rappel total différé de la RV, ce qui est contraire à notre hypothèse ainsi qu'à la littérature scientifique. Nous pourrions expliquer ce manque de corrélation par la pauvreté de notre mesure. En effet, les fonctions exécutives étant très vastes, il est réducteur d'évaluer ces composantes cognitives au travers d'une seule épreuve. De fait, Plancher et al. (2008) ont observé une corrélation significative entre les performances mnésique de leur tâche épisodique en RV ainsi que les fonctions exécutives (évaluées au travers du Trail Making Test et du paradigme de double tâche de Baddeley). De plus, Hill et al. (2012) ont montré des liens entre le score de rappel immédiat et différé du CVLT ainsi que les fonctions exécutives (évaluées grâce au Wisconsin Card-Sorting Test, le subtest de similitudes de la WAIS, la Trail Making Test, le Controlled Oral Word Association Test ainsi que le test des fluences). Ces éléments nous mènent à expliquer l'absence de corrélation significative entre les fonctions exécutives et les performances mnésiques par la pauvreté de notre mesure exécutive.

Ensuite, il est essentiel de prendre en compte l'effet confondant de la capacité de navigation au sein de l'environnement virtuel. Cette dernière nécessite de bonnes capacités de double tâche (Moffat, 2009 ; Wolbers & Hegarty, 2010) et peut être influencée par la familiarité à la technologie (Repetto et al., 2016 ; Rizzo et al., 2020 ; Smith, 2019). Si la demande attentionnelle est trop importante pour naviguer dans l'environnement virtuel (suite à des difficultés de double tâche ou à un manque de familiarité à la RV), cela peut significativement impacter les performances mnésiques de la RV car les ressources attentionnelles requises pour l'encodage ne seront pas suffisantes (Naveh-Benjamin et al., 2005). Par conséquent, cela pourrait influencer la taille d'effet de la tâche mnésique en RV. En effet, bien que Plancher et al. (2012, 2013) aient montré des effets bénéfiques de l'encodage actif sur les performances mnésiques de la RV, Plancher et al. (2013) ainsi que Jebara et al. (2014) ont mis en évidence que la manipulation d'un matériel (un volant d'automobile et deux pédales) trop demandeur de ressources attentionnelles détériorait les performances mnésiques de la RV. Nous allons ci-après développer notre hypothèse relative à la double tâche dans un premier temps et celles relatives à la familiarité à la RV dans un deuxième temps afin d'expliquer leur influence sur les performances mnésiques et, in fine, la taille d'effet de la tâche mnésique en RV.

D'une part, en ce qui concerne l'épreuve de double tâche en RV, nous nous attendions à ce qu'elle corrèle avec les performances mnésiques en RV. Pour rappel, cette épreuve consiste à demander au sujet de mettre le plus de balles dans des cercles et de simultanément répéter des séries de chiffres équivalentes à son empan moins un, et ce, le plus de fois possible en un temps maximum d'une minute. De cette tâche sont issues le nombre de balles correctement placées ainsi que la mesure de déclin représentant la différence entre les séries de chiffres répétées en tâche simple et en tâche double. Au sein de nos analyses, nous n'avons pas observé de corrélations significatives entre ces mesures et les performances mnésiques en RV, ce qui est contraire à notre hypothèse. Cependant, une corrélation modérée significative et positive a été observée entre le nombre de balles correctement placées en double tâche et le rappel total différé de la RV avant la correction de Benjamini-Hochberg, ce qui a attiré notre attention. C'est pourquoi nous avons effectué une régression linéaire entre ces deux mesures afin de pouvoir comprendre si une relation de cause à effet peut être mise en évidence. Nous avons observé que le nombre de balles correctement placées durant la double tâche explique les performances mnésiques de la RV. Nous pouvons donc en conclure que c'est principalement le plan manuel qui influence les performances mnésiques donc une personne ayant des difficultés de manipulation du joystick pourrait voir ses performances mnésiques à la baisse.

D'autre part, en ce qui concerne la familiarité à la technologie nous l'avons mesurée à travers le temps nécessaire au sujet pour exécuter la phase de familiarisation précédant l'encodage ainsi qu'une mesure de familiarité à la technologie issue de deux items de l'ITC-SOPI. Tout d'abord, nous nous attendions à une convergence entre ces deux mesures à travers une corrélation. Cependant, cela n'a pas été observé. Ce résultat peut être expliqué par le manque de pertinence de nos mesures. En effet, la mesure de familiarité à la technologie à travers l'ITC-SOPI n'est pas pertinente car elle n'est composée que de deux items, ce qui ne permet pas de discriminer adéquatement les personnes familiarisées des personnes non familiarisées avec la technologie. Ensuite, la mesure de familiarité à travers le temps nécessaire à la tâche de familiarisation peut également être critiquée et ne pas refléter la familiarisation à la RV. En effet, pour la majorité des participants, la tâche de familiarisation a été bien plus complexe (et donc nécessitant plus de temps) que la manipulation de l'environnement lors de la tâche mnésique en RV. Plus particulièrement, l'apprentissage du déplacement de l'avatar dans un cercle lors de la phase de familiarisation a déstabilisé la grande majorité des participants car ces derniers ne pouvaient voir les jambes de l'avatar qu'ils incarnaient dans l'environnement virtuel. Cela les empêchait de savoir s'ils se trouvaient bien dans le cercle ou non et pour la majorité une aide a été nécessaire. Cette observation nous ramène de nouveau à l'importance de l'effet du corps (Bréchet et al., 2019 ; Tuena et al., 2017). Toutefois, des difficultés de ce type n'ont pas été rencontrées lors de la phase d'encodage de la RV car le déplacement dans un cercle n'a pas été nécessaire et le contexte de l'histoire a rendu les déplacements plus naturels. En effet, les participants ayant de grandes difficultés lors de la phase de familiarisation en ont eu très peu, voire pas du tout, lors de la phase d'encodage.

En outre, nous nous attendions à ce que les mesures de familiarité à la technologie corrèlent avec les mesures de capacités de double tâche. En effet, des personnes peu familiarisées avec la RV pourraient avoir des difficultés de manipulation de la manette et de l'environnement, résultant en des difficultés de double tâche en RV. Les résultats obtenus vont partiellement dans le sens de notre hypothèse car nous avons observé une seule corrélation significative, à savoir : une grande corrélation négative et significative entre le temps de familiarisation à la RV et le nombre de balles correctement placées en double tâche. Cela signifie que plus le temps de familiarisation avec le matériel est long, moins il y a de balles correctement placées en double tâche. Toutefois, malgré cette corrélation, nous ne pouvons inférer si la nature des difficultés de la manipulation du joystick, sont dues à de pauvres capacités de double tâche, à une faible familiarité avec la technologie ou encore aux deux. En

effet, aucune mesure de double tâche hors RV n'a été effectuée et les mesures de familiarité nécessitent d'être améliorées.

Enfin, nous nous attendions à une influence de la familiarité à la RV sur les performances mnésiques de la RV à travers une corrélation entre les mesures de familiarité et les performances mnésiques de la RV. Cependant, nous n'avons pas observé de corrélations significatives entre ces mesures, ce qui peut être expliqué par le manque de pertinence de nos mesures précédemment évoqué.

En conclusion, la RV permet de discriminer les performances des sujets cliniques de celles des sujets contrôles. Toutefois, certaines variables peuvent influencer les performances mnésiques en RV et, in fine, expliquer la taille d'effet de la RV étant plus petite que celle du CVLT. D'une part, nous ne tirons pas profit du plein potentiel de la RV car la pauvre immersion et le faible sentiment de présence de notre méthodologie influencent les performances mnésiques. De plus, la capacité de navigation au sein de l'environnement influence les performances mnésiques de la RV. Les résultats ont montré que de faibles capacités de manipulation du joystick induisent de faibles performances mnésiques en RV. Cependant, nous ne pouvons inférer si les difficultés sur le plan manuel sont dues à de faibles capacités de double tâche, à une faible familiarité à la RV ou aux deux.

#### 6.1.4 Le test de la maison

Troisièmement, nous avons fait l'hypothèse que le test de la maison puisse discriminer les performances des sujets contrôles de celles des sujets cliniques. Toutefois, les observations issues de nos analyses infirment notre hypothèse car nous n'avons pas observé de différence significative entre les performances mnésiques des deux groupes. Ce résultat pourrait être expliqué par trois éléments principaux.

Premièrement, il n'est pas impossible que notre faible échantillon nous empêche d'observer une différence significative. Nous estimons que cette différence aurait pu devenir significative avec un effectif de 15 paires de sujets (2 paires de sujets en plus que notre échantillon) pour une puissance de 0.8 selon g power.

En outre, le délai séparant l'encodage et le rappel n'est pas similaire pour l'ensemble des participants, ce qui est hautement critiquable et peut potentiellement avoir une influence sur les scores de rappel. En effet, le temps de délai de la tâche de la maison n'est pas fixe mais équivaut au temps nécessaire au sujet pour réaliser le rappel de la RV.

Troisièmement, lors du testing, nous avons observé que la réalisation du rappel différé de la tâche de la maison pouvait être une tâche difficile pour les sujets contrôles (et non seulement pour les sujets cliniques). Cela pourrait expliquer pourquoi, sur le plan qualitatif, le groupe contrôle a de plus hauts scores que le groupe clinique sans que cette différence ne soit assez grande pour faire apparaître une significativité.

Plus particulièrement, nous avons observé la difficulté majeure du rappel des contextes temporels (when), et ce, sur l'ensemble de l'échantillon. Cette observation est appuyée par plusieurs éléments. Tout d'abord, lors des analyses, nous avons constaté que la moyenne des contextes temporels rappelés pour la tâche de la maison était la plus faible sur l'ensemble des indices de rappel (what central, what périphérique, where et when), et ce, pour les deux populations. Cela est d'ailleurs concordant avec les auteurs de cette tâche qui ont fait le même constat sur une population d'enfant, et ce, quelle que soit la tranche d'âge (Picard et al., 2012). De plus, la différence des moyennes du nombre de when rappelés entre le groupe clinique et le groupe contrôle est elle aussi la plus faible sur les 4 indices. Enfin, l'absence de corrélation entre la tâche mnésique de la RV et le test de la maison sur le nombre de contextes temporels rappelés, contrairement aux autres indices de rappel qui corrélaient entre eux, atteste la difficulté majeure du rappel des contextes temporels à la tâche de la maison.

Afin d'aller plus loin, nous avons voulu observer si le rappel des actions (what central), étant l'élément factuel principal, permet de discriminer le groupe clinique et le groupe contrôle comparativement à l'indice de contextes temporels (when) manifestement complexe. Nous nous attendions à ce que le rappel des actions soit discriminant contrairement au rappel du contexte temporel. Toutefois, l'absence de différence significative entre les groupes tant pour le rappel des actions que pour le rappel des contextes temporels atteste la difficulté de la tâche ainsi que son manque de sensibilité ne permettant pas de discriminer les deux groupes. La somme des éléments évoqués met donc en évidence certaines faiblesses méthodologiques relatives à cette épreuve.

## **6.2 La validité théorique**

### **6.2.1 La validité convergente**

Ensuite, nous faisons l'hypothèse d'une meilleure validité théorique de la RV, comparativement au CVLT. À cet effet, nous avons commencé par montrer sa bonne validité théorique où nous nous attendions à une corrélation modérée entre les performances mnésiques

de la RV et celles du CVLT. Pour rappel, le CVLT a une méthodologie robuste et des normes solides (Van der Linden, 2014a) mais il reste critiquable sur le plan théorique. C'est pourquoi nous nous attendions à une corrélation modérée et non forte. Nos analyses ont mis en évidence une grande corrélation positive et significative entre le rappel total différé de la RV et celui du CVLT, ce qui va partiellement dans le sens de notre hypothèse. En effet, l'observation d'une corrélation positive et significative va dans le sens de nos hypothèses ainsi que dans le sens de la littérature scientifique. Tel qu'évoqué précédemment, Matheis et al. (2007) ont mis en évidence que le rappel différé de la tâche mnésique en RV (« the VR office environment ») corréle fortement avec le rappel libre différé du CVLT. Dans la même lignée, Ouellet et al. (2018) ont observé une forte corrélation entre le nombre de réponses correctes issues de la tâche mnésique en RV (« the virtual shop ») avec le rappel différé libre du RL/RI 16. Toutefois, la force de la corrélation qui a été mise en évidence entre notre tâche mnésique en RV et le CVLT s'oppose à notre hypothèse selon laquelle nous nous attendions à une corrélation modérée. Il est probable que les éléments évoqués au point 6.1.3 (à savoir : la pauvre immersion, le faible sentiment de présence, les capacités de double tâche ainsi que la familiarité) aient significativement impacté les performances mnésiques en RV et expliquent la force de cette corrélation étant forte et non modérée.

Ensuite, afin de ne pas se limiter à une corrélation entre notre tâche en RV et une tâche critiquable sur le plan théorique et écologique, nous avons utilisé une épreuve papier-crayon évaluant le binding et respectant nos exigences en termes de validité. Nous souhaitons montrer que la RV permet d'évaluer le binding en allant plus loin que Plancher et al. (2010), et ce, à travers l'hypothèse d'une corrélation positive entre la mesure de binding de la RV et la mesure de binding de la tâche de la maison. Cela nous permettrait de mettre en évidence la bonne validité théorique de la RV car le binding est une composante mnésique essentielle au sein de la mémoire épisodique qui nécessite d'être évaluée dans les épreuves mnésiques. Cette hypothèse a été confirmée par nos résultats montrant une grande corrélation positive et significative entre ces mesures, signifiant que plus le binding est élevé dans la RV, plus il est élevé dans la tâche de la maison.

Nous avons également été plus loin dans la validité convergente entre ces deux tâches en réalisant des corrélations entre le détail du rappel de la tâche de RV et celui de la tâche de la maison. Nous nous attendions à ce que les 4 indices correspondants corrélaient entre eux. Cette hypothèse a été partiellement confirmée par de grandes corrélations positives et significatives entre les what centraux, les what périphériques et les where respectifs de chaque épreuve.

