



Quels apports de la réalité virtuelle à l'apprentissage ? L'art comme domaine d'investigation

► **Emmanuelle BRIGAUD, Lucie BACHELARD, Julien VIDAL, Aude MICHEL, Nathalie BLANC** (EPSYLON, Université Montpellier 3)

■ **RÉSUMÉ** • À partir d'une situation d'exploration d'une vidéo en 360° de l'univers artistique de Dali, cette étude a pour objectif d'examiner les bénéfices à utiliser la réalité virtuelle (RV) plutôt que l'ordinateur (PC) et s'interroge sur les conditions de navigation à privilégier dans le contexte d'un apprentissage incident. La navigation dans l'environnement pouvait être soit passive (PC et RV), soit active (RV). Si une augmentation du ressenti émotionnel positif (émerveillement) est observée chez tous les participants après avoir regardé la vidéo, une meilleure mémoire des éléments de l'œuvre artistique explorée et une perception plus ludique de la vidéo émergent uniquement lors d'une navigation active dans l'environnement. Dans l'ensemble, cette étude révèle sous quelles conditions la réalité virtuelle offre des perspectives intéressantes pour favoriser un apprentissage incident.

■ **MOTS-CLÉS** • Réalité virtuelle, art, émotions, mémoire, appréciation

■ **ABSTRACT** • *Through a 360 ° video of Dali's artistic universe, this study examines the benefits of using virtual reality rather than computer, but also attempts to compare passive immersive experience (PC and VR) to active one (VR) within an implicit learning context. If a general increase in the positive state (wonder) was observed after the participants watched the video, a better memory of the elements of the artistic universe explored, and a more playful perception of the video were observed only when participants had the opportunity to control their movements in the environment. Overall, this study highlights the conditions under which virtual reality offers interesting opportunities in implicit learning context.*

■ **KEYWORDS** • *Virtual reality, art, emotions, memory, liking*

Emmanuelle BRIGAUD, Lucie BACHELARD, Julien VIDAL, Aude MICHEL, Nathalie BLANC

Quels apports de la réalité virtuelle à l'apprentissage ? L'art comme domaine d'investigation.

Sticef, vol. 28, numéro 2, 2021, DOI :10.23709/sticef.28.2.1

1. Introduction

De plus en plus de musées ouvrent leurs portes virtuellement en offrant au public la possibilité de découvrir les œuvres artistiques exposées dans différentes salles, simplement en déambulant au moyen de la souris de l'ordinateur dans l'environnement représenté en 3D à l'écran. Ces visites virtuelles ont pour avantage d'offrir à tous les publics, disposant des moyens technologiques adéquats, un accès à la culture artistique et la possibilité d'acquérir des connaissances sur les œuvres d'un artiste sans la contrainte de se rendre dans l'espace physique du musée.

Cette démocratisation de l'accès à ces hauts lieux de la culture artistique n'est pas le seul apport des nouvelles technologies à considérer. Parmi leurs nombreux atouts, les nouvelles technologies sont capables de « donner vie » à ces œuvres habituellement seulement observées visuellement, en élargissant le spectre des activités proposées, comme c'est le cas avec la réalité augmentée. Il s'agit d'un dispositif qui fournit aux usagers l'occasion de s'informer sur les œuvres exposées en accédant à toutes sortes de contenus supplémentaires, qui rendent la visite du musée à la fois plus interactive et probablement plus ludique.

D'autres avancées technologiques qui ne requièrent pas la présence sur site gagneraient à être davantage considérées par les musées. En effet, la réalité virtuelle offre une expérience inédite d'interaction avec des œuvres artistiques, propulsant les usagers au sein même des univers imaginaires habituellement explorés en 2D seulement. En immersion au cœur de ces œuvres, les usagers en font ainsi une toute autre découverte, une expérience culturelle rendue dynamique et vivante par les possibilités d'exploration offertes par la réalité virtuelle.

Si l'intérêt de l'usage de la réalité augmentée a déjà fait l'objet de plusieurs travaux (He *et al.*, 2018), (Pucihar *et al.*, 2016), celui du recours à la réalité virtuelle n'a été que peu envisagé alors même que son intérêt dans ce contexte a pourtant déjà été signalé (Carrozzino et Bergamasco, 2010). Pourtant, l'interactivité avec les œuvres d'art et l'immersion dans ces environnements imaginaires sont susceptibles d'agir sur le processus d'acquisition de connaissances et, par là même, sur la rétention des informations traitées. La présente étude a ainsi pour ambition d'explorer spécifiquement les apports de la réalité virtuelle dans ce contexte nouveau de culture artistique. Dans cet objectif, nous nous attacherons à montrer les atouts de la réalité virtuelle en présentant des résultats attestant les bénéfices de ce type d'immersion, sur le plan mnésique mais

aussi dans le domaine des apprentissages scolaires. Dans la lignée de ces travaux, nous aborderons également la question des bénéfices associés à une navigation passive ou active dans l'environnement virtuel et ce, à la lumière de deux théories majeures en psychologie cognitive (la cognition incarnée et la charge cognitive).

2. Cadre théorique

2.1. Les atouts de la réalité virtuelle : une question en plein essor dans les recherches scientifiques

Il ne fait plus aucun doute que les chercheurs se sont activement emparés des dispositifs de réalité virtuelle (RV) pour impulser une nouvelle dynamique. Comme le rapportent Cipresso *et al.* (Cipresso *et al.*, 2018) au travers d'une analyse de la littérature scientifique disponible (avec la réalité virtuelle comme mot clé), l'utilisation de cette technologie ainsi que le nombre d'articles pointant du doigt ses atouts ont connu une évolution notable depuis 2015. En 2016, Slater et Sanchez-Vives (Slater et Sanchez-Vives, 2016) avaient déjà souligné que la RV était présente dans de nombreux domaines de recherche que sont notamment l'éducation, la formation, les phénomènes sociaux, et était en voie d'exploitation dans le domaine du divertissement entre autres (Hürst *et al.*, 2016).

Le recours à la réalité virtuelle (RV) est donc porteur et prometteur dans nombre de secteurs, ce qui explique l'engouement de la recherche pour cette technologie en plein essor (Freeman *et al.*, 2017), (Neri *et al.*, 2017). Les défis futurs pour la recherche séduite par cette technologie consistent à présent à mieux comprendre ses effets au plan du fonctionnement psychologique (cognitif et affectif au moins) de l'individu afin d'identifier les conditions dans lesquelles son utilisation est réellement porteuse (Daniela, 2020). À mi-chemin entre le divertissement et l'éducation, les visites virtuelles qu'offrent de plus en plus de musées représentent un contexte des plus propices pour examiner les apports de la RV à l'individu en tant que sujet apprenant.

2.2. Réalité virtuelle et mémoire spatiale de l'environnement exploré

Des indices d'un gain au plan mnésique de l'environnement exploré sous RV sont déjà disponibles. En effet, de nombreuses études ont rapporté les bénéfices d'une exploration virtuelle d'un environnement

Emmanuelle BRIGAUD, Lucie BACHELARD, Julien VIDAL, Aude MICHEL, Nathalie BLANC

sur la mémoire spatiale (Plancher *et al.*, 2013). Ces bénéfices ont par ailleurs été rapportés sur la mémoire des objets (Sauzéon *et al.*, 2012) ou encore sur la mémoire des marques dans le cadre d'études consacrées au e-commerce (Martínez-Navarro *et al.*, 2019).

Pour autant, toutes les conditions d'immersion ne sont pas propices à l'observation d'une meilleure mémorisation. Plusieurs études ont ainsi comparé les effets d'une navigation active aux effets d'une navigation passive sur la mémorisation et la restitution des informations présentes dans l'environnement virtuel. Selon la taxonomie de Wilson *et al.* (Wilson *et al.* 1997), le terme de navigation active renvoie à des conditions dans lesquelles les individus exercent un contrôle moteur et/ou volontaire de leurs mouvements lors de l'exploration de l'environnement virtuel ; la navigation passive, quant à elle, correspond à une visite guidée de l'environnement virtuel et donc sans possibilité de contrôler ses déplacements. Meade *et al.* (Meade *et al.* 2019) ont comparé les effets de ces deux types de navigation sur la mémoire spatiale d'un itinéraire. Les résultats ont montré que les individus ayant eu la possibilité de se déplacer librement et de contrôler leurs mouvements le long du parcours mémorisaient mieux l'itinéraire que ceux ayant suivi un parcours prédéfini sans possibilité d'agir.

