

**MASTER MÉTIERS DE L'ENSEIGNEMENT,
DE L'ÉDUCATION, ET DE LA FORMATION**

**Mention Pratiques et
Ingénierie de la Formation**

Année universitaire 2021 / 2022

MÉMOIRE DE RECHERCHE

Parcours eFEN

**Étude de l'effet d'environnements naturel
et urbain sur l'attention dirigée et
l'apprentissage**

Présenté par **Laurianne Zeidan**

Mémoire encadré par **Jean-Christophe Sakdavong**
Maître de conférences en Informatique et Chercheur
en Psychologie Cognitive

Membres du jury de soutenance

| | |
|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Jessel Nadine | Maître de conférences en Informatique (HDR) |
| Sakdavong Jean-Christophe | Maître de conférences en Informatique et Chercheur en Psychologie Cognitive |

Soutenu le 20/09/2022

inspé
TOULOUSE OCCITANIE-PYRÉNÉES

ENSEIGNER
ÉDUCER
FORMER

inspe.univ-toulouse.fr

TOULOUSE
[SAINT-AGNE • CROIX DE PIERRE • RANGUEIL]
ALBI • AUCH • CAHORS • FOIX
MONTAUBAN • TARBES • RODEZ



PRATIQUES ET INGÉNIERIE DE LA FORMATION

Droits d'auteurs

Cette création est mise à disposition selon le Contrat :

« **Attribution-Pas d'Utilisation Commerciale-Pas de modification 3.0 France** »

disponible en ligne : <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr/>



Remerciements

Je remercie tout d'abord Jean-Christophe Sakdavong pour sa bienveillance, sa pédagogie et sa disponibilité dans l'encadrement de ce mémoire. Chaque échange a su renforcer ma motivation.

Je remercie également toutes les personnes qui ont accepté de consacrer du temps pour participer à l'expérimentation sur laquelle se base ce mémoire. Sans elles, cette étude n'aurait pas été possible. Je remercie particulièrement Danièle Rochefort qui m'a donné accès à l'Université du Temps Libre pour réaliser certaines passations d'expérience ainsi que les personnes qui m'ont permis d'élargir mon panel, elles se reconnaîtront.

Je remercie enfin ma famille, en particulier mon mari pour sa présence et son humour, si précieux dans les moments de doute, et mon fils pour sa patience du haut de ses sept ans. J'ai maintenant hâte de leur consacrer davantage de mon temps !

Résumé

Plusieurs études montrent qu'une exposition à la nature, réelle ou virtuelle, a des effets bénéfiques sur les plans psychologique et physiologique. De plus, la théorie de la restauration de l'attention atteste d'un impact positif de la nature sur l'attention dirigée, un des processus nécessaires à l'apprentissage. La nature pourrait-elle donc permettre de mieux apprendre en restaurant notre capacité à focaliser notre attention de manière soutenue ? Dans cette étude, basée sur les données de 35 participants, la théorie de la restauration de l'attention et l'hypothèse selon laquelle la performance d'apprentissage est meilleure après une exposition à une nature virtuelle qu'après une exposition à une ville virtuelle, et ce dans un contexte d'apprentissage perturbé par des distracteurs, ne se vérifient pas. Néanmoins, cette dernière hypothèse se vérifie pour les personnes âgées de 40 ans et plus, la performance d'apprentissage est meilleure après une exposition à une nature virtuelle qu'après une exposition à une ville virtuelle, dans des contextes d'apprentissage totalement ou ponctuellement perturbés par des distracteurs.

Table des matières

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Introduction | 6 |
| État de l'art | 8 |
| Processus en jeu dans une situation d'apprentissage | 8 |
| Modèle d'Atkinson & Schiffrin | 8 |
| Les quatre piliers de l'apprentissage | 8 |
| L'attention | 9 |
| Effet de la nature sur l'attention dirigée : la théorie de la restauration de l'attention | 10 |
| Effet d'une nature réelle | 11 |
| Effet d'une nature virtuelle | 12 |
| Effet de la nature sur la mémorisation | 13 |
| Synthèse de la problématique et hypothèses de recherche | 14 |
| Méthode de collecte des données | 16 |
| Participants | 16 |
| Dispositif expérimental | 16 |
| Matériel | 16 |
| Outils de mesures | 18 |
| Plan d'expérience | 20 |
| Procédure | 20 |
| Traitement des données | 23 |
| Caractéristiques des participants | 23 |
| Statistiques descriptives sur nos hypothèses | 24 |
| Première hypothèse | 25 |
| Seconde hypothèse | 26 |
| Contrôle des distracteurs | 27 |
| Statistiques inférentielles sur nos hypothèses | 28 |
| Première hypothèse | 28 |
| Seconde hypothèse | 29 |
| Vérifications complémentaires | 31 |
| Discussion | 34 |
| Synthèse des résultats | 34 |
| Limites et perspectives de recherche | 34 |
| Conclusion | 36 |
| Bibliographie | 37 |
| Annexes | 40 |
| Table des figures | 51 |
| Table des tableaux | 52 |