Cependant, aucune corrélation significative n'apparaît entre les contextes temporels (when). Cette absence de significativité peut être expliquée par la difficulté de la tâche de la maison (cfr point 6.1.4).

Si nous résumons, la tâche de la maison ne permet pas de discriminer les sujets en mettant en évidence des performances mnésiques significativement plus faibles chez les sujets cliniques comparativement aux sujets contrôles, et ce, sur 3 indices (le rappel total différé, le what central et le when). Cela pourrait s'expliquer par le manque de sujets, le manque de contrôle sur le délai ainsi que la complexité de l'épreuve. Malgré ces limites, la différence qualitative des performances mnésiques entre les groupes à la tâche de la maison permet d'observer de fortes corrélations significatives entre la RV et la tâche de la maison sur 4 indices (le binding, le what central, le what périphérique et le where) ainsi que d'affirmer la validité convergente entre ces épreuves. Ces corrélations mettent en évidence que plus le sujet (qu'il soit clinique ou contrôle) rappelle des actions, des objets/détails associés à l'action, des contextes spatiaux ou a un binding élevé au rappel total différé de la tâche de la maison, plus ces scores seront également élevés au rappel total différé de la tâche mnésique en RV.

### 6.2.2 Une meilleure validité théorique ?

Afin de mettre en évidence une meilleure validité théorique de la RV que le CVLT, nous nous attendions à ce que la force de la corrélation entre les performances mnésiques de la RV et de la tâche de la maison soit plus grande, comparativement à celle entre les performances mnésiques du CVLT et de la tâche de la maison. En effet, nous pourrions nous attendre à ce résultat car la RV et la tâche de la maison prennent en considération des composantes centrales de la mémoire épisodique, à savoir : un encodage incident et non répétitif de traits non seulement factuels mais également spatio-temporels ainsi que la mesure du binding. Or, le CVLT ne tient pas compte de ces éléments malgré leur importance capitale dans le processus de mémoire épisodique. Cependant, notre hypothèse a été infirmée car nous n'avons pas observé une différence significative entre les forces de ces deux corrélations.

Malgré l'absence de confirmation de notre hypothèse supputant une meilleure validité théorique de la RV comparativement au CVLT, nous pouvons tout de même mettre en avant certains éléments appuyant la validité théorique de la tâche mnésique de la RV. En effet, nous avons tout mis en œuvre pour que notre tâche soit la plus théoriquement valide selon les dires des auteurs. Nous avons effectué un encodage incident et non répétitif respectant les dires de Conway (2005), Pause et al. (2013) ainsi que Van der Linden (2014a, 2014b). De plus, cette

tâche tient compte de l'ensemble des traits (factuels et spatio-temporels) évoqués par Tulving (2002). Malgré les critiques évoquées par les participants vis-à-vis du scénario, ces incohérences se sont révélées utiles car elles ont suscité des pensées et des émotions que nous avons pu évaluer comme l'ont souligné Lekeu et al. (2002) ainsi que Van der Linden (2014a). Par ailleurs, nous avons précédemment confirmé la capacité de cette tâche à mesurer le binding étant essentiel selon Lekeu et al. (2002), Pause et al. (2013) ainsi que Van der Linden (2014a). En outre, le rappel a été effectué plus de 24 heures après l'encodage tel que préconisé par Conway (2005), Pause et al. (2013) ainsi que Van der Linden (2014a). Enfin, nous avons pris en considération la phénoménologie si chère à Tulving (1985a, 1985b, 2002) ainsi que Wheeler et al. (1997) à travers la mesure de vivacité.

Certes, les critiques évoquées précédemment vis-à-vis de la tâche en RV au point 6.1.3 (à savoir : le sentiment de présence, l'immersion, les capacités de double tâche et la familiarité à la RV) influencent les performances mnésiques de la RV et pourraient expliquer une partie de cette différence non significative. Toutefois, face aux éléments cités mettant en évidence la validité théorique de la RV sur le plan qualitatif, cela nous mènerait à conclure que ce n'est pas notre tâche mnésique en RV qui manque de validité théorique mais plutôt la tâche de la maison qui serait problématique afin de confirmer notre hypothèse suite aux limites méthodologiques de cette tâche (cfr point 6.1.4).

Afin d'améliorer et rendre cette tâche plus sensible, il serait pertinent d'effectuer quelques modifications. Premièrement, nous pourrions rendre l'ensemble des items plus cohérents sous forme d'histoire sans que cela ressemble à une suite de phrases courtes à mémoriser. Ensuite, nous pourrions alléger la cotation des contextes temporels en acceptant « le matin, l'après-midi, le soir » comme des réponses correctes ainsi qu'ajouter un indice visuel tel que changer la couleur du ciel en fonction du moment de la journée où se déroule l'action pour appuyer l'encodage. De plus, il est nécessaire de contrôler le délai du binding. Enfin, pour s'assurer que cette tâche induit bien une conscience autoéotique, il serait pertinent d'administrer le paradigme remember/know pour l'ensemble des items car selon Tulving (1985a), un souvenir sans composante phénoménologique n'est pas un souvenir épisodique. De plus, l'absence de cet élément subjectif pousserait le participant à répondre sur base d'une connaissance d'une liste de faits et non sur base d'un souvenir d'une histoire ou d'un événement précédemment vécu (Gardiner, 1988, Tulving, 1985a). En effet, lors du rappel, nous ne savons pas si le sujet se base sur le rappel du déplacement de l'image sur le powerpoint ou simplement d'un savoir de la bonne réponse.

Toutefois, il serait également intéressant de changer la tâche de la maison par une autre épreuve. Mazurek et al. (2015) proposent d'évaluer le binding au travers de la « WWW task ». Au cours de cette tâche, le sujet pense participer à une étude investiguant sa capacité à répéter la même phrase en présence d'une source de distraction. Pendant la première séance, il est demandé au sujet de répéter sans arrêt une phrase pendant qu'il place 8 objets à différents endroits du bureau qui lui sont indiqués par l'expérimentateur. Cette procédure est ensuite répétée avec 8 autres objets et 8 autres lieux au sein du même bureau lors de la deuxième séance qui a lieu 2h après la première. Pour l'ensemble des sujets, la phrase à répéter pendant l'encodage, les objets et lieux sont identiques. Lors du rappel différé, le sujet a pour consigne de citer tout ce dont il se rappelle, à savoir : l'objet (what), l'endroit où il a été placé (where) ainsi que le numéro de la séance (when). À la suite du rappel, les auteurs ont utilisé le paradigme remember/know ainsi qu'un questionnaire de vivacité pour investiguer la phénoménologie du rappel. Cette épreuve respecte donc nos exigences en terme de validité car elle implique un encodage incident et non répétitif, elle prend en considération les traits factuels et spatio-temporels afin d'évaluer le binding. De plus, elle nous assure une conscience autoéotique car la majeure partie des participants de Mazurek et al. (2015) disent se rappeler de la phase d'encodage, impliquant un voyage mental dans le temps lors du rappel. En outre, elle est plus écologique car elle implique le sujet dans une série de mouvements naturels, contrairement à la tâche de Picard et al. (2012) qui requiert de déplacer des images sur un powerpoint. Par ailleurs, nous nous assurons de la faisabilité de cette tâche chez une population adulte car elle a été réalisée chez une population âgée entre 18 et 25 ans ainsi que 60 ans et plus, contrairement à la tâche de la maison qui a été testée chez des enfants et non chez des adultes. Enfin, sa validité théorique et écologique a été mise en avant par des corrélations avec deux tâches de mémoire épisodique ainsi qu'un questionnaire des plaintes mnésiques, contrairement à la tâche de la maison où ces précautions n'ont pas été effectuées par Picard et al. (2012).

### 6.2.3 La vivacité

Au vu de l'importance accordée par Tulving à la phénoménologie, nous avons également investigué la question de la vivacité. Nous nous attendions à une corrélation positive entre la vivacité et les performances mnésiques à la RV. Les analyses ont montré une grande corrélation positive et significative entre le rappel total différé de la RV et le score de vivacité ainsi qu'entre le score de binding de la RV et le score de vivacité, ce qui confirme notre hypothèse. Ceci met en évidence que, d'une part, plus le sentiment de vivacité est élevée et plus la richesse du souvenir de la RV est élevée. D'autre part, plus ce sentiment subjectif est élevé

et plus le nombre d'éléments rappelés par action est élevé. Par ailleurs, nous pouvons aller plus loin que notre hypothèse initiale car la réalisation de la régression linéaire nous permet d'affirmer que la richesse du souvenir en RV prédit le score de vivacité. Enfin, l'ensemble de ces éléments sont concordants avec l'étude de Folville et al. (2020).

### 6.3 La validité écologique

Ensuite, afin de mettre en évidence la validité écologique de la RV, nous avons récolté les plaintes mnésiques des participants ainsi que les plaintes mnésiques des sujets cliniques rapportées par leur proche à travers un questionnaire en ligne (la CEPM). Nous avons ensuite corrélé ces données avec les performances mnésiques issues de la RV, du CVLT et de la tâche de la maison où nous nous attendions à des corrélations négatives.

Premièrement, les analyses réalisées sur les plaintes mnésiques rapportées par les sujets ont mis en évidence une seule corrélation significative, à savoir : une corrélation modérée et négative entre le score de binding de la tâche de la maison et la proportion des plaintes journalières rapportée par les participants. Le faible taux de corrélations significatives peut être expliqué par des problématiques méthodologiques liées à l'utilisation de la CEPM. En effet, sur l'ensemble des participants, un sujet a été perdu car son faible usage de la technologie ne lui a pas permis de compléter la CEPM. De plus, la majorité des sujets n'a pas complété la CEPM pendant les six jours, ce qui biaise la mesure. Le faible taux de réponse de certains participants peut être expliqué par plusieurs hypothèses. Tout d'abord, il se pourrait que le sujet ait simplement oublié de compléter le questionnaire. Ensuite, l'emploi du temps sur le plan professionnel pourrait poser problème pour compléter les questionnaires envoyés le matin et l'après-midi. Par ailleurs, tous les sujets n'ont pas pour habitude de consulter leur boîte mail journalièrement. Enfin le manque de respect des consignes a causé une perte de données pour 3 questionnaires dont nous n'avons pas pu retrouver l'auteur.

Deuxièmement, les analyses réalisées sur les plaintes mnésiques des sujets cliniques rapportées par leur proche ne mettent pas en évidence de corrélations significatives avec les plaintes mnésiques rapportées par les sujets, le rappel total différé de la RV, le rappel différé du CVLT ni le score de binding de la tâche de la maison. D'une part, cela indique qu'il n'y a pas de concordance entre les plaintes mnésiques rapportées par les sujets cliniques et les plaintes mnésiques des sujets cliniques rapportées par un de leur proche. D'autre part, ces résultats montrent que les plaintes mnésiques rapportées par les proches n'ont pas de lien avec les performances mnésiques des sujets cliniques. Ces données vont donc à l'encontre des résultats

obtenus par Sunderland et al. (1983) ayant observé des corrélations entre un questionnaire complété par un proche ainsi que les performances mnésiques des patients. Cette absence de corrélation peut être expliquée par la perte de données car deux proches n'ont pas complété la CEPM, ce qui réduit la taille de notre échantillon déjà faible à l'origine. De plus, nous pouvons émettre un doute sur la pertinence de cette mesure car un des proches ayant complété la CEPM était âgé de 12 ans et un autre proche a complété le questionnaire sans avoir vu le sujet clinique suite à la seconde séance de testing.

Outre ces observations, il convient également de se pencher sur les études issues de la littérature scientifique ayant utilisé l'expérience sampling. Verhagen et al. (2019) ont montré la pertinence de l'expérience sampling afin de récolter des données cognitives journalières chez des personnes saines, tandis que Bartels et al. (2020) ont observé la faisabilité de cette méthode pour récolter des informations comportementales, cognitives et émotionnelles chez des personnes ayant des troubles mnésiques. Toutefois, plusieurs auteurs mettent en évidence certaines difficultés dont il est nécessaire de tenir compte lors de l'utilisation de l'expérience sampling. Selon Csikszentmihalyi et Larson (2014), cette méthode risque de ne pas être pertinente lorsqu'une partie de l'échantillon ne peut répondre aux questionnaires ou pourrait répondre de manière biaisée, ce qui a précédemment été mis en évidence dans nos observations relatives à la CEPM. En outre, bien que Bartels et al. (2020) aient mis en évidence la pertinence de l'expérience sampling chez des personnes ayant des difficultés mnésiques, cela a uniquement été démontré chez les personnes ayant de bonnes capacités d'usage de leur propre smartphone. De fait, Ramsey et al. (2016) mettent en exergue le manque d'adhésion à cette méthode chez des personnes ayant des difficultés avec la technologie, ce que nous avons également observé. De plus, ces auteurs évoquent d'autres éléments menant à une faible adhésion, à savoir : des difficultés mnésiques, auditives ou visuelles. En effet, les sujets pourraient oublier de répondre au questionnaire, ne pas entendre l'alarme du smartphone ou encore avoir des difficultés si les touches sont trop petites. En outre, Poitrenaud et al. (1997) évoquent l'influence de l'état affectif sur des questionnaires auto-évaluatifs évaluant la mémoire. Ensuite, Eisele et al. (2020) ont mis en exergue que de longs questionnaires (60 items) augmentent la charge ressentie mais pas la fréquence à laquelle les questionnaires sont envoyés. La CEPM étant composée d'une quarantaine d'items, il est probable que cela ait influencé les résultats selon ces auteurs. Enfin, Bartels et al. (2020) ont également observé qu'augmenter la conscience des difficultés cognitives quotidiennes à travers l'expérience sampling peut être éprouvant pour certains sujets. En effet, de par ses réponses, un sujet semblait particulièrement heurté et justifiait ses oublis.