Une récente revue consacrée aux effets de la réalité virtuelle sur les processus mnésiques (Smith, 2019) conditionne précisément les bénéfices observés à la condition où l'exploration se fait de manière active. Autrement dit, il faut que l'individu interagisse avec l'environnement pour améliorer la mémorisation et la restitution des informations rencontrées lors de l'exploration virtuelle de cet environnement.

2.3. Réalité virtuelle et apprentissage

Les nouvelles technologies offrent des possibilités inédites en matière d'acquisition de connaissances et sont à même de bouleverser notre rapport au savoir, notamment en conférant à la situation d'apprentissage un caractère interactif des plus stimulants. Autrement dit, la réalité virtuelle est un levier à considérer dans le domaine des apprentissages scolaires – voir (Freina et Ott, 2015) pour une revue – avec des effets possibles sur la mémorisation et la restitution des informations traitées.

Outre ce caractère dynamique qui place l'apprenant en position d'aller recueillir de l'information dans un environnement mobile, l'utilisation des nouvelles technologies telle que la réalité virtuelle est fortement

associée à un ressenti émotionnel majoritairement à valence positive. Si un effet « Waouh » est souvent rapporté, cet effet est vraisemblablement à rapprocher de l'émotion d'émerveillement. Allcoat et von Mühlénen (Allcoat et von Mühlénen, 2018) ont notamment questionné les apports de la RV en situation d'apprentissage, et se sont montrés attentifs au versant émotionnel de cette situation. Dans leur étude, des participants étaient affectés à l'une des trois conditions d'apprentissage : traditionnelle à partir d'un manuel, à l'aide d'une vidéo (exploration passive), et sous réalité virtuelle (RV). Le matériel d'apprentissage utilisé était le même dans les trois conditions. L'évaluation des connaissances des participants a permis de révéler que ceux placés dans les conditions traditionnelles et ceux placés sous RV avaient amélioré leurs performances globales (acquisition des connaissances) par rapport à ceux de la condition vidéo. Les participants en condition RV ont également montré de meilleures performances mnésiques que ceux des deux autres conditions (traditionnelle et vidéo). Les auteurs rapportent également que l'auto-évaluation des émotions avant et après la phase d'apprentissage a révélé une augmentation des émotions positives et une diminution des émotions négatives pour la condition RV. À l'inverse, ils ont observé une diminution des émotions positives dans les deux autres conditions (traditionnelle et vidéo). Dans l'ensemble, les résultats de cette expérience fournissent des éléments prometteurs en faveur de l'idée que l'utilisation de la réalité virtuelle pourrait donner lieu à une expérience d'apprentissage améliorée par rapport aux méthodes d'apprentissage plus classiques (c.-à-d. traditionnelle et vidéo).

Rappelons que, classiquement, les recherches menées en sciences de l'éducation indiquent que conduire les élèves à interagir avec leur environnement physique (c.-à-d. non virtuel) améliore les apprentissages pour des activités aussi variées que la lecture, l'arithmétique, le langage, la compréhension de texte ou encore la résolution de problèmes (Chandler et Tricot, 2015), (Pouw *et al.*, 2014). Les possibilités d'interaction sous réalité virtuelle offriraient-elles les mêmes atouts ?

Dès 2008, Zouboula (Zouboula *et al.*, 2008) ont fourni des prémisses de réponse à cette question et ouvert la voie à l'utilisation de la RV en situation d'apprentissage. Dans leur étude, ils ont mis en évidence que la diffusion d'un contenu historique étayé par la visite en 3D des salles d'un musée pouvait servir des intérêts éducatifs. Les auteurs ont notamment souligné l'importance de la composante ludique de la situation

d'apprentissage puisque 100% des élèves souhaitaient poursuivre la visite en 3D du musée, alors que ce pourcentage n'était que de 30% lorsque cette visite s'effectuait à travers une présentation PowerPoint. Ils évoquent un bilan tout aussi positif s'agissant des performances d'apprentissage des élèves utilisant l'application RV, la majorité d'entre eux ayant obtenu de meilleurs résultats à un questionnaire sondant leurs connaissances comparativement à ceux placés en situation d'apprentissage traditionnelle.

2.4. Deux théories pour interpréter les bénéfices de la RV

Bara et Tricot (Bara et Tricot, 2017) rendent compte de ces effets bénéfiques des expériences motrices sur les connaissances symboliques à la lumière de deux théories complémentaires issues de la littérature en psychologie cognitive : la cognition incarnée et la charge cognitive.

Selon la théorie dite de la cognition incarnée (Barsalou, 2008), nos connaissances seraient liées à nos expériences sensorielles (vue, toucher, ouïe, odorat et goût), mais aussi à nos actes moteurs. Dès lors, chaque événement vécu se traduirait par un encodage multiple en mémoire, reposant à la fois sur des expériences perceptives et sur des expériences motrices. On comprend, dès lors, pourquoi permettre aux individus d'explorer de manière active l'environnement (par ex. en exerçant un contrôle moteur et/ou volontaire de leurs mouvements en RV) favorise la mémorisation et la reconnaissance des objets ou informations rencontrées dans cet environnement.

Selon la théorie de la charge cognitive (Sweller *et al.*, 2011), le fait d'interagir avec l'environnement permettrait notamment de pallier les capacités limitées de la mémoire de travail en focalisant l'attention sur les informations pertinentes, c'est-à-dire essentielles à l'apprentissage. Autrement dit, l'action réduirait la charge cognitive des sujets en les détournant des informations non pertinentes, consommatrices de capacités attentionnelles.

Ces explications avancées pour rendre compte des bénéfices associés à la mobilisation du corps dans les apprentissages pourraient, elles aussi, expliquer les bénéfices d'une exploration active par rapport à une exploration passive d'un environnement virtuel. Naviguer visuellement et corporellement, par une action motrice volontaire dans le monde virtuel, améliorerait la mémorisation et la restitution des informations,

non seulement en multipliant les traces en mémoire, mais aussi en allégeant la charge cognitive des sujets lors de l'exploration.

Wallet (Wallet *et al.*, 2011) ont ainsi manipulé la quantité d'informations visuelles présentes dans l'environnement virtuel et testé l'effet des deux types de navigation (active vs. passive). Dans leur étude, les individus évoluaient dans un environnement 3D reproduisant un quartier de la ville de Bordeaux, soit sous forme épurée (sans détails particuliers), soit sous une forme présentant de nombreux détails visuels. La moitié des participants évaluait de manière passive grâce à un itinéraire préenregistré, l'autre moitié pouvait contrôler ses déplacements le long de cet itinéraire grâce à une manette. L'une des tâches proposées consistait à reproduire à main levée, sur un plan, l'itinéraire avec les changements de direction. Les résultats montrent que la navigation active conduisait à un meilleur rappel du tracé (c.-à-d. avec moins d'erreurs dans les changements de direction) par rapport à la navigation passive mais uniquement pour les individus évoluant dans l'environnement le plus élaboré. Dans ce contexte très consommateur en ressources attentionnelles, la possibilité d'action sur l'environnement aurait donc bien pour conséquence de diminuer la charge en mémoire de travail et donc de faciliter l'encodage et la restitution des informations spatiales.

2.5. Optimiser l'expérience de RV au musée : préférer une visite passive ou active ?

La question ici est de savoir quel type de navigation proposer pour optimiser les visites virtuelles axées sur la découverte des œuvres d'art. Est-ce qu'amener les individus à interagir avec l'environnement virtuel dans le cadre d'une visite de musée, par exemple, est une solution préférable à une « navigation guidée » pour faciliter la mémorisation des œuvres ? À notre connaissance, seules deux études se sont intéressées à cette question : celle de Hine et Tasaki (Hine et Tasaki, 2019) et celle de Burgues *et al.* (Burgues *et al.*, 2020).