Introduction

“La nature à chaque instant s’occupe de votre bien-être. Elle n’a pas d’autre fin. Ne lui résistez pas.” Henry David Thoreau dans *Walden ou la vie dans les bois* (1854)

D’après la publication [Société, nature et biodiversité : regards croisés sur les relations entre les Français et la nature](#), la nature est perçue par les Français comme une ressource essentielle à laquelle ils sont fortement attachés. Parmi les principaux registres de sens qu’ils donnent à la nature figure celui de la santé, à travers les notions de bien-être, d’air pur et de vitalité. Ils y attachent également la notion d’affranchissement à travers les notions de liberté, notamment vis-à-vis des servitudes du quotidien, de ressourcement et de relaxation, au regard des pressions de la civilisation contemporaine sur les individus, et de bien-être et de calme permettant de “recharger les batteries”.

Au-delà de ces perceptions, l’effet bénéfique de la nature sur les plans psychologique et physiologique a été démontré dans de nombreuses études à travers le monde, dans le cas d’une présence physique dans la nature ([Maas, 2006](#) ; [Engemann et al., 2009](#) ; [Li, 2009](#) ; [Ochiai et al., 2015](#) ; [Ochiai et al., 2015](#) et [White et al., 2019](#)) mais aussi dans le cas d’une vue sur la nature ([Ulrich, 1984](#) ; [Kaplan, 1993](#)).

Malgré ces potentialités, la publication [Société, nature et biodiversité : regards croisés sur les relations entre les Français et la nature](#) pointe le fait que certains Français n’accèdent pas autant qu’ils le voudraient à la nature. Les effets bénéfiques de la nature ne semblent donc pas universellement accessibles.

Néanmoins, des études répondent à cette problématique d’accès à la nature, rencontrée notamment dans le contexte des confinements liés à l’épidémie de Covid-19, en montrant qu’elle présente aussi un effet positif sur le stress et les affects lorsqu’elle est présentée sous forme virtuelle : en photo ([Nanda et al., 2010](#)), en vidéo ([Ulrich et al., 1991](#)), ou en réalité virtuelle ([Chan et al., 2021](#)).

Dans le contexte scolaire, chez les élèves, des effets bénéfiques de la nature ont également été rapportés en termes de stress, d’auto-discipline, de motivation, de plaisir, de coopération et d’autonomie ([Kuo et al., 2019](#)). Ces résultats confortent et encouragent d’ailleurs la pratique pédagogique de l’enseignement en extérieur, visant à favoriser les apprentissages dans et avec la nature.

Ceci étant, l’effet bénéfique de la nature, réelle ou virtuelle, sur les plans psychologique et physiologique pourrait-il s’étendre au mécanisme de l’apprentissage ? Autrement dit, pourrait-on mieux apprendre en étant en contact avec la nature, réelle ou virtuelle ?

Dans cette étude nous tenterons de montrer si la nature a un effet positif sur l’apprentissage. Nous présenterons tout d’abord une revue de la littérature portant sur les processus d’apprentissage,

notamment l'attention, et sur l'effet de la nature sur ces mêmes processus. Nous exposerons ensuite notre méthodologie de recherche et nos résultats que nous discuterons en termes de limites et de perspectives.

1. État de l'art

1.1. Processus en jeu dans une situation d'apprentissage

1.1.1. Modèle d'Atkinson & Schiffrin

[Atkinson et Schiffrin \(1968\)](#) proposent un modèle théorique de la mémoire humaine dans lequel cette dernière est divisée en trois éléments structurels, chacun étant le siège d'un traitement particulier de l'information :

- ❖ le registre sensoriel,
- ❖ la mémoire à court terme,
- ❖ la mémoire à long terme.

Une information de l'environnement sur laquelle le sujet porte volontairement son attention est très brièvement stockée dans le registre sensoriel. Ce que le sujet perçoit de cette information sélectionnée, autrement dit la façon dont il la décode ou l'identifie, est ensuite stocké dans la mémoire à court-terme. L'autorépétition de maintien favorise ce stockage. Enfin, cette information encodée est stockée dans la mémoire à long terme grâce à l'autorépétition d'intégration.

Toute situation d'apprentissage repose donc sur trois processus :

- ❖ l'attention,
- ❖ la perception,
- ❖ la mémorisation.