Suite aux observations qualitatives et à la littérature, nous pouvons en conclure que notre mesure des plaintes mnésiques journalières à travers l'expérience sampling n'est pas adéquate.

### **6.3.1 Une meilleure validité écologique ?**

Afin de mettre en évidence la meilleure validité écologique de la RV, comparativement au CVLT, nous nous attendions à ce que la force de la corrélation entre les performances mnésiques issues de la RV et les plaintes journalières rapportées par les sujets soit plus forte que celle entre les performances mnésiques issues du CVLT et les plaintes journalières rapportées par les sujets. Pour ce faire, nous avons effectué une comparaison de corrélations. Toutefois, aucune différence significative n'a été observée entre les coefficients de corrélation, ce qui va à l'encontre de notre hypothèse. Ce résultat peut être expliqué par les difficultés méthodologiques de la CEPM ainsi que les éléments issus de la littérature (cfr point 6.3) affirmant le manque de pertinence de cette mesure. Afin d'avoir une méthode plus adéquate, il serait préférable d'utiliser un autre outil afin de récolter les plaintes mnésiques quotidiennes des sujets. Ce point sera abordé plus en profondeur dans le mémoire d'Elisabeth Scohier.

## **6.4 L'influence du sentiment de présence et du cybermalaise**

Pour terminer, nous avons fait l'hypothèse que le sentiment de présence influence l'encodage et le rappel de la RV ainsi que la vivacité. Pour ce faire, nous souhaitions observer une corrélation positive entre le sentiment de présence et les performances mnésiques en RV ainsi qu'entre le sentiment de présence et la vivacité. Toutefois l'absence de corrélation significative entre ces mesures a infirmé notre hypothèse. Nous pouvons expliquer ces résultats par le manque d'immersion de la méthode utilisée engendrant un faible sentiment de présence détaillé précédemment au point 6.1.3.

Ensuite, nous avons fait l'hypothèse que notre méthodologie peu immersive n'engendrerait pas de cybermalaise, contrairement à l'outil employé par Amandine Remacle (2020). En effet, Smith (2019) évoque l'apparition de cybermalaise lorsque des méthodes très immersives sont utilisées. Nous avons contrôlé le sentiment de cybermalaise à l'aide du facteur « effets négatifs » de l'ITC-SOPI et nous nous attendions à une absence de corrélation entre le cybermalaise et les performances mnésiques en RV ainsi qu'entre le cybermalaise et le sentiment de vivacité. Toutefois, les résultats observés vont partiellement dans le sens de nos hypothèses. En effet, nous avons observé une corrélation moyenne négative et significative entre le cybermalaise et la vivacité, ce qui infirme notre hypothèse. D'une part, ce résultat indique que plus le sujet ressent des symptômes de cybermalaise, moins la vivacité du souvenir

est élevée. D'autre part, ce résultat nous pousse à nuancer nos propos en indiquant que le cybermalaise n'est pas totalement absent mais bien majoritairement absent. En effet, sur l'ensemble des participants, la moyenne de réponses aux 6 items (ayant un score minimum de 1 et un score maximum de 5) est de 1,87 ( $ET = 0,86$ ), ce qui insinue que les participants (sauf un) ont éprouvé de légers symptômes de cybermalaise et non une absence totale. Enfin, l'observation d'une absence de corrélation entre le cybermalaise et le rappel total différé de la RV va dans le sens de notre hypothèse. Cependant, ce constat n'est pas expliqué par l'absence totale de cybermalaise mais par la présence de faibles symptômes n'ayant pas d'influence sur les performances mnésiques en RV.

### 6.5 Les limites méthodologiques

Nous avons précédemment évoqué le manque d'immersion et de sentiment de présence au sein de la RV. Afin d'augmenter ces composantes, il pourrait être pertinent de mettre en place certains aménagements tout en gardant l'environnement virtuel en 2D afin d'éviter tout cybermalaise. Dans ce sens, nous pourrions placer le sujet dans la pénombre et debout face à l'environnement virtuel projeté sur un mur ou sur un drap blanc ainsi qu'utiliser un système de home cinema. En outre, l'usage d'un outil permettant de réaliser des mouvements plus naturels tels que le kinect ou des combinaisons dotées de détecteurs de mouvements pourraient rencontrer ces objectifs car ce matériel permet au sujet de produire des mouvements naturels qui sont reproduits à l'identique par l'avatar qu'ils incarnent dans l'environnement virtuel.

Ensuite, afin de comprendre si la manipulation de la manette résulte de difficultés de double tâche ou à un manque de familiarité à la technologie, il aurait été pertinent d'ajouter une tâche simple manuelle. Cette dernière demanderait au sujet de simplement mettre des balles dans des cercles afin d'obtenir une mesure de déclin sur le plan manuel en plus de la mesure de déclin verbale. Suite à ces épreuves simples, la double tâche en RV serait réalisée. Cela nous permettrait d'inférer la nature des difficultés. En effet, si le sujet réussit la tâche simple manuelle et échoue à la double tâche, nous pourrions inférer une difficulté de double tâche. À contrario, si le sujet échoue à la tâche simple manuelle ainsi que la double tâche, nous pourrions inférer une difficulté de familiarité avec la RV. Par ailleurs, nous pourrions également ajouter une épreuve normée de double tâche papier-crayon. Si cette dernière est ratée ainsi que la double tâche en RV, nous pourrions conclure à des difficultés de double tâche, tandis que si la double tâche hors RV est réussie et la double tâche en RV est ratée cela nous amènerait à dire que les

difficultés sont dues à un manque de familiarité avec la technologie. En outre, il serait préférable d'avoir une meilleure mesure de la familiarité à la technologie plus détaillée et discriminative.

Ensuite, sachant que les performances mnésiques ont un lien avec la conscience auto-néotique (Gauthier, 2020), il serait pertinent de peaufiner la mesure de phénoménologie. D'une part, l'utilisation du paradigme remember/know de Tulving (1985a) permettrait de savoir si le sujet donne sa réponse sur base d'un rappel ou sur base d'un souvenir du contexte de l'encodage. D'autre part, l'utilisation du « Vividness of Visual Imagery Questionnaire » de Marks (1973) ou le « Vividness of Movement Imagery Questionnaire » de Isaac et al. (1986) pourrait être pertinente pour détailler la mesure de vivacité du souvenir.

Par ailleurs, la longueur de la seconde séance ainsi que la demande attentionnelle requise sont particulièrement importantes et pourraient impacter les résultats. De plus, l'enchaînement des épreuves est également critiquable. En effet, 3 épreuves de mémoire épisodique sont réalisées les unes à la suite des autres (cfr 4.3), sachant que les deux premières concernent l'encodage et le rappel d'actions réalisées au sein d'une maison. C'est pourquoi il serait préférable de réaliser l'ensemble du testing sur trois séances afin d'éviter un possible effet de fatigue ainsi que des effets proactif ou rétroactifs sur les épreuves de mémoire épisodique.

De surcroît, il convient de garder en tête que malgré l'appariement one-one des participants sur base de leur âge, notre échantillon contient un large éventail d'âges, allant de 22 à 68 ans. Or, l'âge influence une grande majorité des indices que nous avons pris en considération dans cette étude. Pour rappel, l'avancée en âge diminue les performances mnésiques (Plancher et al., 2010), les fonctions exécutives (Buckner, 2004 ; Moffat, 2009) et le processus de binding (Kessels et al., 2007 ; Naveh-Benjamin, 1988). De plus, Folville et al (2020) évoquent un processus d'attribution de vivacité du souvenir étant différent chez les personnes âgées, par rapport aux plus jeunes. En outre, les personnes âgées ont tendance à être moins familiarisées avec les nouvelles technologies (Repetto et al., 2016 ; Rizzo et al., 2020 ; Smith, 2019).

Enfin, bien qu'une différence significative ne soit pas observée entre le délai de 3 jours et le délai de 4 jours sur les performances au rappel total différé de la RV, sur le plan qualitatif nous observons une différence de 10 points entre les moyennes. Suite à cette légère différence, il se pourrait que cela ait légèrement impacté la taille de l'effet de groupe de la RV.

## 7. Conclusions et perspectives

---

Au sein de cette rédaction, nous avons dans un premier temps investigué la mémoire épisodique sous toutes ses formes. Nous en avons tiré sa complexité, sa fragilité ainsi que les nombreuses variables qui peuvent l'influencer. Ensuite, nous avons attiré notre attention sur les épreuves neuropsychologiques actuellement utilisées en clinique évaluant ce processus mnésique. Nous avons pu mettre en évidence certaines critiques et limites de ces tâches vis-à-vis du cadre théorique posé par les pionniers. In fine, nous avons investigué l'intérêt de l'utilisation d'une technologie émergente du 21<sup>ème</sup> siècle afin de pallier les problématiques soulevées, à savoir : la réalité virtuelle.

À travers notre étude, l'objectif était de montrer la meilleure validité théorique et écologique de cet outil pour évaluer la mémoire épisodique, comparativement au CVLT étant une épreuve robuste et quotidiennement utilisée en clinique. Il en ressort que nous avons pu mettre en évidence la bonne validité théorique de la RV. Toutefois, nous n'avons pas pu montrer sa meilleure validité théorique, ni sa bonne validité écologique pour évaluer la mémoire épisodique suite aux biais méthodologiques provenant de la tâche de binding et de la mesure des plaintes mnésiques. En outre, nous avons pu observer les difficultés qui peuvent émerger lors de l'utilisation de la RV et influencer les données observées, à savoir : l'immersion, le sentiment de présence, le cybermalaise, les capacités de double tâche et la familiarité à la RV. Il est donc nécessaire de ne pas négliger l'influence de ces variables lorsque la RV est utilisée.

Suite à ces résultats, différentes perspectives pour la recherche se dessinent. Premièrement, il serait pertinent de répliquer les résultats de cette étude, et ce, en tenant compte des différentes limites et propositions de modifications discutées dans la section précédente ainsi qu'en augmentant considérablement la taille de l'échantillon à une trentaine de sujets par groupe. Ensuite, l'utilisation du score On/Off que nous avons employé favorise le plan quantitatif. Toutefois, il désavantage les sujets ayant fourni un rappel détaillé de la tâche mnésique en RV. Or, il serait également intéressant de se pencher sur le plan qualitatif. Malgré la complexité et le temps que requerrait la cotation, cela permettrait d'avoir un aperçu de la quantité de détails fournie et si celle-ci diffère entre les sujets cliniques et contrôles. Enfin, la prise en compte de la différence entre le rappel différé libre et indicé serait également une donnée pertinente afin de distinguer différents profils de patients amnésiques.

Toutefois, la question la plus importante reste encore en suspens, à savoir : que nous disent les résultats de cette étude sur l'utilisation de la réalité virtuelle en clinique ? Sur ce plan,

il est clair que l'avenir de la technologie en pratique neuropsychologique se dessine tout doucement et devient l'allié des neuropsychologues sur le terrain. En effet, tous les centres de revalidation neuropsychologique sont dotés d'ordinateurs ainsi que de programmes de revalidation informatisés. Ces tâches de faible immersion permettent d'augmenter le spectre des exercices réalisés lors de revalidations. Par ailleurs, certains centres ont investi dans un projecteur permettant d'augmenter considérablement la surface visuelle de la tâche lors de son exécution. Cependant, très peu d'entre eux sont dotés de matériel permettant une immersion en trois dimensions car cela reste encore limité au champ de la recherche. Pendant que la RV fait tout doucement son chemin dans le cadre de revalidations neuropsychologiques, nos résultats sont un petit pas de plus vers l'inclusion de la RV dans le cadre de bilans neuropsychologiques. En effet, bien que nous n'ayons pas abouti à nos objectifs, nous pourrions tout de même affirmer que la RV est pertinente pour évaluer la mémoire épisodique car les problématiques majeures de notre étude se situent, non pas au sein de la RV, mais dans l'épreuve de binding et le questionnaire en ligne relatif aux plaintes mnésiques qui ont été utilisés.

Bien que la réalité virtuelle puisse être un bon outil pour évaluer la mémoire épisodique, il semble nécessaire d'élargir notre champ de vision afin de traiter plusieurs questions pragmatiques. Premièrement, comment réagir face aux patients ne pouvant utiliser la réalité virtuelle parce que ces derniers sont peu familiarisés avec ce type de technologie, ont des difficultés de double tâche ou encore des symptômes de cybermalaise ? Dans ces cas précis, il serait pertinent de s'intéresser à l'utilisation des technologies dites « lifelogging » permettant de photographier ou enregistrer le quotidien des patients tels que le SenseCam (Sellen et al., 2007) ou encore le Microsoft SenseCam system (Lee & Dey, 2008). Ces outils sont par définition proches du quotidien et donc valides sur le plan théorique. Toutefois, le neuropsychologue aura besoin du proche du patient car le professionnel n'a aucune certitude que les éléments rappelés par le patient sont corrects.

Deuxièmement, une question (pour le moins complexe) qui mérite réflexion est la suivante : comment garder le principe d'encodage incident lorsque le patient sait qu'il effectue un bilan neuropsychologique pour des plaintes mnésiques ?

Une multitude d'autres questionnements concernant l'utilisation de la réalité virtuelle dans le cadre d'évaluations neuropsychologiques peuvent être traités. Il convient de tenter d'y apporter une réponse tout en gardant un œil sur les avancées technologiques car aucun outil n'est parfait et peut toujours être amélioré.