Dans l'étude de Hine et Tasaki (Hine et Tasaki, 2019), les participants découvraient les œuvres de deux peintres de l'époque baroque : Nicolas Poussin et Paul Rubens, via un casque de réalité virtuelle. L'exploration de la vidéo retraçant ces œuvres était programmée à l'avance et permettait ou non de changer de perspective. Ainsi, dans une condition, les sujets pouvaient changer de point de vue par un simple mouvement de tête,

Emmanuelle BRIGAUD, Lucie BACHELARD, Julien VIDAL, Aude MICHEL, Nathalie BLANC

alors que dans l'autre condition, ces changements n'étaient pas possibles. Une tâche de reconnaissance des œuvres était proposée aux sujets immédiatement après l'immersion puis deux semaines plus tard. À court terme, aucune différence n'était observée entre les deux conditions ; à long terme, en revanche, les scores de reconnaissance étaient plus bas dans la condition autorisant un changement de point de vue. Notons cependant que, dans cette expérience, tous les individus étaient spectateurs de leurs déplacements et qu'ils ne pouvaient ni contrôler leurs mouvements lors de l'exploration de l'environnement virtuel ni interagir avec lui. La navigation permettant le changement de perspective, bien que définie par les auteurs comme une « navigation active », s'apparentait donc à une « navigation dite passive ».

Si cette étude ne permet pas de conclure sur les bénéfices d'une navigation active par rapport à une navigation passive dans l'environnement virtuel, celle de Burgues *et al.* (Burgues *et al.* 2020) apporte un réel éclairage sur les conditions d'exploration à privilégier lors de la visite d'un musée virtuel. Dans cette étude, les participants découvraient des œuvres de l'artiste-phare de la Renaissance italienne, Michel-Ange. Tout au long de la visite du musée virtuel, des informations générales et spécifiques propres à chacune des sculptures présentes dans l'environnement étaient fournies oralement aux participants. Ceux-ci étaient explicitement informés qu'ils devaient écouter les informations données afin d'acquérir de nouvelles connaissances qui feraient l'objet d'une évaluation ultérieure. Les conditions d'exploration, au nombre de quatre, différaient selon le niveau d'immersion (tablette ou RV) et le contrôle exercé sur la navigation (navigation passive ou navigation active). La comparaison entre ces différentes conditions montre qu'une navigation active optimise l'acquisition des connaissances, par comparaison à une navigation passive et ce, quel que soit le support (tablette ou RV). Ces résultats cependant sont difficilement applicables aux visites de musées qui, à l'exception de quelques situations (par ex. une sortie à visée pédagogique), n'ont pas pour principal objectif l'évaluation des connaissances artistiques acquises.

Dans des conditions plus naturelles où les visiteurs déambulent au milieu des œuvres et les contemplant en laissant libre cours à leurs émotions, quels seraient les apports d'une navigation active ? Un apprentissage incident pourrait-il, tout comme un apprentissage intentionnel, bénéficier d'une expérience immersive plus dynamique ?

2.6. Problématique et hypothèses

Compte tenu des apports des travaux antérieurs, la question est de savoir si, dans une situation d'apprentissage incident, la réalité virtuelle qui permet une immersion dans l'œuvre artistique peut donner lieu à un meilleur ancrage en mémoire des éléments constitutifs de l'œuvre, comparé à une exploration de cette même œuvre via un ordinateur. Pour bien comprendre ce qui pourrait donner lieu à ce bénéfice mnésique, une deuxième question mérite d'être soulevée, elle concerne le ressenti émotionnel qui est associé à ces deux types d'expériences immersives (réalité virtuelle versus ordinateur) : se pourrait-il que la réalité virtuelle suscite des émotions positives plus intenses lors de l'exploration de l'œuvre, comparé à l'utilisation de l'ordinateur ? Dans la lignée de ces deux premières questions, une troisième question a trait à la composante interactive du contexte d'apprentissage. Dans le cas d'une exploration de l'œuvre en réalité virtuelle, les possibilités d'action sur l'environnement (navigation active) favorisent-elles la rétention en mémoire des informations, plus encore que l'immersion seule (navigation passive) ?

3. Méthode

3.1. Participants

Cinquante-quatre participants francophones, tous étudiants, ont été recrutés à l'Université Paul Valéry Montpellier 3 et ont volontairement pris part à l'étude. Les participants avaient une acuité visuelle normale ou corrigée à la normale. Pour précision, l'échantillon se composait de 34 femmes (âge moyen : 25,4 ans) et de 20 hommes (âge moyen : 25,6 ans).

3.2. Matériel

3.2.1. L'environnement artistique

L'environnement artistique sélectionné pour les besoins de cette étude est celui de « *Dreams of Dali* », édité par le *Salvador Dali Museum* (Saint Petersburg, Floride).

En termes de contenu, cet environnement n'est autre qu'une balade dans l'univers artistique de Salvador Dali, qui permet de s'immerger au cœur même d'une de ses peintures de 1935, à savoir le tableau *Réminiscence archéologique* de « l'Angelus » de Millet. D'autres œuvres sont également mises en scène dans l'environnement, comme « Les Eléphants » et « Le téléphone Homard ». L'univers surréaliste et onirique

Emmanuelle BRIGAUD, Lucie BACHELARD, Julien VIDAL, Aude MICHEL, Nathalie BLANC

est stimulant à la fois visuellement par le caractère esthétique des images et auditivement par les voix et sons qui accompagnent l'exploration de la vidéo.

La vidéo en 360°, qui permet donc de s'immerger dans l'univers de Dali, peut être visionnée soit via un ordinateur, tablette ou smartphone (immersion faible), soit via un casque de réalité virtuelle (immersion forte). Ces deux versions sont accessibles gratuitement, l'une sur YouTube et l'autre sur SteamVR (thedali.org/exhibit/dreams-of-dali-in-virtual-reality/). Lors de l'exploration de l'œuvre, d'une durée de 5 minutes, le visiteur peut modifier son angle de vue soit en utilisant la boussole présente dans la vidéo à l'aide de la souris (version YouTube), soit en bougeant la tête avec le casque de réalité virtuelle (version SteamVR). Précisons que la version en réalité virtuelle, particulièrement innovante et attractive, a connu un succès considérable auprès du grand public, en plus d'avoir été récompensée par de nombreux prix (entre autres : Cannes Cyber Lion GOLD ; Webby People's Voice ; Facebook Silver Award).

3.2.2. Questionnaire évaluant la mémoire de l'environnement artistique

Afin d'évaluer la mémoire de l'environnement artistique, nous avons élaboré un questionnaire qui comportait 15 questions. Ces questions ont été produites sur la base d'une étude pilote dans laquelle des participants (qui n'ont pas pris part à la présente étude) ont été invités à déterminer quels sont, pour eux, les éléments qui leur paraissent importants et saillants dans l'expérience esthétique de cet environnement. Sur la base des éléments cités de façon récurrente et consensuelle lors de cette expérience pilote, des questions ciblant ces éléments ont été conçues (questions ouvertes et questions de type oui/non). Ces questions sondaient tant la mémoire des caractéristiques de l'environnement artistique, que la présence de certaines entités (personnages, animaux) dans l'environnement. À titre d'exemple, la combinaison des deux types de question était mise en œuvre de la façon suivante : « Outre les éléphants, avez-vous remarqué la présence d'autres animaux ? » (question oui/non) ; « Si oui, veuillez préciser lesquels ? » (question ouverte).