## 8. Bibliographie

---

- Abichou, K., La Corte, V., & Piolino, P. (2017). Does virtual reality have a future for the study of episodic memory in aging? *Gériatrie et Psychologie Neuropsychiatrie Du Vieillissement*, 15(1), 65-74. <https://dx.doi.org/10.1684/pnv.2016.0648>
- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5th ed.).
- André, N., Loye, N., & Laurencelle, L. (2015). La validité psychométrique: Un regard global sur le concept centenaire, sa genèse, ses avatars. *Mesure et Évaluation en Éducation*, 37(3), 125-148. <https://doi.org/10.7202/1036330ar>
- Andrews, G., Murphy, K., & Dunbar, M. (2020). Self-referent encoding facilitates memory binding in young children: New insights into the self-reference effect in memory development. *Journal of Experimental Child Psychology*, 198, Article 104919. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2020.104919>
- Ariza, M., Serra-Grabulosa J. M., Junque, C., Ramirez, B., Mataro, M., Poca, A., Bargallo, N., & Sahuquillo, J. (2006). Hippocampal head atrophy after traumatic brain injury. *Neuropsychologia*, 44(10), 1956–1961. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2005.11.007>
- Baddeley, A. (1992). Working memory. *Science*, 255(5044), 556–559. doi:10.1126/science.1736359
- Baddeley, A. (1996). Exploring the central executive. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 49(1), 5-28. <https://doi.org/10.1080/713755608>
- Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 417-423. <https://doi.org/10.1016/S1364-6613%2800%2901538-2>
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working memory. *Psychology of Learning and Motivation*, 8, 47-89. [https://doi.org/10.1016/S0079-7421\(08\)60452-1](https://doi.org/10.1016/S0079-7421(08)60452-1)
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (1994). Developments in the concept of working memory. *Neuropsychology*, 8(4), 485-493. <http://dx.doi.org/10.1037/0894-4105.8.4.485>
- Baddeley, A. D., Thomson, N., & Buchanan, M. (1975). Word length and the structure of short-term memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 14(6), 575-589. [https://doi.org/10.1016/S0022-5371\(75\)80045-4](https://doi.org/10.1016/S0022-5371(75)80045-4)
- Baldo, J. V., & Shimamura, A. P. (2002). Frontal lobes and memory. In A. Baddeley, B. Wilson, & M. Kopelman (Eds.), *Handbook of memory disorders* (pp. 363-379). John Wiley & Co.
- Barbeau, E., Ronat, L., & Didic, M. (2020). Études de cas et neuropsychologie de la mémoire: Et maintenant, c'est fini? *Revue de Neuropsychologie*, 12(1), 19-25. doi: 10.1684/nrp.2020.0536
- Bartels, S. L., Van Knippenberg, R. J., Malinowsky, C., Verhey, F. R., & de Vugt, M. E. (2020). Smartphone-based experience sampling in people with mild cognitive impairment: Feasibility and Usability Study. *JMIR Aging*, 3(2), Article e19852. doi:10.2196/19852
- Bastin, C., & Van der Linden, M. (2003). The contribution of recollection and familiarity to recognition memory: A study of the effects of test format and aging. *Neuropsychology*, 17(1), 14-24. doi: 10.1037/0894-4105.17.1.14
- Bayley, P. J., Wixted, J. T., Hopkins, R. O., & Squire, L. R. (2008). Yes/no recognition, forced-choice recognition, and the human hippocampus. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 20(3), 505-512. <https://doi.org/10.1162/jocn.2008.20038>

- Becquet, C., Quinette, P., Eustache, F., & Desgranges, B. (2017). Évaluation neuropsychologique de la mémoire épisodique. *Revue de Neuropsychologie, Neurosciences Cognitives et Cliniques*, 9(4), 253-260. doi:10.1684/nrp.2017.0430
- Bendahan, C. (2018). *Les liens entre la mémoire des événements personnellement vécus et l'identité: Élaboration d'une nouvelle tâche de mémoire épisodique* [Thèse de doctorat, Université de Genève]. UNIGE. doi: 10.13097/archive-ouverte/unige:102862
- Beneat, S. L., Ngo, C. T., Olson, I. R., & Newcombe, N. S. (2021). Understanding relational binding in early childhood: Interacting effects of overlap and delay. *Journal of Experimental Child Psychology*, 208, Article 105152. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2021.105152>
- Blake, R. V., Wroe, S. J., Breen, E. K., & McCarthy, R. A. (2000). Accelerated forgetting in patients with epilepsy: Evidence for an impairment in memory consolidation, *Brain*, 123(3), 472-483, <https://doi.org/10.1093/brain/123.3.472>
- Bréchet, L., Mange, R., Herbelin, B., Theillaud, Q., Gauthier, B., Serino, A., & Blanke, O. (2019). First-person view of one's body in immersive virtual reality: Influence on episodic memory. *Plos ONE*, 14(3), Article e0197763. <https://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0197763>
- Buckner, R. L. (2004). Memory and executive function in aging and AD: Multiple factors that cause decline and reserve factors that compensate. *Neuron*, 44(1), 195-208. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2004.09.006>
- Camara Lopez, M. (2018). *Développement d'un outil d'évaluation neuropsychologique en réalité virtuelle : cas spécifique de l'évaluation de la mémoire prospective* [Thèse de doctorat non publiée]. Université Libre de Bruxelles.
- Chalfonte, B. L., Verfaillie, M., Johnson, M. K., & Reiss, L. (1996). Spatial location memory in amnesia: Binding item and location information under incidental and intentional encoding conditions. *Memory*, 4(6), 591-614. <https://doi.org/10.1080/741940998>
- Chaytor, N., & Schmitter-Edgecombe, M. (2003). The ecological validity of neuropsychological tests: A review of the literature on everyday cognitive skills. *Neuropsychology Review*, 13(4), 181-197. <http://dx.doi.org/10.1023/B:NERV.0000009483.91468.fb>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates.
- Conway, M. A. (2005). Memory and the self. *Journal of Memory and Language*, 53(4), 594-628. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jml.2005.08.005>
- Conway, M. A. (2009). Episodic memories. *Neuropsychologia*, 47(11), 2305-2313. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2009.02.003>
- Conway, M. A., & Pleydell-Pearce, C. W. (2000). The construction of autobiographical memories in the self-memory system. *Psychological Review*, 107(2), 261-288. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.107.2.261>
- Conway, M. A., Singer, J. A., & Tagini, A., (2004). The self and autobiographical memory: Correspondence and coherence. *Social Cognition*, 22(5), 491-529. <http://dx.doi.org/10.1521/soco.22.5.491.50768>
- Craik, F. I. M., & Lockhart, R. S. (1972). Levels of processing: A framework for memory research. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 11(6), 671-684. [https://doi.org/10.1016/S0022-5371\(72\)80001-X](https://doi.org/10.1016/S0022-5371(72)80001-X)
- Croisile, B. (2009). Approche neurocognitive de la mémoire. *Gérontologie et Société*, 32(130), 11-29. doi: 10.3917/gs.130.0011

- Cronbach, L. J., & Meehl, P. E. (1955). Construct validity in psychological tests. *Psychological Bulletin*, 52(4), 281–302. <https://doi.org/10.1037/h0040957>
- Csikszentmihalyi, M., & Larson, R. (2014). Validity and reliability of the experience-sampling method. In M. Csikszentmihalyi (Ed.), *Flow and the foundations of positive psychology* (pp. 35-54). Springer.
- D'Argembeau, A., Comblain, C., & Van der Linden, M. (2003). Phenomenal characteristics of autobiographical memories for positive, negative, and neutral events. *Applied Cognitive Psychology*, 17(3), 281-294. <https://doi.org/10.1002/acp.856>
- DeJong, J., & Donders, J. (2009). A confirmatory factor analysis of the California Verbal Learning Test - second edition (CVLT-II) in a traumatic brain injury sample. *Assessment*, 16(4), 328-336. <https://doi.org/10.1177/1073191109336989>
- Delis, D. C., Freeland, J., Kramer, J. H., & Kaplan, E. (1988). Integrating clinical assessment with cognitive neuroscience: Construct validation of the California Verbal Learning Test. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 56(1), 123-130. <http://dx.doi.org/10.1037/0022-006X.56.1.123>
- Dere, E., Pause, B. M., & Pietrowsky, R. (2010). Emotion and episodic memory in neuropsychiatric disorders. *Behavioural Brain Research*, 215(2), 162-171. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2010.03.017>
- Durand, T., Berzero, G., Bompaire, F., Hoffmann, S., Léger, I., Jego, V., Baruteau, M., Delgadillo, D., Taillia, H., Psimaras, D., & Ricard, D. (2018). Episodic memory impairments in primary brain tumor patients. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 33(8), 949-955. <https://doi.org/10.1093/arclin/acx138>
- Duval, C., Eustache, F., & Piolino, P. (2007). Self multidimensionnel, mémoire autobiographique et vieillissement. *Psychologie & NeuroPsychiatrie du vieillissement*, 5(3), 179-192. doi: 10.1684/pnv.2007.0100
- Eichenbaum, H. (2000). A cortical-hippocampal system for declarative memory. *Nature Reviews Neuroscience*, 1(1), 41-50. <https://doi.org/10.1038/35036213>
- Eisele, G., Vachon, H., Lafit, G., Kuppens, P., Houben, M., Myin-Germeys, I., & Viechtbauer, W. (2020). The effects of sampling frequency and questionnaire length on perceived burden, compliance, and careless responding in experience sampling data in a student population. *Assessment*, 1-16. <https://doi.org/10.1177/1073191120957102>
- Elias, Cherin S & Perfetti, Charles A. (1973). Encoding task and recognition memory: The importance of semantic encoding. *Journal of Experimental Psychology*, 99(2), 151-156. <https://doi.org/10.1037/h0034644>
- Eustache, F., & Desgranges, B. (2008). MNESIS: Towards the integration of current multisystem models of memory. *Neuropsychology Review*, 18(1), 53-69. <https://dx.doi.org/10.1007/s11065-008-9052-3>
- Fernández, A. L., & Abe, J. (2018). Bias in cross-cultural neuropsychological testing: Problems and possible solutions. *Culture and Brain*, 6(1), 1-35. <https://doi.org/10.1007/s40167-017-0050-2>
- Figueiredo, P. R., Tolomeo, S., Steele, J. D., & Baldacchino, A. (2020). Neurocognitive consequences of chronic cannabis use: A systematic review and meta-analysis. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 108, 358-369. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2019.10.014>
- Folville A., D'Argembeau, A., & Bastin, C. (2020). Deciphering the relationship between objective and subjective aspects of recollection in healthy aging. *Memory*, 28(3), 362-373, doi: 10.1080/09658211.2020.1720741
- Gardiner, J. M. (1988). Functional aspects of recollective experience. *Memory & Cognition*, 16(4), 309-313. <https://doi.org/10.3758/BF03197041>

- Gauthier, B., Bréchet, L., Lance, F., Mange, R., Herbelin, B., Faivre, N., Bolton, T. A. W., Van De Ville, D., & Blanke, O. (2020). First-person body view modulates the neural substrates of episodic memory and auto-nocentric consciousness: A functional connectivity study. *NeuroImage*, *223*, Article 117370. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2020.117370>
- Grady, C. L., McIntosh, A. R., Horwitz, B., Maisog, J. M., Ungerleider, L. G., Mentis, M. J., Pietrini, P., Schapiro, M. B., & Haxby, J. V. (1995). Age-related reductions in human recognition memory due to impaired encoding. *Science*, *269*(5221), 218-221. doi: 10.1126/science.7618082
- Grober, E., & Buschke, H. (1987). Genuine memory deficits in dementia. *Developmental Neuropsychology*, *3*(1), 13-36. <https://doi.org/10.1080/87565648709540361>
- Hasher, L., & Zacks, R. T. (1979). Automatic and effortful processes in memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, *108*(3), 356-388. <http://dx.doi.org/10.1037/0096-3445.108.3.356>
- He, Y., Chen, Z., & Evans, A. (2008). Structural insights into aberrant topological patterns of large-scale cortical networks in Alzheimer's disease. *Journal of Neuroscience*, *28*(18), 4756-4766. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0141-08.2008>
- Hill, B. D., Alosco, M., Bauer, L., & Tremont, G. (2012). The relation of executive functioning to CVLT-II learning, memory, and process indexes. *Applied Neuropsychology: Adult*, *19*(3), 198-206, <https://doi.org/10.1080/09084282.2011.643960>
- Horner, A., Bisby, J., Bush, D., Lin, W., & Burgess, N. (2015). Evidence for holistic episodic recollection via hippocampal pattern completion. *Nat Commun* *6*, Article 7462. <https://doi.org/10.1038/ncomms8462>
- Huffman, K. (2009). *Introduction à la Psychologie* (3rd ed.) (M. C. Chantal, L. Fortier & T. Pouliot, Trans.). De Boeck. (Travail original publié 2007).
- Isaac, A., Marks, D. F., & Russell, D. G. (1986). An instrument for assessing imagery of movement: The Vividness of Movement Imagery Questionnaire (VMIQ). *Journal of Mental Imagery*, *10*(4), 23-30. doi: 10.1037/t07980-000
- Jacobs, M. L., & Donders, J. (2007). Criterion validity of the California Verbal Learning Test-Second Edition (CVLT-II) after traumatic brain injury. *Archives of Clinical Neuropsychology*, *22*(2), 143-149. <https://doi.org/10.1016/j.acn.2006.12.002>
- Jebara, N., Orriols, E., Zaoui, M., Berthoz, A., & Piolino, P. (2014). Effects of enactment in episodic memory: A pilot virtual reality study with young and elderly adults. *Frontiers in Aging Neuroscience*, *6*. doi: 10.3389/fnagi.2014.00338
- Jurado, M. B., & Rosselli, M. (2007). The elusive nature of executive functions: a review of our current understanding. *Neuropsychology review*, *17*(3), 213-233. doi: 10.1007/s11065-007-9040-z
- Kessels, R. P. C., Hobbel, D. & Postma, A. (2007). Aging, context memory and binding: A comparison of "what, where and when" in young and older adults. *International Journal of Neuroscience*, *117*(6), 795-810. <https://doi.org/10.1080/00207450600910218>
- Kramer, J. H., Levin, B. E., Brandt, J., & Delis, D. C. (1989). Differentiation of Alzheimer's, Huntington's, and Parkinson's disease patients on the basis of verbal learning characteristics. *Neuropsychology*, *3*(2), 111-120. <http://dx.doi.org/10.1037/h0091766>
- Krohn, S., Tromp, J., Quinque, E. M., Belger, J., Klotzsche, F., Rekers, S., Chojecki, P., de Mooij, J., Akbal, M., McCall, C., Villringer, A., Gaebler, M., Finke, C., & Thone-Otto, A. (2020). Multidimensional evaluation of