3.2.3. Questionnaire évaluant le ressenti émotionnel des participants

L'échelle d'*Auto-Evaluation du Jeune Enfant* (AEJE) élaborée par Largy (Largy, 2018) a pour avantage de permettre d'évaluer précisément le ressenti émotionnel des individus en sondant, pour chaque émotion

spécifiquement désignée, l'intensité du ressenti correspondant. Pour sonder la possible mixité du ressenti des participants avant et après l'exposition à l'environnement, cinq émotions ont été retenues : la joie et l'émerveillement pour les émotions positives, la tristesse, la peur et la colère pour les émotions négatives. Pour indiquer l'intensité perçue de chaque émotion, une adaptation de l'échelle de Largy (Largy, 2018) a été utilisée. Elle comporte 5 niveaux représentés par 5 émoticônes différents. Le ressenti des participants pouvait ainsi être codé de 1 à 5 pour chaque émotion considérée.

3.2.4. Questionnaires évaluant l'expertise en art des participants

Deux questionnaires ont permis de mesurer l'expertise en art des participants. Dans une variante du questionnaire « *Art Experience* » utilisé par Chatterjee *et al.* (Chatterjee *et al.*, 2010), les questions permettent d'apprécier l'expertise et l'appétence des répondants pour l'art en général avec des items sur le suivi d'enseignements dédiés à l'art, la fréquence approximative de visites de musées et/ou galeries, et le temps moyen consacré à la création, à la lecture et à l'observation d'arts visuels.

Le second questionnaire, « *Aesthetic Fluency Scale* » (Smith et Smith, 2006), est quant à lui très ciblé puisqu'il sonde les répondants sur leur degré de familiarité concernant l'artiste Salvador Dali et le courant artistique du surréalisme. Pour ce second questionnaire, l'échelle s'étend de 0 (je n'en ai jamais entendu parler) à 4 (je peux en parler de façon détaillée).

Dans l'ensemble, l'utilisation de ces deux questionnaires avait pour objectif de contrôler que les participants présents dans chaque groupe avaient sensiblement la même expertise et la même appétence pour l'art en général et le Surréalisme en particulier.

3.2.5. Questionnaires sondant l'appréciation de la vidéo « *Dreams of Dali* »

Conformément aux études précédemment menées sur l'évaluation d'œuvres picturales (Fayn *et al.*, 2015), (Silvia, 2005), nous avons interrogé les participants sur plusieurs dimensions : 1) l'intérêt suscité par la vidéo en 360° ; 2) la nouveauté et 3) l'esthétisme de la vidéo. Cinq adjectifs étaient ainsi proposés pour cette évaluation : 2 pour l'intérêt (« intéressant » et « stimulant »), 2 pour la nouveauté (« complexe » et

« inhabituel ») et 1 pour l'esthétisme (« esthétique »). Comme dans les études précédentes, les évaluations se faisaient sur des échelles en 7 points. Un item supplémentaire a été ajouté à cette liste d'adjectifs et ce, afin d'évaluer le caractère ludique du visionnage de l'œuvre à partir de la vidéo.

3.3. Procédure

La passation de l'expérience était individuelle. Après avoir pris connaissance des informations générales relatives à l'étude, et signé un formulaire de consentement éclairé, les participants recevaient les consignes qui précisaient la première étape à venir : l'évaluation de leur ressenti émotionnel. Cette évaluation était introduite par la question « comment vous sentez-vous en ce moment même ? » Ainsi, l'exposition à l'environnement artistique a systématiquement été précédée d'une évaluation du ressenti émotionnel des participants à l'aide de l'échelle AEJE pour les cinq émotions considérées dans cette étude (joie, émerveillement, tristesse, peur, colère). L'évaluation du ressenti émotionnel était également répétée aussitôt après la fin de la phase de visualisation de l'environnement artistique. L'ordre d'introduction des émotions n'était jamais identique entre les deux phases d'évaluation.

Les participants étaient équitablement répartis dans l'une des trois conditions expérimentales : « PC navigation passive » (Condition 1, N = 18 dont 13 femmes), « RV navigation passive » (Condition 2, N = 18 dont 9 femmes) et « RV navigation active » (Condition 3, N = 18 dont 12 femmes). Dans la première condition, ils étaient invités à visionner la vidéo de l'environnement artistique via l'écran d'un ordinateur. Dans les deux autres conditions, l'exploration de la vidéo se faisait via un casque de réalité virtuelle. Ces trois conditions différaient donc du point de vue de l'expérience immersive, faible pour la condition avec ordinateur (condition 1) et forte pour les deux conditions avec le casque de réalité virtuelle (conditions 2 et 3). Le contrôle exercé sur la navigation dans l'environnement artistique différait aussi d'une condition à l'autre. Alors que les participants des conditions 1 et 2 ne pouvaient exercer aucun contrôle sur leurs déplacements (métaphore des rails), ceux de la condition 3 pouvaient contrôler leurs déplacements (métaphore de la téléportation). Dans cette dernière condition, les déplacements s'effectuaient grâce à un système de balises (des sphères blanches) implantées dans l'environnement artistique. L'évolution d'un point à l'autre se faisait simplement en visant du regard la prochaine destination.

Afin de réduire la charge cognitive occasionnée par l'apprentissage de la maîtrise d'un nouvel outil (Sweller *et al.*, 1998), l'expérimentatrice expliquait aux participants des trois conditions comment utiliser le matériel pendant l'expérience immersive. Aucune consigne explicite d'apprentissage n'était formulée. L'expérimentatrice demandait simplement aux participants « d'explorer l'environnement et de contempler les œuvres afin de ressentir au mieux l'expérience artistique », puis elle lançait la vidéo. Dans la condition « RV navigation active », l'entrée dans la vidéo se faisait en fixant une première balise, étape qui permettait donc de s'assurer que les participants contrôlaient leurs déplacements. À ce propos, notons qu'aucun participant n'a rencontré de difficultés, que ce soit sur PC (pour modifier l'angle de vue avec la souris) ou avec le casque de réalité virtuelle (pour modifier l'angle de vue avec la tête ou pour se déplacer d'une sphère à l'autre).

Pour introduire un délai entre l'exploration de la vidéo de l'environnement artistique et la tâche évaluant la qualité de sa représentation en mémoire, les participants étaient soumis à différentes étapes : d'abord, la seconde évaluation de leur ressenti émotionnel, puis le remplissage des deux questionnaires visant à déterminer leur expertise artistique. Ensuite, les participants étaient invités à faire part de leurs impressions par écrit à partir de la question suivante : « Si vous deviez dire librement quelles sont les premières impressions qui se dégagent de la visite de cet environnement, que pouvez-vous en dire ? » (Cette tâche est une tâche dite de remplissage). Une fois ces étapes abouties, le questionnaire de mémoire leur était proposé. Pour finir, les participants étaient interrogés sur leur appréciation de la vidéo de l'environnement exploré, sur la base des dimensions énoncées plus haut. Autrement dit, les participants évaluaient l'intérêt, la nouveauté, l'esthétisme et le caractère ludique de la vidéo de l'environnement exploré à l'aide d'une liste d'adjectifs. Afin d'accéder à l'appréciation la plus fidèle que possible, une image extraite de l'environnement était présentée pendant toute la durée de cette tâche. Au total, l'expérimentation a duré une vingtaine de minutes (cf. figure 1).

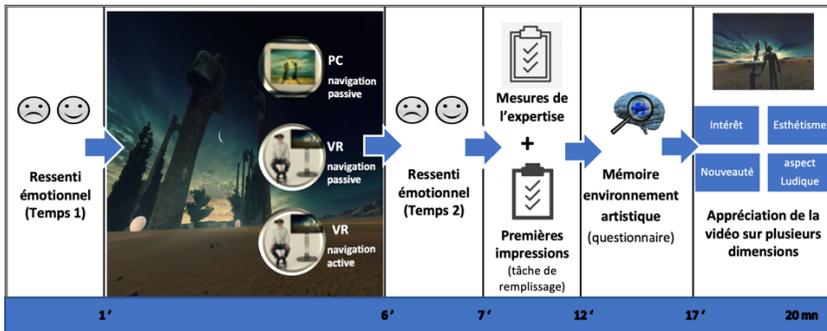


Figure 1 • Procédure de l'expérience

4. Résultats

Les données recueillies à l'aide des différents questionnaires ont fait l'objet de plusieurs analyses dont les principaux éléments sont fournis ci-après.