- virtual reality paradigms in clinical neuropsychology: Application of the vr-check framework. *Journal of Medical Internet Research*, 22(4). <https://dx.doi.org/10.2196/16724>
- Kwilasz, A., Todd, L., Duran-Malle, J., Schrama, A., Mitten, E., Larson, T., Clements, M. A., Harris, K. M., Litwiler, S. T., Wang, X., Van Dam, A., Maier, S. F., Rice, K. C., Watkins, L. R., & Barrientos, R. (2021). Experimental autoimmune encephalopathy (EAE)-induced hippocampal neuroinflammation and memory deficits are prevented with the non-opioid TLR2/TLR4 antagonist (+)-naltrexone. *Behavioural Brain Research*, 396, Article 112896. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2020.112896>
- Lecouvey, G., Gonneaud, J., Eustache, F., & Desgranges, B. (2015). Les grandes théories de la mémoire prospective: Vers une vision dynamique des processus cognitifs engagés lors du rappel programme d'intentions. *Revue de Neuropsychologie, Neurosciences Cognitives et Cliniques*, 7(3), 207-215. doi:10.1684/nrp.2015.0354
- Lee, M. L., & Dey, A. K. (2008). Lifelogging memory appliance for people with episodic memory impairment. In *Proceedings of the 10th international conference on Ubiquitous computing* (pp. 44–53). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/1409635.1409643>
- Lekeu, F., Marczewski, P., Van der Linden, M., Collette, F., Degueldre, C., Del Fiore, G., Luxen, A., Franck, G., Moonen, G., & Salmon, E. (2002). Effects of incidental and intentional feature binding on recognition: A behavioural and PET activation study. *Neuropsychologia*, 40(2), 131-144. <https://doi.org/10.1016/S0028-3932%2801%2900088-4>
- Lenhard, W. & Lenhard, A. (2014). *Hypothesis Tests for Comparing Correlations*. Retrieved from <https://www.psychometrica.de/correlation.html>
- Lessiter, J., Freeman, J., Keogh, E., & Davidoff, J. (2001). A cross-media presence questionnaire: The ITC-Sense of Presence Inventory. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 10(3), 282-297. <https://doi.org/10.1162/105474601300343612>
- Libkuman, T. M., Stabler, C. L., & Otani, H. (2004). *Arousal, valence, and memory for detail*. *Memory*, 12(2), 237-247. doi: 10.1080/09658210244000630
- Lince, J. (2020). *Apport de la réalité virtuelle pour évaluer la mémoire épisodique*. [Mémoire de master, Université de Liège]. MatheO. <https://matheo.uliege.be/handle/2268.2/10187>
- Lockhart, R. S., & Craik, F. I. M. (1990). Levels of processing: A retrospective commentary on a framework for memory research. *Canadian Journal of Psychology/Revue Canadienne De Psychologie*, 44(1), 87-112. <http://dx.doi.org/10.1037/h0084237>
- MacPherson, S. E., Turner, M. S., Bozzali, M., Cipolotti, L., & Shallice, T. (2016). The Doors and People Test: The effect of frontal lobe lesions on recall and recognition memory performance. *Neuropsychology*, 30(3), 332-337. <http://dx.doi.org/10.1037/neu0000240>
- Makowski, D., Sperduti, M., Nicolas, S., & Piolino, P. (2017). “Being there” and remembering it: Presence improves memory encoding. *Consciousness and cognition*, 53, 194-202. <http://dx.doi.org/10.1016/j.concog.2017.06.015>
- Marks, D. F. (1973). Visual imagery differences in the recall of pictures. *British Journal of Psychology*, 64(1), 17-24. doi: 10.1111/j.2044-8295.1973.tb01322.x
- Matheis, R. J., Schultheis, M. T., Tiersky, L. A., DeLuca, J., Millis, S. R., & Rizzo, A. (2007). Is learning and memory different in a virtual environment? *The Clinical Neuropsychologist*, 21(1), 146-161. <https://doi.org/10.1080/13854040601100668>

- Mazurek, A., Bhoopathy, R. M., Read, J. C., Gallagher, P., & Smulders, T. V. (2015). Effects of age on a real-world What-Where-When memory task. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 7, Article 74. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2015.00074>
- McKenzie, S., & Eichenbaum, H. (2011). Consolidation and reconsolidation: two lives of memories? *Neuron*, 71(2), 224-33. <https://dx.doi.org/10.1016/j.neuron.2011.06.037>
- Mitchell, B. L., Cuéllar-Partida, G., Grasby, K. L., Campos, A. I., Strike, L. T., Hwang, L. D., Okbay, A., Thompson, P. M., Medland, S. E., Martin, N. G., Wright, M. J., & Rentería, M. E. (2020). Educational attainment polygenic scores are associated with cortical total surface area and regions important for language and memory. *NeuroImage*, 212, Article 116691. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2020.116691>
- Mitchell K. J., & Johnson, M. K. (2009). Source monitoring 15 years later: What have we learned from fMRI about the neural mechanisms of source memory? *Psychological Bulletin*, 135(4), 638-677. doi: 10.1037/a0015849
- Moffat, S. D. (2009). Aging and spatial navigation: What do we know and where do we go? *Neuropsychology Review*, 19(4), 478-489. <https://dx.doi.org/10.1007/s11065-009-9120-3>
- Moscovitch, M., & Craik, F. I. (1976). Depth of processing, retrieval cues, and uniqueness of encoding as factors in recall. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 15(4), 447-458. <https://doi.org/10.1016/S0022-5371%2876%2990040-2>
- Naveh-Benjamin, M. (1988). Recognition memory of spatial location information: Another failure to support automaticity. *Memory & Cognition*, 16(5), 437-445. <https://doi.org/10.3758/BF03214224>
- Naveh-Benjamin, M., Craik, F. I., Guez, J., & Kreuger, S. (2005). Divided attention in younger and older adults: Effects of strategy and relatedness on memory performance and secondary task costs. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 31(3), 520-537. doi: 10.1037/0278-7393.31.3.520
- Neguț, A., Matu, S. A., Sava, F. A., & David, D. (2016). Virtual reality measures in neuropsychological assessment: A meta-analytic review. *The Clinical Neuropsychologist*, 30(2), 165-184. <http://dx.doi.org/10.1080/13854046.2016.1144793>
- Ngo, C. T., Lin, Y., Newcombe, N. S., & Olson, I. R. (2019). Building up and wearing down episodic memory: Mnemonic discrimination and relational binding. *Journal of Experimental Psychology: General*, 148(9), 1463-1479. <http://dx.doi.org/10.1037/xge0000583>
- North, M. M., & North, S. M. (2016). A comparative study of sense of presence of traditional virtual reality and immersive environments. *Australasian Journal of Information Systems*, 20. doi: 10.3127/ajis.v20i0.1168
- Nyberg, L., Persson, J., Habib, R., Tulving, E., McIntosh, A. R., Cabeza, R., & Houle, S. (2000). Large scale neurocognitive networks underlying episodic memory. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 12(1), 163-173. doi: 10.1162/089892900561805
- O'Leary-Kelly, S. W., & Vokurka, R. J. (1998). The empirical assessment of construct validity. *Journal of Operations Management*, 16(4), 387-405. [https://doi.org/10.1016/S0272-6963\(98\)00020-5](https://doi.org/10.1016/S0272-6963(98)00020-5)
- Ouellet, É., Boller, B., Corriveau-Lecavalier, N., Cloutier, S., & Belleville, S. (2018). The Virtual Shop: A new immersive virtual reality environment and scenario for the assessment of everyday memory. *Journal of Neuroscience Methods*, 303, 126-135. <https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2018.03.010>
- Parra, A. (2003). A common role for psychotropic medications: Memory impairment. *Medical Hypotheses*, 60(1), 133-142. [https://doi.org/10.1016/S0306-9877\(02\)00350-X](https://doi.org/10.1016/S0306-9877(02)00350-X)

- Pause, B. M., Zlomuzica, A., Kinugawa, K., Mariani, J., Pietrowsky, R., & Dere, E. (2013). Perspectives on episodic-like and episodic memory. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 7, Article 33. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2013.00033>
- Poewe, W., Seppi, K., Tanner, C. M., Halliday, G. M., Brundin, P., Volkman, J., Shrag, A., & Lang, A. E. (2017). Parkinson disease. *Nature reviews Disease primers*, 3, Article 17013. <https://doi.org/10.1038/nrdp.2017.13>
- Poitrenaud, J., Kalafat, M., Israel, L., & Guez, D. (1997). Une revue critique des instruments disponibles pour l'évaluation des médicaments promnésiants dans la maladie d'Alzheimer. *La Revue de Médecine Interne*, 18(1), 59-71. [https://doi.org/10.1016/S0248-8663\(97\)84396-2](https://doi.org/10.1016/S0248-8663(97)84396-2)
- Pflueger, M. O., Stieglitz, R.-D., Lemoine, P., & Leyhe, T. (2018). Ecologically relevant episodic memory assessment indicates an attenuated age-related memory loss - A virtual reality study. *Neuropsychology*, 32(6), 680-689. <http://dx.doi.org/10.1037/neu0000454>
- Picard, L., Cousin, S., Guillery-Girard, B., Eustache, F., & Piolino, P. (2012). How do the different components of episodic memory develop? Role of executive functions and short-term feature-binding abilities. *Child Development*, 83(3), 1037-1050. <https://dx.doi.org/10.1111/j.1467-8624.2012.01736.x>
- Picard, L., Eustache, F., & Piolino, P. (2009). De la mémoire épisodique à la mémoire autobiographique: Approche développementale. *L'Année Psychologique*, 109(2), 197-236. doi:10.4074/S0003503309002012
- Pillon, B., Deweer, B., Agid, Y., & Dubois, B. (1993). Explicit memory in Alzheimer's, Huntington's, and Parkinson's disease. *Archives of Neurology*, 50(4), 374-379. doi: 10.1001/archneur.1993.00540040036010
- Piolino, P. (2008). A la recherche du self: Théorie et pratique de la mémoire autobiographique dans la maladie d'Alzheimer. *L'Encéphale*, 34, 77-88.
- Plancher, G., Barra, J., Orriols, E., & Piolino, P. (2013). The influence of action on episodic memory: A virtual reality study. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 66(5), 895-909. <https://doi.org/10.1080/17470218.2012.722657>
- Plancher, G., Gyselinck, V., Nicolas, S., & Piolino, P. (2010). Age effect on components of episodic memory and feature binding: A virtual reality study. *Neuropsychology*, 24(3), 379-390. <http://dx.doi.org/10.1037/a0018680>
- Plancher, G., Nicolas, S., & Piolino, P. (2008). Apport de la réalité virtuelle en neuropsychologie de la mémoire: Étude dans le vieillissement. *Psychologie & NeuroPsychiatrie du vieillissement*, 6(1), 7-22.
- Plancher, G., Tirard, A., Gyselinck, V., Nicolas, S., & Piolino, P. (2012). Using virtual reality to characterize episodic memory profiles in amnesic mild cognitive impairment and Alzheimer's disease: Influence of active and passive encoding. *Neuropsychologia*, 50(5), 592-602. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2011.12.013>
- Rácsmany, M., Conway, M. A., & Demeter, G. (2010). Consolidation of episodic memories during sleep: Long-term effects of retrieval practice. *Psychological Science*, 21(1), 80-85. <https://doi.org/10.1177/0956797609354074>
- Ragan, E. D., Sowndararajan, A., Kopper, R., & Bowman, D. A. (2010). The effects of higher levels of immersion on procedure memorization performance and implications for educational virtual environments. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 19(6), 527-543. [https://doi.org/10.1162/pres\\_a\\_00016](https://doi.org/10.1162/pres_a_00016)
- Ramsey, A. T., Loebach Wetherell, J., Depp, C., Dixon, D., & Lenze, E. (2016). Feasibility and acceptability of smartphone assessment in older adults with cognitive and emotional difficulties. *Journal of Technology in Human Services*, 34(2), 209-223. <https://doi.org/10.1080/15228835.2016.1170649>