4.1. Quel niveau d'expertise en art des participants ?

L'expertise en art des participants était évaluée au travers de deux questionnaires. Pour rappel, le premier repris de Chatterjee *et al.* (Chatterjee *et al.*, 2010) portait sur l'expertise et l'appétence des répondants pour l'art en général. Le second évaluait quant à lui les connaissances des répondants sur l'artiste Salvador Dali et le courant artistique du Surréalisme (Smith et Smith, 2006). Ces deux questionnaires visaient essentiellement à s'assurer de l'homogénéité de notre échantillon, les participants ayant été répartis en aveugle dans les trois conditions expérimentales. Pour chaque questionnaire, nous avons donc réalisé des analyses de variance (ANOVA) avec comme variable inter-sujet la condition d'exploration de l'environnement (PC Navigation passive ; RV Navigation passive ; RV Navigation active).

Concernant les scores au premier questionnaire (cf. tableau 1), les scores globaux obtenus par les participants ne différaient pas entre les trois conditions, $p > .05$. Notons que ces scores, très faibles en moyenne ($M = 7.08$ pour un score maximum de 29 points) témoignaient du peu d'expertise des participants dans le domaine artistique. Une analyse approfondie des caractéristiques de l'échantillon expérimental a révélé que les participants que nous pourrions qualifier « d'experts » (c.-à-d. ceux ayant un score global supérieur à 14) étaient, en effet, largement

minoritaires (12% de l'échantillon seulement) et équitablement répartis dans les 3 conditions.

Tableau 1 • Expertise et appétence pour l'art en général des participants des trois conditions d'exploration de l'œuvre

	PC Navigation passive	RV Navigation passive	RV Navigation active
Suivi d'enseignements dédiés à l'art	1.72	2.27	1.88
Fréquence des visites (musées et galeries)	1.83	1.94	1.90
Heures/semaine dédiées à la création artistique	.67	.72	.83
Heures/semaine de lectures liées à l'art	.68	.89	.55
Heures/semaine d'observation d'arts visuels	1.48	2.00	1.89
Total*	6.38 (3.55)	7.82 (3.71)	7.05 (3.23)

Note. Plus le score est élevé, plus le niveau d'expertise est élevé et l'appétence forte (maximum = 29).

Les résultats obtenus au second questionnaire (cf. tableau 2) montrent que les 3 groupes ne différaient pas non plus entre eux du point de vue des connaissances spécifiques à l'œuvre, $ps > .05$. Qu'il s'agisse de Dali ou du Surréalisme, le niveau d'expertise des participants était, là encore, relativement faible.

Ces données nous conduisent à penser que l'échantillon est assez homogène quant à l'expertise et l'appétence pour l'art en général ou pour le Surréalisme et Dali en particulier.

Tableau 2 • Expertise et appétence pour Dali et le Surréalisme

Expertise pour Dali	2.17 (.71)	2.22 (1.09)	2.06 (.87)
Expertise pour le Surréalisme	1.78 (.81)	2.06 (1.11)	1.78 (.73)

Note. Plus le score est élevé, plus le niveau d'expertise est élevé et l'appétence forte (maximum = 4).

4.2. Quel ressenti émotionnel observé chez les participants ?

Pour examiner les variations du ressenti émotionnel des participants avant et après l'exploration de la vidéo de l'œuvre, en fonction de la condition d'exploration à laquelle ils avaient été affectés aléatoirement, nous avons réalisé une ANOVA pour chacune des 5 émotions sondées. Si cette analyse n'a révélé aucun effet de la condition d'exploration de l'œuvre, elle indique un effet principal du moment de la mesure pour trois émotions en particulier : l'émerveillement, la colère et la tristesse (se reporter au tableau 3 où sont mentionnés les scores moyens pour chacune des émotions).

S'agissant de l'émerveillement, $F(1, 51) = 92.63$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .64$, le ressenti des participants était plus important pour cette émotion après avoir visionné la vidéo de l'œuvre qu'avant. S'agissant de la tristesse, $F(1, 51) = 5.61$, $p < .02$, $\eta_p^2 = .10$ et de la colère, $F(1, 51) = 5.56$, $p < .02$, $\eta_p^2 = .10$, ces deux ressentis négatifs diminuaient après avoir visionné la vidéo de l'œuvre. Aucun autre effet significatif n'était à signaler. Contrairement à nos attentes, les trois conditions d'exploration de l'œuvre comparées entre elles ne semblaient pas donner lieu à un ressenti émotionnel différent.

Tableau 3 · Le ressenti émotionnel des participants - toutes conditions confondues - avant et après l'exploration de la vidéo de l'œuvre

	Avant	Après
Émerveillement*	1.98 (1.07)	3.50 (1.02)
Joie	3.06 (1.00)	3.17 (.84)
Tristesse*	1.28 (.56)	1.13 (.34)
Colère*	1.31 (.80)	1.13 (.44)
Peur	1.31 (.61)	1.31 (.58)

Note. Le ressenti émotionnel était exprimé sur des échelles en 5 points (1- pas du tout émerveillé/joyeux/... à 5- très très émerveillé/joyeux/...); * signale la présence d'une différence significative entre avant et après.

4.3. Quelle mémoire de l'environnement artistique chez les participants ?

Dans l'ensemble, le nombre moyen d'informations correctement restituées à partir de l'exploration de la vidéo de l'œuvre était comparé entre les trois conditions. Pour précision, le score maximum était de 18

points. Les scores moyens ont été soumis à une ANOVA, avec comme seule variable inter-sujet la condition d'exploration de l'œuvre (PC navigation passive; RV navigation passive; RV navigation active). L'analyse calculée indique la présence d'un effet significatif de la condition, $F(2, 51) = 9.38, p < .001, \eta_p^2 = .27$.

Comme illustré en figure 2, les participants de la condition RV avec navigation active rappelaient plus d'informations correctes ($M=12.23, ET=2.01$) que les participants des deux autres conditions, $ps < .01$. La navigation passive, quant à elle, conduisait aux mêmes résultats que ce soit avec le casque de réalité virtuelle ($M=9.00, ET=2.57$) ou avec l'ordinateur ($M=10.28, ET=2.11$).

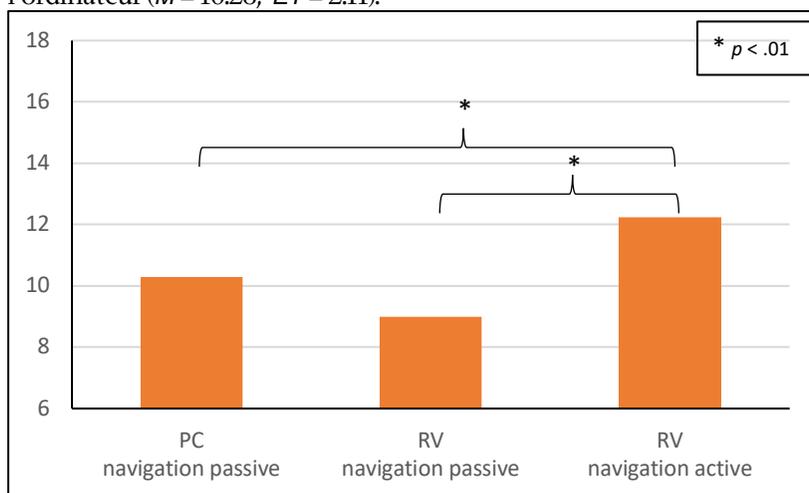


Figure 2 · Le nombre moyen d'informations correctement restituées selon les conditions d'exploration de la vidéo de l'œuvre

4.4. Quelle appréciation de la vidéo « *Dreams of Dali* » ?

Les participants étaient invités à évaluer la vidéo sur trois critères: l'intérêt suscité, la nouveauté et son caractère esthétique. Ils devaient également évaluer le caractère ludique du visionnage de la vidéo de l'œuvre. Les scores moyens attribués à chacune de ces caractéristiques sont représentés dans le tableau 4. Ils ont fait l'objet d'une ANOVA avec comme seule variable inter-sujet la condition (PC navigation passive ; RV navigation passive ; RV navigation active).

Seul le caractère ludique était perçu différemment selon les conditions, $F(2, 51) = 13.90$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .35$. Précisément, la vidéo était perçue comme plus ludique lorsque la visite de l'œuvre s'effectuait sous réalité virtuelle avec navigation active, comparé à une exploration à partir de l'ordinateur, $p < .001$. L'aspect ludique était, en revanche, perçu de la même façon pour les deux conditions de navigation passive (PC et RV).

Pour les deux autres dimensions, l'ANOVA n'a révélé aucune différence significative entre les conditions. Le caractère esthétique de la vidéo ainsi que l'intérêt qu'elle suscitait étaient donc identiques pour les trois conditions d'exploration de l'œuvre (cf. tableau 4). Notons toutefois que, d'une manière générale, les participants jugeaient la vidéo comme très intéressante ($M = 6.29$, $ET = .94$), très stimulante ($M = 5.59$, $ET = 1.60$) mais aussi comme inhabituelle ($M = 6.39$, $ET = 1.17$) et relativement complexe ($M = 4.98$, $ET = 1.81$). Ils la jugeaient aussi comme étant très esthétique ($M = 6.46$, $ET = .72$).

Tableau 4 • Moyennes pour chacune des caractéristiques de la vidéo de l'environnement artistique en fonction de la Condition (écarts-types entre parenthèses)

	PC navigation passive	RV navigation passive	RV navigation active
Intéressante	6.17 (1.20)	6.38 (.81)	6.33 (.97)
Stimulante	5.44 (1.69)	5.94 (1.51)	5.39 (1.61)
Complexe	5.11 (1.60)	4.61 (2.06)	5.22 (1.77)
Inhabituelle	6.00 (.71)	6.55 (.86)	6.61 (.61)
Esthétique	6.50 (.62)	6.28 (.82)	6.61 (.70)
Ludique	3.00 (1.24)	3.11 (1.32)	4.94 (1.16)

Note. Les jugements se faisaient sur des échelles en 7 points (1- pas du tout intéressante/stimulante/... à 7- très intéressante/stimulante/...).

4.5. Quel lien entre l'appréciation de la vidéo et la mémoire de l'environnement artistique ?

Nous avons réalisé des analyses de corrélations entre les différentes caractéristiques de la vidéo mais aussi entre ces caractéristiques et la mémoire de l'environnement artistique (c.-à-d. le nombre d'informations correctement restituées en lien avec cet environnement).

Ces corrélations, représentées dans le tableau 5, montraient des relations significatives entre plusieurs caractéristiques. Ainsi, les deux

caractéristiques relevant de l'attrait pour la vidéo étaient positivement corrélées : plus la vidéo était jugée comme stimulante, plus elle suscitait l'intérêt. La complexité et le caractère inhabituel de la vidéo étaient aussi positivement corrélés. Enfin, le caractère esthétique était positivement corrélé à l'intérêt suscité.

Fait intéressant, le caractère ludique était positivement corrélé au nombre d'informations correctement restituées. Ainsi, plus les participants jugeaient la vidéo ludique, plus ils restituaient d'informations correctes en lien avec l'environnement artistique exploré. Notons que, hormis cet aspect ludique, aucune dimension de la vidéo n'était corrélée à la mémoire.

Tableau 5 • Corrélations entre les caractéristiques de la vidéo et la mémoire de l'environnement artistique (nombre d'informations restituées)

	1	2	3	4	5	6	7
1. Intéressante	-						
2. Stimulante	.44**	-					
3. Complexe	.08	.06	-				
4. Inhabituelle	.03	.21	.47**	-			
5. Esthétique	.41**	.02	.01	.05	-		
6. Ludique	-.12	-.08	.02	.09	.12	-	
7. Mémoire	.01	-.01	.21	.02	.02	.33*	-

Note. * $p < .01$, ** $p < .001$.

5. Discussion et conclusion

Aujourd'hui les musées surfent sur la vague des nouvelles technologies pour attirer les visiteurs et faire ainsi découvrir des œuvres à un plus large public en lui proposant des visites virtuelles. Si ces visites supposées allier éducation et divertissement séduisent, peu d'études ont réellement testé les bénéfices de l'exploration d'un environnement artistique sur les connaissances et le ressenti émotionnel des visiteurs. Dans cet objectif, nous avons choisi d'examiner la mémoire et l'évaluation d'un environnement artistique en comparant trois conditions d'exploration de l'œuvre onirique de Salvador Dali, sans oublier de considérer le versant émotionnel de cette expérience inédite.

Emmanuelle BRIGAUD, Lucie BACHELARD, Julien VIDAL, Aude MICHEL, Nathalie BLANC

Le principal objectif de cette étude était de définir les conditions d'exploration les plus à même de favoriser la mémorisation de cet environnement et d'engendrer un ressenti positif. Nous avons utilisé une même vidéo immersive («*Dreams of Dali*») mais diffusée selon 3 conditions différentes. Pour un premier groupe d'individus, la visite en 360° se faisait via un écran d'ordinateur, alors que pour un deuxième groupe elle s'effectuait via un casque de réalité virtuelle sans possibilité pour les individus de contrôler leurs déplacements (RV navigation passive). Pour un troisième groupe, la visite s'effectuait également via un casque de réalité virtuelle avec, cette fois, la possibilité pour les individus d'agir sur leurs déplacements dans l'environnement artistique (RV navigation active).

Les principaux apports de cette étude sont discutés, avec pour ambition de mettre en triangulation mémoire, émotion et appréciation.

Au plan strictement mnésique, les résultats montrent combien il est important de considérer les conditions d'exploration de l'environnement artistique. En effet, la réalité virtuelle n'est pas nécessairement synonyme de bénéfices en termes d'apprentissage. Il apparaît en effet que seule une exploration permettant une navigation active dans l'environnement artistique améliore la mémorisation incidente des éléments présents dans cet environnement. Dans le cadre d'une navigation passive, l'utilisation de la RV ne présente pas d'avantage sur le plan mnésique par rapport à l'utilisation d'un support plus classique (écran d'un ordinateur). Ces résultats apportent un éclairage sur les conditions dans lesquelles le recours à la réalité virtuelle présente un intérêt dans le domaine artistique, au moins sur le plan mnésique. Conformément aux résultats déjà obtenus (Burgues *et al.*, 2020), (Meade *et al.*, 2019), (Smith, 2019), nos résultats pointent du doigt l'importance de l'action lors de l'expérience immersive. Nos résultats ne sont pas sans rappeler ceux de Plancher *et al.* (Plancher *et al.*, 2013) qui avaient montré que l'exploration d'une ville en réalité virtuelle améliorerait le rappel des informations visuo-spatiales seulement lorsque les passagers embarqués à bord d'une voiture avaient la possibilité de choisir leur itinéraire et ce, comparativement à la situation où cet itinéraire leur était imposé.

Si notre étude témoigne des bénéfices, sur le plan mnésique, d'une navigation active par rapport à une navigation passive lors d'une expérience immersive sous réalité virtuelle, elle ne permet cependant pas de généraliser les bénéfices de ce type de navigation à d'autres types de

support. En effet, reste à savoir si ce même profil de résultats aurait été observé en situation d'exploration à l'aide de l'ordinateur, comparant une navigation passive à une navigation active (sachant que pour « *Dreams of Dali* », la version navigation active n'existe pas sur ordinateur). Autrement dit, il se pourrait que le simple fait d'être acteur de ses déplacements suffise à améliorer la mémoire de l'environnement artistique et ce, quelle que soit la technique utilisée (PC ou RV). Les résultats de Burgues *et al.* (Burgues *et al.* 2020) permettent effectivement d'anticiper un tel résultat en montrant que la possibilité d'agir sur l'environnement exploré améliore la mémorisation des œuvres et ce, quel que soit le type d'immersion, fort (avec un casque de réalité virtuelle) ou faible (avec un ordinateur).