- Reggente, N., Essoe, J. K.-Y., Aghajan, Z., Tavakoli, A. V., McGuire, J. F., Suthana, N. A., & Rissman, J. (2018). Enhancing the ecological validity of fMRI memory research using virtual reality. *Frontiers in Neuroscience*, *12*, Article 408. <https://doi.org/10.3389/fnins.2018.00408>
- Remacle, A. (2020). *Évaluation de la mémoire épisodique avec la réalité virtuelle : Exploration dans la sclérose en plaques*. [Mémoire de master, Université de Liège]. MatheO. <https://matheo.uliege.be/handle/2268.2/8588>
- Repetto, C., Serino, S., Macedonia, M., & Riva, G. (2016). Virtual reality as an embodied tool to enhance episodic memory in elderly. *Frontiers in Psychology*, *7*, Article 1839. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01839>
- Rizzo, A., Gambino, G., Sardo, P., & Rizzo, V. (2020). Being in the past and perform the future in a virtual world: VR applications to assess and enhance episodic and prospective memory in normal and pathological aging. *Frontiers in Human Neuroscience*, *14*, Article 297. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2020.00297>
- Rubin, D. C., Rahhal, T. A., & Poon, L. W. (1998). Things learned in early adulthood are remembered best. *Memory & Cognition*, *26*(1), 3-19. doi:10.3758/bf03211366
- Sauzéon, H., N'Kaoua, B., Pala, P. A., Taillade, M., Auriacombe, S., & Guitton, P. (2016). Everyday-like memory for objects in ageing and Alzheimer's disease assessed in a visually complex environment: The role of executive functioning and episodic memory. *Journal of Neuropsychology*, *10*(1), 33-58. <https://dx.doi.org/10.1111/jnp.12055>
- Schacter, D. L., & Addis, D. R. (2007). The cognitive neuroscience of constructive memory: Remembering the past and imagining the future. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *362*(1481), 773-786. <https://doi.org/10.1098/rstb.2007.2087>
- Schacter, D. L., Wagner, A. D., & Buckner, R. L. (2000). Memory systems of 1999. In E. Tulving & F. I. M. Craik (Eds.), *The Oxford handbook of memory* (pp. 627–643). Oxford University Press.
- Schooler, L. J., Shiffrin, R. M., & Raaijmakers, J. G. (2001). A Bayesian model for implicit effects in perceptual identification. *Psychological Review*, *108*(1), 257-272. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.108.1.257>
- Schultheis, M. T., Himmelstein, J., & Rizzo, A. A. (2002). Virtual reality and neuropsychology: upgrading the current tools. *Journal of Head Trauma Rehabilitation*, *17*(5), 378-394. doi: 10.1097/00001199-200210000-00002
- Shimamura, A. P. (2011). Episodic retrieval and the cortical binding of relational activity. *Cogn Affect Behav Neurosci* *11*, 277-291. <https://doi.org/10.3758/s13415-011-0031-4>
- Sellen, A. J., Fogg, A., Aitken, M., Hodges, S., Rother, C., & Wood, K. (2007). Do life-logging technologies support memory for the past? An experimental study using SenseCam. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems* (pp. 81-90). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/1240624.1240636>
- Servotte, J. C., Goosse, M., Campbell, S. H., Dardenne, N., Pilote, B., Simoneau, I. L., Guillaume, M., Bragard, I., & Ghuysen, A. (2020). Virtual reality experience: Immersion, sense of presence, and cybersickness. *Clinical Simulation in Nursing*, *38*, 35-43. <https://doi.org/10.1016/j.ecns.2019.09.006>
- Sluzenski, J., Newcombe, N. S., & Kovacs, S. L. (2006). Binding, relational memory, and recall of naturalistic events: A developmental perspective. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *32*(1), 89-100. doi: 10.1037/0278-7393.32.1.89
- Smith, S. A., (2019). Virtual reality in episodic memory research: A review. *Psychonomic Bulletin & Review*, *26*(4), 1213-1237. <http://dx.doi.org/10.3758/s13423-019-01605-w>

- Squire, L. R., Genzel, L., Wixted, J. T., & Morris, R. G. (2015). Memory consolidation. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, 7(8), doi: 10.1101/cshperspect.a021766
- Squire, L. R., & Zola, S. M. (1998). Episodic memory, semantic memory, and amnesia. *Hippocampus*, 8(3), 205-211. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-1063\(1998\)8:3<205::AID-HIPO3>3.0.CO;2-I](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-1063(1998)8:3<205::AID-HIPO3>3.0.CO;2-I)
- Stegen, S., Stepanov, I., Cookfair, D., Schwartz, E., Hojnacki, D., Weinstock-Guttman, B., & Benedict, R. H. B. (2010). Validity of the California Verbal Learning Test–II in multiple sclerosis. *The Clinical Neuropsychologist*, 24(2), 189-202. <https://doi.org/10.1080/13854040903266910>
- Strauss, M. E., & Smith, G. T. (2009). Construct validity: Advances in theory and methodology. *Annual Review of Clinical Psychology*, 5, 1-25. doi:10.1146/annurev.clinpsy.032408.153639
- Sunderland, A., Harris, J. E., & Baddeley, A. D. (1983). Do laboratory tests predict everyday memory? A neuropsychological study. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 22(3), 341–357. [https://doi.org/10.1016/S0022-5371\(83\)90229-3](https://doi.org/10.1016/S0022-5371(83)90229-3)
- Tatemichi, T. K., Desmond, D. W., Stern, Y., Paik, M., Sano, M., & Bagiella, E. (1994). Cognitive impairment after stroke: Frequency, patterns, and relationship to functional abilities. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 57(2), 202-207. <http://dx.doi.org/10.1136/jnnp.57.2.202>
- Thomas-Anterion, C., & Desestret, V. (2017). Les mémoires d'un oublieux : Le point de vue d'un amnésique. *Revue de Neuropsychologie*, 9(2), 99-107. doi: 10.3917/rne.092.0099
- Tuena, C., Serino, S., Gaston-Bellegarde, A., Orriols, E., Makowski, D., Riva, G., & Piolino, P. (2017). How virtual embodiment affects episodic memory functioning: A proof-of-concept study. *Annual Review of CyberTherapy and Telemedicine*, 15, 98-103.
- Tulving, E. (1985a). How many memory systems are there? *American Psychologist*, 40(4), 385-398. <http://dx.doi.org/10.1037/0003-066X.40.4.385>
- Tulving, E. (1985b). Memory and consciousness. *Canadian Psychology/Psychologie Canadienne*, 26(1), 1-12. <http://dx.doi.org/10.1037/h0080017>
- Tulving, E. (1993). What is episodic memory? *Current Directions in Psychological Science*, 2(3), 67-70. <https://doi.org/10.1111/1467-8721.ep10770899>
- Tulving, E. (1995). Organization of memory: Quo vadis? In M. S. Gazzaniga, (Ed.), *The cognitive neurosciences*, (pp. 839-853). The MIT Press.
- Tulving, E. (2000). Memory: An overview. In A. E. Kazdin, (Ed.), *Encyclopedia of psychology* (Vol. 5., pp. 161-162). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1037/10520-078>
- Tulving, E. (2002). Episodic memory: from mind to brain. *Annual Review of Psychology*, 53, 1-25. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.53.100901.135114>
- Tulving, E., & Thomson, D. M. (1973). Encoding specificity and retrieval processes in episodic memory. *Psychological review*, 80(5), 352-373. <http://dx.doi.org/10.1037/h0020071>
- Van der Linden, M. (2003). Une approche cognitive du fonctionnement de la mémoire épisodique et de la mémoire autobiographique. *Cliniques Méditerranéennes*, 67(1), 53-66. doi:10.3917/cm.067.0053
- Van der Linden, M. (2014a). L'évaluation de la mémoire épisodique, autobiographique et prospective. In X. Seron, & M. Van Der Linden (Eds.), *Traité de neuropsychologie clinique de l'adulte : Tome 1 – Évaluation*. (2e éd., pp. 211-248). De Boeck Solal.

- Van der Linden, M. (2014b). L'évaluation neuropsychologique de la mémoire : Introduction générale. In X. Seron, & M. Van der Linden (Eds.), *Traité de neuropsychologie clinique de l'adulte : Tome 1 – Évaluation*. (2e éd., pp. 163-166). De Boeck Solal.
- Van der Linden, M., Cornil, V., Meulemans, T., Ivanoiu, A., Salmon, E. & Coyette, F. (2001). Acquisition of a novel vocabulary in an amnesic patient. *Neurocase*, 7, 283-293. <https://doi.org/10.1093/neucas/7.4.283>
- Van der Linden, M., Wyns, C., Coyette, F., von Frenckell, R., & Seron, X. (1989). Un questionnaire d'auto-évaluation de la mémoire (QAM). Editest.
- Van Geldorp, B., Heringa, S. M., Van Den Berg, E., Olde Rikkert, M. G., Biessels, G. J., & Kessels, R. P. (2015). Working memory binding and episodic memory formation in aging, mild cognitive impairment, and Alzheimer's dementia. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 37(5), 538-548. <https://doi.org/10.1080/13803395.2015.1037722>
- Verhagen, S. J., Daniëls, N. E., Bartels, S. L., Tans, S., Borkelmans, K. W., de Vugt, M. E., & Delespaul, P. A. (2019). Measuring within-day cognitive performance using the experience sampling method: A pilot study in a healthy population. *PloS one*, 14(12), Article e0226409. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0226409>
- Veliu, B., & Leatham, J. (2017). Neuropsychological assessment of refugees: Methodological and cross-cultural barriers. *Applied Neuropsychology: Adult*, 24(6), 481-492. <https://doi.org/10.1080/23279095.2016.1201483>
- Vilki, J., Poropudas, K., & Servo, A. (1988). Memory disorder related to coma duration after head injury. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 51(11), 1452-1454. <http://dx.doi.org/10.1136/jnnp.51.11.1452>
- Wheeler, M. A., Stuss, D. T., & Tulving, E. (1997). Toward a theory of episodic memory: The frontal lobes and autonoetic consciousness. *Psychological Bulletin*, 121(3), 331-354. <http://dx.doi.org/10.1037/0033-2909.121.3.331>
- Witmer, B. S., & Singer, M. J. (1998). Measuring presence in virtual environments: A presence questionnaire. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 7(3), 225-240. <https://doi.org/10.1162/105474698565686>
- Wolbers, T., & Hegarty, M. (2010). What determines our navigational abilities? *Trends in Cognitive Sciences*, 14(3), 138-146. <https://dx.doi.org/10.1016/j.tics.2010.01.001>
- Yan, H., Feng, Y., & Wang, Q. (2016). Altered effective connectivity of hippocampus-dependent episodic memory network in mTBI survivors. *Neural Plasticity*, Article 6353845. <https://dx.doi.org/10.1155/2016/6353845>
- Yonelinas, A. P., Ranganath, C., Ekstrom, A. D., & Wiltgen, B. J. (2019). A contextual binding theory of episodic memory: Systems consolidation reconsidered. *Nature Reviews Neuroscience*, 20(6), 364-375. <https://dx.doi.org/10.1038/s41583-019-0150-4>

## 9. Annexes

---

<b>Annexe 1.</b> Premier consentement (but fictif de l'étude).....	II
<b>Annexe 2.</b> Fiche signalétique.....	IV
<b>Annexe 3.</b> Scénario précédant l'encodage en RV.....	V
<b>Annexe 4.</b> Fiche reprenant les fonctions des touches du joystick .....	VI
<b>Annexe 5.</b> Protocole de la RV .....	VII
<b>Annexe 6.</b> Protocole de la double tâche en RV .....	XI
<b>Annexe 7.</b> Protocole du test de la maison.....	XII
<b>Annexe 8.</b> Exemple fictif de réponse au rappel de la RV.....	XIII
<b>Annexe 9.</b> Lettre de débriefing .....	XIV
<b>Annexe 10.</b> Second consentement (but réel de l'étude).....	XV

**Annexe 1.** Premier consentement (but fictif de l'étude)



Faculté de Psychologie, Logopédie et des Sciences de l'Éducation

Comité d'éthique

PRESIDENTE : Fabienne COLLETTE

**CONSENTEMENT ÉCLAIRÉ  
POUR DES RECHERCHES IMPLIQUANT DES PARTICIPANTS HUMAINS**

Titre de la recherche	L'utilisation de la réalité virtuelle pour évaluer la capacité de navigation dans un environnement virtuel et la perception du réalisme de cet environnement en fonction du profil cognitif
Mémorantes responsables	CICCAGLIONE Oriana & SCOHIER Elisabeth
Promoteur	WILLEMS Sylvie
Service et numéro de téléphone de contact	04/366.33.59

Je, soussigné(e) ..... déclare :

- avoir reçu, lu et compris une présentation écrite de la recherche dont le titre et les mémorantes responsables figurent ci-dessus ;
- avoir pu poser des questions sur cette recherche et reçu toutes les informations que je souhaitais.
- avoir reçu une copie de l'information au participant et du consentement éclairé.

J'ai compris que :

- je peux à tout moment mettre un terme à ma participation à cette recherche sans devoir motiver ma décision ni subir aucun préjudice que ce soit. Les données codées acquises resteront disponibles pour traitements statistiques.
- je peux demander à recevoir les résultats globaux de la recherche mais je n'aurai aucun retour concernant mes performances personnelles.
- je peux contacter le chercheur pour toute question ou insatisfaction relative à ma participation à la recherche ;

- des données me concernant seront récoltées pendant ma participation à cette étude et que les mémorantes responsables et le promoteur de l'étude se portent garants de la confidentialité de ces données. Je conserve le droit de regard et de rectification sur mes données personnelles (données démographiques). Je dispose d'une série de droits (accès, rectification, suppression, opposition) concernant mes données personnelles, droits que je peux exercer en prenant contact avec le Délégué à la protection des données de l'institution dont les coordonnées se trouvent sur la feuille d'information qui m'a été remise. Je peux également lui adresser toute doléance concernant le traitement de mes données à caractère personnel. Je dispose également du droit d'introduire une réclamation auprès de l'Autorité de protection des données (<https://www.autoriteprotectiondonnees.be>, [contact@apd-gba.be](mailto:contact@apd-gba.be)).
- les données à caractère personnel ne seront conservées que le temps utile à la réalisation de l'étude visée, c'est-à-dire pour un maximum de 24 mois.

Je consens à ce que :

- les données anonymes recueillies dans le cadre de cette étude soient également utilisées dans le cadre d'autres études futures similaires, y compris éventuellement dans d'autres pays que la Belgique.
- les données anonymes recueillies soient, le cas échéant, transmises à des collègues d'autres institutions pour des analyses similaires à celles du présent projet ou qu'elles soient mises en dépôt sur des répertoires scientifiques accessibles à la communauté scientifique uniquement.
- mes données personnelles soient traitées selon les modalités décrites dans la rubrique traitant de garanties de confidentialité du formulaire d'information.

J'autorise les mémorantes responsables à m'enregistrer / me filmer à des fins de recherche :

OUI – NON

**En conséquence, je donne mon consentement libre et éclairé être participant à cette recherche.**

Lu et approuvé,

Date et signature

*Annexe 2. Fiche signalétique*

**Fiche signalétique du participant**

**Patient / contrôle**

**Date de la séance 1 :** .....

Heure de début : ..... Heure de fin : .....

**Date de la séance 2 :** .....

Heure de début : ..... Heure de fin : .....