Ce bénéfice d'une navigation active sur la mémorisation d'un environnement artistique peut être interprété à la lumière de deux théories complémentaires que nous avons précédemment évoquées. Selon la première (Barsalou, 2008), une navigation active permettrait un apprentissage incarné combinant des activités motrices et perceptives. Cette pluralité des encodages aurait pour effet de faciliter l'encodage en mémoire et, par conséquent, la restitution subséquente des informations rencontrées lors de la navigation. Selon la seconde théorie (Sweller *et al.*, 2011), l'action réalisée lors de l'expérience immersive réduirait la charge cognitive des individus tout au long de la navigation en focalisant leur attention sur les œuvres vers lesquelles ils se sont virtuellement mais surtout volontairement projetés. Si notre étude ne permet pas de départager ces deux théories quant à leur contribution respective pour expliquer le bénéfice mnésique observé, elle souligne la pertinence de comparer une exploration passive à une exploration active de l'environnement artistique. Parce que notre étude n'est pas sans rappeler les explications communément avancées dans la littérature pour expliquer les bénéfices d'une navigation active, par rapport à une navigation passive dans le domaine de la mémoire visuo-spatiale (Chrastil et Warren, 2012), (Markant *et al.*, 2016), le parallèle établi avec ces travaux trouve ici confirmation de sa validité.

S'agissant du ressenti émotionnel des participants, notre étude s'inscrit dans la lignée des résultats classiquement rapportés (Allcoat et von Mühlénen, 2018), à savoir une augmentation des émotions positives (l'émerveillement dans notre étude) et une diminution des émotions négatives (tristesse et colère) suite à l'expérience immersive. Notons

cependant que dans la présente étude, les trois conditions d'exploration de l'environnement artistique ne donnent pas lieu à un ressenti émotionnel différencié. Autrement dit, la réalité virtuelle, qu'elle soit passive ou active, avait les mêmes effets sur les émotions que le visionnage de la vidéo en 360° sur ordinateur. Ce résultat pourrait s'expliquer par le contenu de la vidéo qui présente un univers onirique dans lequel les entités présentes semblent prendre vie. Cette plongée au cœur de l'imaginaire de Dali suffit à elle seule à moduler le ressenti émotionnel des individus. Pour autant, l'intensité du ressenti ne semble pas varier avec les conditions d'exploration de cet environnement artistique. Si l'échelle auto-évaluative que nous avons utilisée (Largy, 2018) ne permet pas de révéler un différentiel au plan de l'intensité de ce ressenti, d'autres technologies comme l'oculométrie ou la conductance cutanée gagneraient à être exploitées dans les études à venir pour accéder à une mesure plus directe du ressenti émotionnel des individus. Une autre piste à considérer dans la lignée de ces résultats est le potentiel de l'approche des émotions discrètes où l'action des émotions positives sur la cognition est au cœur de la réflexion. À l'image de Fredrickson et Branigan (Fredrickson et Branigan, 2005) qui signalent le potentiel des émotions positives sur la cognition, le challenge pour les recherches futures consistera à explorer plus avant les effets de l'émerveillement sur l'ancrage en mémoire des informations.

S'agissant enfin de l'appréciation de la vidéo, elle ne différait pas selon les conditions d'exploration et ce, qu'il s'agisse de l'intérêt, de la nouveauté ou encore du caractère esthétique de l'œuvre. Ici aussi, l'univers de Dali et les prouesses techniques réunis dans cette vidéo conduisent à des évaluations extrêmement favorables sur ces critères et laissent probablement peu de marge pour observer des variations entre les groupes. En revanche, le caractère ludique de la vidéo était évalué différemment en fonction de la condition d'exploration. En effet, les participants jugeaient la vidéo plus ludique lorsque l'exploration de cet environnement artistique se faisait de manière active que lorsqu'elle se faisait de manière passive. Autrement dit, quand les participants pouvaient se téléporter librement à différents endroits de l'environnement grâce aux zones visuelles fixées pour déclencher le déplacement (RV navigation active), la dimension ludique était plus saillante. Ce mode de déplacement dans l'environnement artistique a probablement favorisé la concentration et la captation de l'attention des participants lors de la navigation et, de fait, la mémorisation de ses

éléments. Rappelons que, dans notre étude, la dimension ludique était positivement corrélée aux performances mnésiques des individus! Ce résultat appelle à considérer avec attention le bénéfice à retirer de la composante ludique de la situation d'apprentissage, qui participe à l'ancrage en mémoire des informations, avec là encore une contribution du ressenti émotionnel positif de l'individu sur le fonctionnement cognitif de l'individu (Blanc, 2006).

Dans l'ensemble, les résultats de cette étude sont encourageants et ouvrent la voie à d'autres travaux, avec des perspectives de recherche stimulantes. Si nous avons observé que la réalité virtuelle en matière de découverte artistique mérite d'être développée à condition de rendre le visiteur actif lors de la navigation, nos résultats ne sont peut-être pas généralisables à tous les visiteurs de musées. En effet, comme le notent Pelowski *et al.* (Pelowski *et al.* 2017), les participants à une étude de laboratoire ne sont pas nécessairement ceux qui fréquentent les musées. À ce propos, les individus qui composaient notre échantillon, novices en matière d'art en général et de surréalisme en particulier, ont probablement bénéficié d'une exploration active qui a su capter leur attention et susciter à la fois l'émerveillement et l'amusement chez ce public non averti. Cette étude mériterait donc d'être reproduite sur des populations plus expertes qui, on le sait, trouvent la motivation et le plaisir dans les œuvres elles-mêmes plus que dans le support ou le type de visite, réelle ou virtuelle (Leder *et al.*, 2014).

Pourquoi la réalité virtuelle pourrait-elle contribuer à séduire le public des musées quelle que soit son appétence et/ou son expertise pour l'art ? A en croire les résultats de Pekarik et Schreiber (Pekarik et Schreiber, 2012), (voir également les résultats de Pitman-Gelles et Hirzy, 2010 (Pitman-Gelles et Hirzy, 2010) pour une étude réalisée auprès de 1.500 visiteurs du *Dallas Museum of Fine Art*), les visiteurs de musées espèrent avant tout acquérir de nouvelles connaissances, entrer en « connexion émotionnelle » avec les œuvres, ressentir des émotions spécifiques comme l'émerveillement, le calme ou la curiosité mais aussi pouvoir interagir avec les objets d'art : autant d'attentes que semble satisfaire une navigation dynamique et active via un dispositif de réalité virtuelle. À n'en pas douter, le musée de demain a tout intérêt à parier sur le potentiel émotionnel et cognitif de l'expérience immersive.

Remerciements

Nous tenons à adresser nos sincères remerciements à la fondation Dali pour l'autorisation d'utilisation de la vidéo « *Dreams of Dali* ».

Références

Alcoat, D. et von Mühlénen, A. (2018). Learning in virtual reality: Effects on performance, emotion and engagement. *Research in Learning Technology*, 26, 1-13. <https://doi.org/10.25304/rlt.v26.2140>

Bara, F. et Tricot, A. (2017). Le rôle du corps dans les apprentissages symboliques : apports des théories de la cognition incarnée et de la charge cognitive. *Recherches sur la philosophie et le langage*, 33, 219-249. Récupéré de [hal-01889164](https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01889164)

Barsalou, L. W. (2008). Grounded cognition. *The Annual Review of Psychology*, 59, 617-645. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.59.103006.093639>

Blanc, N. (dir.). (2006). *Émotion et cognition - Quand l'émotion parle à la cognition*. Éditions In Press.

Burgues, M., Huet, N. et Sakdavong J. C. (2020). Immersion and control in learning art knowledge: An example in museum visit. Dans H. C Lane, S. Zvacek et J. Uhomoihi. (dir.), *Computer Supported Education, 11th International Conference, CSEDU 2019, Revised Selected Papers* (p. 111-127). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-58459-7_6

Carrozzino, M. et Bergamasco, M. (2010). Beyond virtual museums: Experiencing immersive virtual reality in real museums. *Journal of Cultural Heritage*, 11(4), 452-458. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2010.04.001>

Chandler, P. et Tricot, A. (2015). Embodying cognition in the classroom: An Early Start to successful and healthy education. *Educational Psychology Review*, 27(3), 365-370. Récupéré de [halshs-01880582](https://hal.archives-ouvertes.fr/halshs-01880582)

Chatterjee, A., Widick, P., Sternschein, R, Smith, W. B. et Bromberger, B. (2010). The assessment of art attributes. *Empirical Studies of the Arts*, 28(2), 207-222. <https://doi.org/10.2190/EM.28.2.f>

Chrastil, E. R. et Warren, W. H. (2012). Active and passive contributions to spatial learning. *Psychonomic Bulletin & Review*, 19(1), 1-23. <https://doi.org/10.3758/s13423-011-0182-x>

Cipresso, P., Giglioli, I. A. C., Raya, M. A. et Riva, G. (2018). The past, present, and future of virtual and augmented reality research: A network and cluster analysis of the literature. *Frontiers in Psychology*, 9. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02086>

Daniela, L. (2020). Virtual museums as learning agents. *Sustainability* 12(7), article 2698. <https://doi.org/10.3390/su12072698>

Fayn, K., Tiliopoulos, N. et MacCann, C. (2015). Interest in truth versus beauty: Intellect and Openness reflect different pathways towards interest. *Personality and Individual Differences*, 81, 47-52. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2014.12.031>

Fredrickson, B. L. et Branigan, C. (2005). Positive emotions broaden the scope of attention and thought-action repertoires. *Cognition and Emotion*, 19(3), 313-332. <https://doi.org/10.1080/02699930441000238>

Freeman, D., Reeve, S., Robinson, A., Ehlers, A., Clark, D., Spanlang, B. et Slater, M. (2017). Virtual reality in the assessment, understanding, and treatment of mental

health disorders. *Psychological Medicine*, 47(14), 2393-2400.
<https://doi.org/10.1017/S003329171700040X>

Freina, L. et Ott, M. (2015). A literature review on immersive virtual reality in education: State of the art and perspectives. Dans *Proceedings of the International Scientific Conference eLearning and Software for Education* (p. 133-141).

He, Z., Wu, L. et Li, X. (2018). When art meets tech: The role of augmented reality in enhancing museum experiences and purchase intentions. *Tourism Management*, 68, 127-139. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2018.03.003>

Hine, K. et Tasaki, H. (2019). Active view and passive view in virtual reality have different impacts on memory and impression. *Frontiers in Psychology*, 10. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02416>

Hürst, W., de Boer, B., Florijn, W. et Tan, X. J. (2016). Creating new museum experiences for virtual reality. Dans *Proceedings of the International Conference on Multimedia & Expo Workshops (ICMEW 2016)* (p. 1-6). IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/ICMEW.2016.7574692>

Largy, P. (2018). De l'auto-évaluation de l'état émotionnel du jeune enfant : l'échelle AEJE. *A.N.A.E.*, 30(155), 461-469.

Leder, H., Gerger, G., Brieber, D. et Schwarz, N. (2014). What makes an art expert? Emotion and evaluation in art appreciation. *Cognition & Emotion*, 28(6), 1137-1147. <https://doi.org/10.1080/02699931.2013.870132>

Markant, D. B., Ruggeri, A., Gureckis, T.M. et Xu, F. (2016). Enhanced memory as a common effect of active learning. *Mind, Brain, and Education*, 10, 142-152. <https://doi.org/10.1111/mbe.12117>

Martínez-Navarro, J., Bigné, E., Guixeres, J., Alcañiz, M. et Torrecilla, C. (2019). The influence of virtual reality in e-commerce. *Journal of Business Research*, 100, 475-482. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2018.10.054>

Meade, M., Meade, J. G., Sauzón, H. et Fernandes, M. A. (2019). Active navigation in virtual environments benefits spatial memory in older adults. *Brain Science*, 9(3), article 47. <https://doi.org/10.3390/brainsci9030047>

Neri, S., Cardoso, J. R., Cruz, L., Lima, R. M., de Oliveira, R. J., Iversen, M. D. et Carregaro, R. L. (2017). Do virtual reality games improve mobility skills and balance measurements in community-dwelling older adults? Systematic review and meta-analysis. *Clinical Rehabilitation*, 31(10), 1290-1304. <https://doi.org/10.1177/0269215517694677>

Pekarik, A. J. et Schreiber, J. B. (2012). The power of expectation. *Curator*, 55, 487-496. <https://doi.org/10.1111/j.2151-6952.2012.00171.x>

Pelowski, M., Forster, M., Tinio, P. L., Scholl, M. et Leder, H. (2017). Beyond the lab: An examination of key factors influencing interaction with 'real' and museum-based art. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 11(3), 245-264. <https://doi.org/10.1037/aca0000141>

Pitman-Gelles, B. et Hirzy, E. C. (2010). *Ignite the power of art: Advancing visitor engagement in museums*. Yale University Press.

Plancher, G., Barra, J., Orriols, E. et Piolino, P. (2013). The influence of action on episodic memory: A virtual reality study. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 66, 895-909. <https://doi.org/10.1080/17470218.2012.722657>

Emmanuelle BRIGAUD, Lucie BACHELARD, Julien VIDAL, Aude MICHEL, Nathalie BLANC

Pouw, W. T. J. L., van Gog, T. et Paas, F. (2014). An embedded and embodied cognition review of instructional manipulatives. *Educational Psychology Review*, 26, 51-72. <https://doi.org/10.1007/s10648-014-9255-5>

Pucihar, K. C., Kljun, M. et Coulton, P. (2016). Playing with the artworks: Engaging with art through an augmented reality game. Dans *Proceedings of the 2016 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, 1842-1848. <https://doi.org/10.1145/2851581.2892322>

Sauzéon, H., Pala, P. A., Larrue, F., Wallet, G., Déjos, M., Zheng, X., Guitton, P. et N'Kaoua, B. (2012). The use of virtual reality for episodic memory assessment: Effects of active navigation. *Experimental Psychology*, 59, 99-108. <https://doi.org/10.1027/1618-3169/a000131>

Silvia, P. J. (2005). What is interesting? Exploring the appraisal structure of interest. *Emotion*, 5(1), 89-102. <https://doi.org/10.1037/1528-3542.5.1.89>

Slater, M. et Sanchez-Vives, M. V. (2016). Enhancing our lives with immersive virtual reality. *Frontiers in Robotics and AI*, 3:74. <https://doi.org/10.3389/frobt.2016.00074>

Smith, A. (2019). Virtual reality in episodic memory research: A review. *Psychonomic Bulletin & Review*, 26, 1213-1237. <https://doi.org/10.3758/s13423-019-01605-w>

Smith, L. F. et Smith, J. K. (2006). The nature and growth of aesthetic fluency. Dans P. Locher, C. Martindale, & L. Dorfman (dir.), *New directions in aesthetics, creativity, and the arts* (p. 47- 58). Baywood.

Sweller, J., Ayres, P. et Kalyuga, S. (2011). *Cognitive load theory*. Springer.

Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G. et Paas, F. (1998). Cognitive architecture and Instructional design. *Educational Psychology Review*, 10, 251-296. <https://doi.org/10.1023/A:1022193728205>

Wallet, G., Sauzéon, H., Pala, P. A., Larrue, F., Zheng, X. et N'Kaoua, B. (2011). Virtual/real transfer of spatial knowledge: benefit from visual fidelity provided in a virtual environment and impact of active navigation. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 14(7-8), 417-423. <https://doi.org/10.1089/cyber.2009.0187>

Wilson, P. N., Foreman, N., Gillett, R. et Stanton, D. (1997). Active versus passive processing of spatial information in a computer-simulated environment. *Ecological Psychology*, 9(3), 207-222. https://doi.org/10.1207/s15326969eco0903_3

Zouboula, N., Fokides, E., Tsolakidis, C. et Vratisalis, C. (2008). Virtual Reality and Museum: An educational application for museum education. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 3, 89-95. Récupéré de <https://www.learntechlib.org/p/45198/>