**Durée entre les séances :** .....

**Nom et prénom :** ..... **Sexe : F - M**

**Code :** .....

**Age :** ..... **Date de naissance :** .....

**N° de téléphone :** .....

**Adresse Email du participant :** .....

**Adresse Email du proche :** .....

**Langue maternelle :** .....

**Si autre que français, spécifier :** .....

**Nombre d'années d'études :** .....

**Profession :** .....

**Nature et sévérité du trouble neurologique :** .....

**Antécédents médicaux et psychologiques :** .....

**Médication actuelle ? Si oui, Posologie :** .....

**Lunettes : OUI - NON Si, oui spécifier :** .....

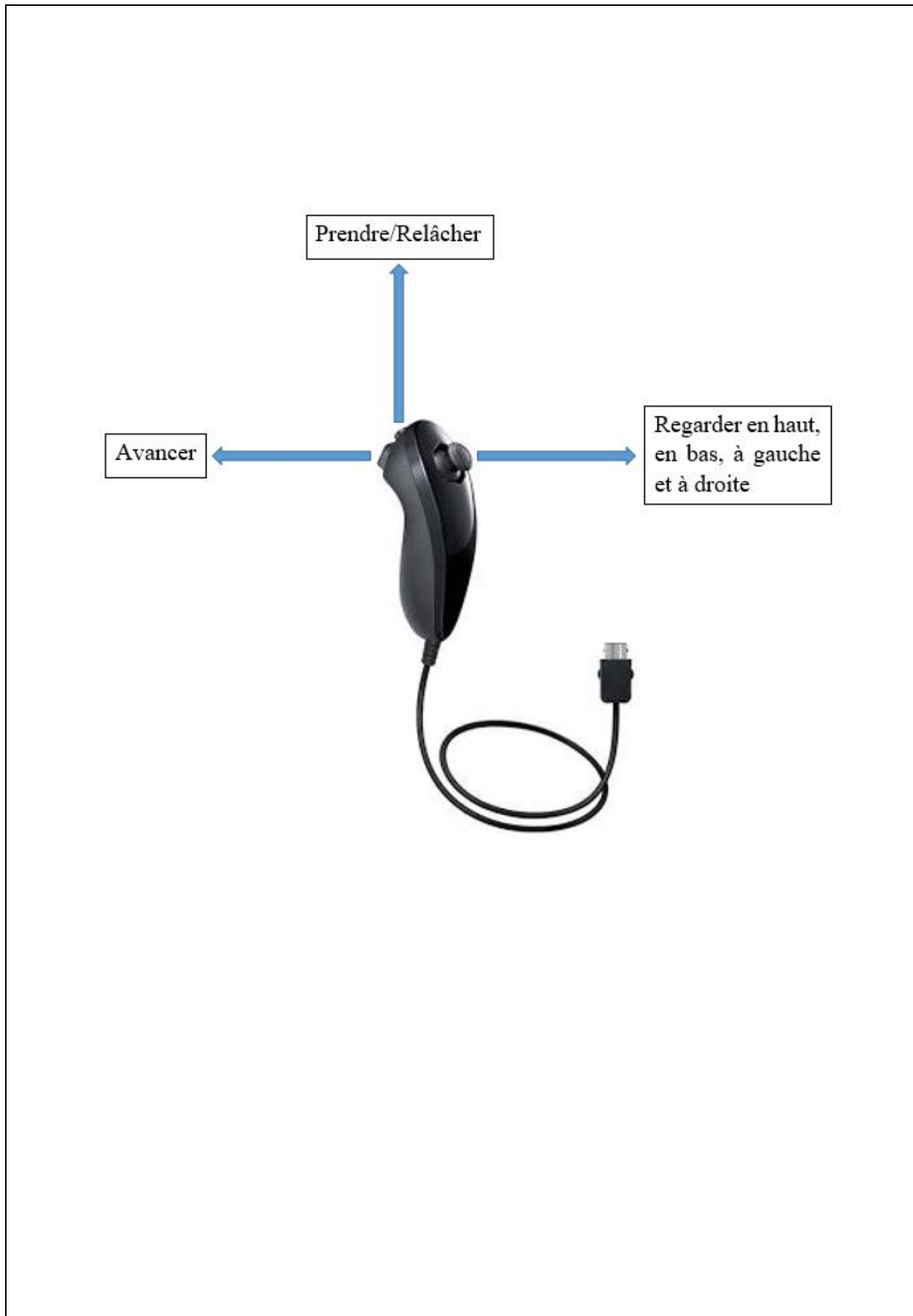
**Appareil auditif : OUI - NON Si, oui spécifier :** .....

### **Annexe 3.** Scénario précédant l'encodage en RV

CONSIGNES : « *Maintenant que vous êtes familiarisés avec le matériel, vous allez vivre une nouvelle histoire dans le jeu. Imaginez que vous avez de nouveaux voisins. C'est un couple très sympathique. Vous venez, par hasard, de croiser l'épouse. Vous faites connaissances et elle vous explique qu'elle est très embêtée. Elle doit partir et laisser son mari seul alors qu'il s'est blessé et ne sait presque rien faire seul. Vous proposez de lui rendre visite et de voir s'il n'a pas besoin de votre aide. Elle a sonné à son mari pour le prévenir. Vous vous rendez chez eux juste avant de partir à votre rendez-vous ...*

*Une fois que vous avez fait connaissance avec l'avatar, faites tout ce qu'il vous demande. Je vous demanderai de verbaliser toutes vos pensées et émotions durant toute la tâche. N'oubliez pas cette dernière étape car elle est également importante ! »*

**Annexe 4.** Fiche reprenant les fonctions des touches du joystick



Annexe 5. Protocole de la RV

**RAPPEL LIBRE ET INDICÉ DE LA TÂCHE ÉPISODIQUE EN RÉALITÉ VIRTUELLE « ROGER »**

Code du participant : ..... Date : / / 2021 ..... Durée du rappel libre : ..... Durée du rappel indicé : .....

Ordre	Élément	What	Détails	Where Allo	Where Ego	When	Émotions
	1 Rencontre	<input type="checkbox"/> Rencontrer l'avatar	<input type="checkbox"/> Avatar a besoin d'aide <input type="checkbox"/> Douleur <input type="checkbox"/> Entorse <input type="checkbox"/> Poignet <input type="checkbox"/> Match de basket <input type="checkbox"/> Samedi après-midi <input type="checkbox"/> Avatar <input type="checkbox"/> Nom : Alexandre <input type="checkbox"/> Vêtements : jeans, ceinture, polo tricolore (noir, gris blanc) <input type="checkbox"/> Couleur de peau	<input type="checkbox"/> Avatar dans le hall <input type="checkbox"/> Sujet devant la porte d'entrée		<input type="checkbox"/> Prémisse de l'histoire	
	2 BBQ	<input type="checkbox"/> Vérifier la cuisson	<input type="checkbox"/> Nourriture brûlée <input type="checkbox"/> Saucisses brûlées <input type="checkbox"/> BBQ <input type="checkbox"/> BBQ à gaz <input type="checkbox"/> BBQ américain <input type="checkbox"/> Jardin <input type="checkbox"/> Petite cabane	<input type="checkbox"/> BBQ sur la terrasse <input type="checkbox"/> Terrasse en bois <input type="checkbox"/> BBQ adossé contre le mur	<input type="checkbox"/> Traverser le hall <input type="checkbox"/> Tourner à D dans le salon <input type="checkbox"/> Traverser le Salon - SaM <input type="checkbox"/> Longer la table <input type="checkbox"/> Traverser la baie vitrée du living <input type="checkbox"/> Tourner discrètement à droite dans le jardin	<input type="checkbox"/> Après rencontre	
	3 Téléphone	<input type="checkbox"/> Téléphoner à la pizzeria	<input type="checkbox"/> fermeture <input type="checkbox"/> les lundis <input type="checkbox"/> pizzeria <input type="checkbox"/> Nom : Pizza a papa <input type="checkbox"/> appel <input type="checkbox"/> voix : italien <input type="checkbox"/> voix : homme <input type="checkbox"/> Num pré-enregistré <input type="checkbox"/> avatar s'occupe du BBQ	<input type="checkbox"/> Salon <input type="checkbox"/> Meuble TV <input type="checkbox"/> Sur le coin G <input type="checkbox"/> Près du répondeur	<input type="checkbox"/> Quitter le jardin <input type="checkbox"/> Tourner à gauche <input type="checkbox"/> Rentrer dans la maison <input type="checkbox"/> Traverser la baie vitrée du living <input type="checkbox"/> Longer la table sur la G <input type="checkbox"/> Traverser SaM <input type="checkbox"/> Salon	<input type="checkbox"/> Après BBQ	

Ordre	Élément	What	Détails	Where Allo	Where Ego	When	Émotions
	4 Four	<input type="checkbox"/> Enfourner pizza	<input type="checkbox"/> Nourriture <input type="checkbox"/> Pizza congelée <input type="checkbox"/> Enfourner <input type="checkbox"/> T° pré programmée <input type="checkbox"/> 180° <input type="checkbox"/> Congélateur <input type="checkbox"/> 2 pizzas	<input type="checkbox"/> Frigo à 2 compartiments <input type="checkbox"/> Congélateur en dessous <input type="checkbox"/> Frigo à côté de la porte de la buanderie <input type="checkbox"/> Four à côté de la plaque de cuisson	<input type="checkbox"/> Traverser living <input type="checkbox"/> Direction la cuisine <input type="checkbox"/> Frigo à G <input type="checkbox"/> Four à D	<input type="checkbox"/> Après l'appel	
	5 Chien	<input type="checkbox"/> Sortir chien	<input type="checkbox"/> Chien <input type="checkbox"/> Nom : Roger <input type="checkbox"/> Petit chien (type jack russell) <input type="checkbox"/> Blanc + tache brune <input type="checkbox"/> Aboiement du chien <input type="checkbox"/> Ronflement du chien <input type="checkbox"/> Chien urine dans la cuisine <input type="checkbox"/> Pas assez rapide <input type="checkbox"/> Avatar nettoie	<input type="checkbox"/> Cuisine <input type="checkbox"/> Chien près de la porte du hall d'entrée <input type="checkbox"/> Porte du living	<input type="checkbox"/> Traverser cuisine <input type="checkbox"/> Contourner le muret sur la G <input type="checkbox"/> Salle à manger <input type="checkbox"/> Longer la table sur la D	<input type="checkbox"/> Après le four	
	6 Chien	<input type="checkbox"/> Nourrir le chien	<input type="checkbox"/> Nourriture <input type="checkbox"/> Sac de croquettes <input type="checkbox"/> Jaune <input type="checkbox"/> Tête de chien <input type="checkbox"/> Gamelle <input type="checkbox"/> Gamelle vide <input type="checkbox"/> Premier remplissage <input type="checkbox"/> 8h30 <input type="checkbox"/> Glouton <input type="checkbox"/> Chien content	<input type="checkbox"/> Salle à manger <input type="checkbox"/> Près du panier du chien <input type="checkbox"/> Près de la baie vitrée <input type="checkbox"/> Sac à D de la gamelle	<input type="checkbox"/> Salle à manger <input type="checkbox"/> Direction G/D vers le coin de la pièce	<input type="checkbox"/> Après le chien	

Ordre	Élément	What	Détails	Where Allo	Where Ego	When	Émotions
	7 Thermostat	<input type="checkbox"/> Éteindre le thermostat	<input type="checkbox"/> Avatar a chaud <input type="checkbox"/> Thermostat <input type="checkbox"/> 20 degrés <input type="checkbox"/> 25 - écran noir <input type="checkbox"/> 2 appuis <input type="checkbox"/> Laisser la porte ouverte du living	<input type="checkbox"/> Entre le hall et le salon <input type="checkbox"/> Accroché au mur	<input type="checkbox"/> Traverser la SaM <input type="checkbox"/> Longer la table sur la D <input type="checkbox"/> Direction le hall	<input type="checkbox"/> Après gamelle	
	8 Livreur	<input type="checkbox"/> Ouvrir au livreur	<input type="checkbox"/> Sonnette <input type="checkbox"/> Colis à déposer <input type="checkbox"/> Mr Derids Simon <input type="checkbox"/> Voisin en face <input type="checkbox"/> Numéro 45 <input type="checkbox"/> Pas la première erreur <input type="checkbox"/> Livreur <input type="checkbox"/> Cheveux bond <input type="checkbox"/> Yeux bleus <input type="checkbox"/> Polo rouge <input type="checkbox"/> Pantalon gris <input type="checkbox"/> Voix fluette <input type="checkbox"/> Même tête qu'Alexandre	<input type="checkbox"/> Hall <input type="checkbox"/> Porte d'entrée		<input type="checkbox"/> Après thermostat	
	9 Courrier	<input type="checkbox"/> Relier le courrier	<input type="checkbox"/> Facteur <input type="checkbox"/> Tournée matinale <input type="checkbox"/> Journal <input type="checkbox"/> « La côtière » <input type="checkbox"/> Couleur jaune <input type="checkbox"/> « Festival du jeu vidéo » <input type="checkbox"/> « Carnaval en photo »	<input type="checkbox"/> Boîte aux lettres sur la façade extérieure de la maison	<input type="checkbox"/> Dans le Hall <input type="checkbox"/> En face de la porte d'entrée ouverte <input type="checkbox"/> Direction l'extérieur de la maison <input type="checkbox"/> Boîte aux lettres sur la G <input type="checkbox"/> Avatar de dos au bout de l'allée	<input type="checkbox"/> Après le livreur	

Ordre	Élément	What	Détails	Where Allo	Where Ego	When	Émotions
	10 Courrier	<input type="checkbox"/> Déposer le courrier	<input type="checkbox"/> Armoire / Dressing <input type="checkbox"/> Porte coulissante <input type="checkbox"/> 2 objets <input type="checkbox"/> Gants de boxe <input type="checkbox"/> Livre enfant	<input type="checkbox"/> Hall <input type="checkbox"/> Armoire / dressing <input type="checkbox"/> Étagère <input type="checkbox"/> 2 <sup>ème</sup> en partant du bas <input type="checkbox"/> 4 <sup>ème</sup> en partant du haut	<input type="checkbox"/> De l'extérieur, direction le hall de la maison <input type="checkbox"/> Dressing à D	<input type="checkbox"/> Après relever le courrier	
	11 Sèche-linge	<input type="checkbox"/> Lancer le sèche linge	<input type="checkbox"/> Fin du programme de lavage <input type="checkbox"/> Bip sonore <input type="checkbox"/> Culotte jaune	<input type="checkbox"/> Machine à laver à G du sèche linge	<input type="checkbox"/> Traverser le hall <input type="checkbox"/> Passer par la cuisine <input type="checkbox"/> Tourner à gauche pour se rendre dans la buanderie <input type="checkbox"/> Machines à droite dans la pièce	<input type="checkbox"/> Après boîte aux lettres	
	12 Fin	<input type="checkbox"/> Quitter le scénario	<input type="checkbox"/> Heure de partir <input type="checkbox"/> 12h47 <input type="checkbox"/> Sans manger <input type="checkbox"/> Partie remise <input type="checkbox"/> Activité de l'avatar <input type="checkbox"/> Garagiste <input type="checkbox"/> Fuite d'huile	<input type="checkbox"/> Cuisine <input type="checkbox"/> Près de la porte de la buanderie	<input type="checkbox"/> Face à lui <input type="checkbox"/> Salle à manger en arrière-plan	<input type="checkbox"/> Après sèche linge	

## Double tâche :

Empan – 1 =

Niveau d'empan	Essai 1	Essai 2	Essai 3	Essai 4	Essai 5	Essai 6	Essai 7	Essai 8
Niveau 2	5-1	3-8	4-7	8-5	9-6	5-1	2-6	3-7
Niveau 3	4-9-3	5-2-6	5-3-1	2-9-5	7-1-4	2-8-1	4-2-9	8-6-3
Niveau 4	3-8-1-4	1-7-9-5	4-7-3-2	9-7-2-5	1-8-6-2	5-3-6-9	3-1-6-2	3-7-4-9
Niveau 5	6-2-9-7-2	4-8-5-2-7	1-6-4-8-5	9-2-4-8-6	2-1-7-4-8	5-2-9-7-1	3-8-2-6-4	1-6-3-8-7
Niveau 6	7-1-5-2-8-6	8-3-1-9-6-4	7-3-6-1-4-8	5-1-7-9-4-3	2-9-1-6-5-4	2-4-9-7-8-5	6-4-7-2-9-1	7-3-9-2-5-1
Niveau 7	4-7-3-9-1-2-8	8-1-2-9-3-6-5	2-7-3-1-4-8-6	9-2-8-3-5-4-7	1-5-2-4-9-6-7	9-5-2-7-8-2-4	2-3-6-9-7-5-4	8-2-9-4-3-6-7
Niveau 8	9-1-6-3-2-7-5-4	3-6-2-9-5-1-8-4	5-9-2-8-1-6-3-7	3-1-7-9-4-2-5-8	2-7-4-9-1-3-5-8	7-9-2-3-5-1-6-8	5-6-4-9-7-8-1-3	6-2-9-5-4-7-1-6

Nombre total de séries correctement rappelées :

Nombre total de séries erronément rappelées :

Nombre total de balles correctement placées :

Nombre total de balles erronément placées :

Annexe 7. Protocole du test de la maison

Items cibles	Rappel libre		Rappel indicé		Délai entre encodage et rappel :	Erreurs d'encodage :
	T	S	T	S		
CODE PARTICIPANT : XXXXXXXX						
Après s'être levé						
Mettre dans le cartable ...					Vous avez mis quelque chose dans votre cartable...	
Friendises						
Couloir						
Après le déjeuner						
Réparer avec la colle ...					Vous avez pris de la colle pour réparer quelque chose qui était cassé...	
Bouton de radio						
Salle à manger						
Après s'être habillé						
Pinceaux ...					Vous avez pris ses pinceaux pour une peinture...	
Fleurs						
Cuisine						
Après le dîner						
Allumer la bougie ...					Vous avez allumé une bougie...	
Chocolat						
Salon						
Après la sieste						
Enlever la poussière avec l'éponge ...					Vous avez pris une éponge pour enlever de la poussière...	
Plante						
Balcon						
Après goûter						
Eau ...					Vous avez remis de l'eau ...	
Aquarium						
Chambre						
En début de soirée						
Renverser du coca ...					Vous avez renversé du coca ...	
Livre d'enfant						
Bureau						
Après le souper						
Pleurer car fait tombé ...					Vous avez pleuré parce que vous avez fait tomber quelque chose...	
Montre						
Salle de bain						
Avant de se coucher						
Emballer avec papier cadeau ...					Vous avez pris du papier cadeau pour emballer quelque chose...	
Mounours						
Garage						
	0	0	0	0		
	0	0	0	0		
	0	0	0	0		
	0	0	0	0		
	0	0	0	0		

TABLEAU RECAPITULATIF	
Rappel temporel	0 / 9
Rappel des actions	0 / 9
Rappel des objets	0 / 9
Rappel faits total	0 / 18
Rappel spatial	0 / 9
Rappel libre	0 / 36
Rappel total	0 / 36

*Annexe 8.* Exemple fictif de réponse au rappel de la RV

« Ce matin à 10h (**moment**), j'ai été acheter un gâteau chez le boulanger (**action**) car ma sœur vient pour son anniversaire (**cause, raison**). Je suis donc sorti(e) de chez moi, j'ai tourné à gauche (**situer un détail dans l'environnement – par rapport à soi**) et la boulangerie était un peu plus loin dans la rue à côté de la boucherie (**situer un détail dans l'environnement- par rapport aux autres**). Je me rappelle que le magasin s'appelait « Des rêves et du pain » (**détail visuel**). Quand je suis rentrée dans la boulangerie, la porte a grincé fortement (**détail sonore**) et la vendeuse m'a dit « Bonjour, Madame que puis-je vous servir ? » (**détail verbal**). À ce moment-là, j'ai pensé qu'elle était sympathique et polie (**émotions et pensées associées**). La vendeuse avait de longs cheveux attachés et des vêtements noirs avec un tablier rouge (**détails visuels**). J'ai demandé pour avoir un gâteau au chocolat (**action**) mais il n'y en avait plus. J'ai donc pris une tarte au riz (**conséquence**). »

## LETTRÉ DE DÉBRIEFING



Faculté de Psychologie et  
Sciences de l'éducation

**Titre de l'étude :** Intérêts de la réalité virtuelle dans l'évaluation de la mémoire épisodique

**Promoteur de l'étude :** Willems Sylvie, Université de Liège

**Email :** [sylvie.willems@uliege.be](mailto:sylvie.willems@uliege.be) **Tél :** 04/366.33.59

**Mémorantes (étudiantes) :** CICCAGLIONE Oriana & SCOHIER Elisabeth

**Comité d'Éthique Médicale :** Comité d'éthique Hospitalo-Facultaire Universitaire de Liège

En psychologie, l'évaluation de la mémoire est traditionnellement menée au moyen de tâches de rappel ou de reconnaissance (de listes de mots, d'images). Notre objectif était ici d'explorer les atouts potentiels de la réalité virtuelle pour l'évaluation de la mémoire. La réalité virtuelle donne en effet la possibilité de créer des situations proches de la vie quotidienne, tout en permettant de contrôler différentes variables.

Quelques études suggèrent que la performance est corrélée avec la façon dont on évalue sa propre mémoire dans la vie quotidienne, davantage que dans les tâches classiques.

Notre projet consiste donc à élaborer un test de mémoire standardisé proche de la vie quotidienne. Nous explorerons si la performance à cette tâche est corrélée avec les performances des autres tests de mémoire et d'attention qui vous ont été administrés lors de la deuxième séance, mais également la façon dont vous avez évalué votre mémoire.

Certaines informations concernant cet objectif vous ont donc été dans un premier temps occultées. En effet, nous souhaitons évaluer la mémoire dans des conditions proches de la vie quotidienne, c'est-à-dire sans que vous sachiez à l'avance que vos souvenirs seraient questionnés.

En vous remerciant de l'attention que vous porterez à ma présente et en restant à votre disposition pour toute information complémentaire, je vous prie de recevoir, Madame, Monsieur, mes salutations respectueuses.

Sylvie Willems

**Annexe 10.** Second consentement (but réel de l'étude)



**LIÈGE**  
université

Faculté de Psychologie, Logopédie et des Sciences de l'Éducation

Comité d'éthique

PRÉSIDENTE : Fabienne COLLETTE

**CONSENTEMENT ÉCLAIRÉ  
POUR DES RECHERCHES IMPLIQUANT DES PARTICIPANTS HUMAINS**

Titre de la recherche	L'intérêt de la réalité virtuelle dans l'évaluation de la mémoire épisodique
Mémorantes responsables	CICCAGLIONE Oriana & SCOHIER Elisabeth
Promoteur	WILLEMS Sylvie
Service et numéro de téléphone de contact	04/366.33.59

Je, soussigné(e)..... déclare :

- avoir reçu, lu et compris une présentation écrite de la recherche dont le titre et les mémorantes responsables figurent ci-dessus ;
- avoir pu poser des questions sur cette recherche et reçu toutes les informations que je souhaitais.
- avoir reçu une copie de l'information au participant et du consentement éclairé.

J'ai compris que :

- je peux à tout moment mettre un terme à ma participation à cette recherche sans devoir motiver ma décision ni subir aucun préjudice que ce soit. Les données codées acquises resteront disponibles pour traitements statistiques.
- je peux demander à recevoir les résultats globaux de la recherche mais je n'aurai aucun retour concernant mes performances personnelles.
- je peux contacter le chercheur pour toute question ou insatisfaction relative à ma participation à la recherche ;
-

- des données me concernant seront récoltées pendant ma participation à cette étude et que les mémorantes responsables et le promoteur de l'étude se portent garants de la confidentialité de ces données. Je conserve le droit de regard et de rectification sur mes données personnelles (données démographiques). Je dispose d'une série de droits (accès, rectification, suppression, opposition) concernant mes données personnelles, droits que je peux exercer en prenant contact avec le Délégué à la protection des données de l'institution dont les coordonnées se trouvent sur la feuille d'information qui m'a été remise. Je peux également lui adresser toute doléance concernant le traitement de mes données à caractère personnel. Je dispose également du droit d'introduire une réclamation auprès de l'Autorité de protection des données (<https://www.autoriteprotectiondonnees.be>, [contact@apd-gba.be](mailto:contact@apd-gba.be)).
- les données à caractère personnel ne seront conservées que le temps utile à la réalisation de l'étude visée, c'est-à-dire pour un maximum de 24 mois.

Je consens à ce que :

- les données anonymes recueillies dans le cadre de cette étude soient également utilisées dans le cadre d'autres études futures similaires, y compris éventuellement dans d'autres pays que la Belgique.
- les données anonymes recueillies soient, le cas échéant, transmises à des collègues d'autres institutions pour des analyses similaires à celles du présent projet ou qu'elles soient mises en dépôt sur des répertoires scientifiques accessibles à la communauté scientifique uniquement.
- mes données personnelles soient traitées selon les modalités décrites dans la rubrique traitant de garanties de confidentialité du formulaire d'information.

J'autorise les mémorantes responsables à m'enregistrer / me filmer à des fins de recherche :

OUI – NON

**En conséquence, je donne mon consentement libre et éclairé être participant à cette recherche.**

Lu et approuvé,

Date et signature

## Résumé

---

Les plaintes relatives aux souvenirs d'évènements personnellement vécus sont les plus fréquentes en clinique. Ces souvenirs sont stockés dans la mémoire épisodique étant un système mnésique très large et, par conséquent, fragile aux atteintes cérébrales (Van der Linden, 2014a). Selon Tulving (2002), le rappel d'un souvenir épisodique implique un voyage mental dans le temps afin de se rappeler des faits ainsi que du contexte spatio-temporel. Selon Conway (2005), cette mémoire est intrinsèquement liée aux connaissances que nous avons de nous-même.

Aujourd'hui, la neuropsychologie clinique dispose d'un panel d'épreuves pour évaluer la mémoire épisodique. Toutefois, ces dernières ne semblent pas totalement en phase avec le cadre théorique des pionniers et ne reflètent notre quotidien. La réalité virtuelle (RV) semble être un outil pertinent pouvant pallier ces limites. À travers cette étude, notre but est de mettre en évidence la meilleure validité théorique de la RV pour l'évaluation de la mémoire épisodique, tandis que le mémoire de Mademoiselle Elisabeth Scohier a pour but de montrer la meilleure validité écologique de cet outil.

Pour ce faire, nous avons recruté un groupe de sujets cliniques ayant des plaintes de mémoire épisodique ainsi qu'un groupe de sujets contrôles appariés. Nous avons utilisé la tâche de mémoire épisodique réalisée par Camara Lopez et Lince (2020) au sein de l'environnement virtuel R.O.G.E.R, le CVLT, la tâche de la maison de Picard et al. (2012) évaluant le binding ainsi qu'un questionnaire en ligne permettant de récolter les plaintes mnésiques des sujets.

Nous avons pu mettre en évidence la bonne validité théorique de la RV. Toutefois, nous n'avons pas mis en exergue sa meilleure validité théorique ni sa bonne validité écologique suite aux limites méthodologiques de la mesure de binding et du questionnaire en ligne. Il est donc nécessaire d'améliorer ces mesures afin d'observer les résultats escomptés. En outre, nous avons observé qu'il est nécessaire de prendre en compte l'influence de l'immersion, du sentiment de présence, de la capacité de double tâche ainsi que de la familiarité à la technologie lors de l'utilisation de la RV. Bien que nous n'ayons pas abouti à nos objectifs, nous pourrions tout de même affirmer que la RV est pertinente pour évaluer la mémoire épisodique.