1.1.2. Les quatre piliers de l'apprentissage

Dans ([Dehaene, 2018](#)), les neurosciences cognitives identifient au moins quatre facteurs qui déterminent la vitesse et la facilité d'apprentissage, nommés les quatre piliers de l'apprentissage :

- ❖ l'attention
- ❖ l'engagement actif
- ❖ le retour d'information
- ❖ la consolidation

Nous constatons donc, que ce soit dans ([Atkinson & Schiffrin, 1968](#)) ou dans ([Dehaene, 2018](#)), que l'attention occupe une place importante dans le mécanisme d'apprentissage. D'autre part, c'est le processus qui paraît potentiellement le plus dépendant de l'environnement dans lequel se trouve le sujet. Il nous paraît donc important de définir cette faculté qui nous permet, à chaque instant, de faire des choix parmi l'ensemble des informations qui nous parviennent pour, grâce à nos autres ressources cognitives, agir, réagir, interagir mais aussi apprendre.

1.1.3. L'attention

Qu'est-ce que l'attention ? [James \(1892\)](#) la définit comme la "prise de possession par l'esprit, sous une forme claire et vive, d'un objet ou d'une suite de pensées parmi plusieurs qui semblent possibles [...]" et que cela "implique le retrait de certains objets afin de traiter plus efficacement les autres". Dans ([Dehaene, 2015](#)), l'attention désigne l'ensemble des mécanismes qui permettent à un individu de sélectionner une information et de la traiter.

L'attention relève-t-elle d'un seul et même mécanisme cérébral ? Il existe en réalité différents processus attentionnels.

1.1.3.1. Les trois processus attentionnels

[Posner et Boies \(1971\)](#) décrivent trois processus attentionnels : l'alerte, l'orientation de l'attention et le contrôle exécutif.

❖ L'alerte

Le système d'alerte module le niveau de vigilance, il signale quand il faut faire attention.

❖ L'orientation

Le système d'orientation de l'attention permet de sélectionner une information spécifique, sensorielle ou mentale, parmi tous les autres stimuli. On parle aussi d'attention sélective. Il détermine à quoi faire attention en amplifiant les signaux sélectionnés et en réduisant ceux qui ne sont pas considérés comme pertinents. Il en résulte le phénomène de cécité attentionnelle, illustré par [Simons et Chabris \(1999\)](#) avec l'expérience du gorille invisible.

[Raz et Buhle \(2006\)](#) décrivent deux types d'orientation :

- l'orientation endogène qui permet de focaliser son attention sur une information particulière en fonction de son but,
- l'orientation exogène qui dirige notre attention vers un élément particulier ayant émis un signal.

❖ Le contrôle exécutif

Le système d'attention exécutive est un ensemble de processus mentaux qui joue un rôle central dans la mémorisation, il détermine comment les informations sélectionnées sont traitées.

1.1.3.2. L'attention dirigée

[James \(1892\)](#) distingue deux types d'attention :

- ❖ l'attention involontaire lorsqu'un élément attire lui-même l'attention du sujet qui n'a alors aucun effort à faire,
- ❖ l'attention volontaire lorsque ce n'est pas le cas mais qu'il est tout de même important de prêter attention à cet élément. Ce type d'attention nécessite un effort de la part du sujet.

Au fil du temps, divers termes ont été utilisés pour décrire la variété des expériences attentionnelles ([Cohen, 2017](#)). Parmi eux figurent l'attention soutenue et l'attention dirigée.

[Pilotti et al. \(2014\)](#) utilisent le concept d'attention soutenue (ou vigilance) pour désigner l'utilisation prolongée de l'attention volontaire et rappellent que l'attention involontaire est résistante à la fatigue.

Bien qu'il existe une grande variabilité dans la manière dont le concept d'attention dirigée est employé, [Cohen \(2017\)](#) définit cette forme d'attention comme pouvant être sélectivement concentrée de manière soutenue et étant probablement davantage un mélange d'autres formes plus basiques d'attention.

[Kaplan \(1995\)](#) utilise ce concept d'attention dirigée. Il avance que tout effort mental prolongé, comme un projet ou un semestre d'étude par exemple, conduit à un épuisement de cette forme d'attention. Il ajoute d'ailleurs que ce phénomène est relativement récent puisque l'Homme moderne doit s'efforcer de faire ce qui est important tout en résistant aux distractions induites par ce qui est intéressant, la rupture entre ce qui est important et ce qui est intéressant étant devenue plus profonde. Il souligne également la fragilité de l'attention dirigée et montre qu'elle est un facteur clé de l'efficacité chez l'Homme ; l'épuisement de l'attention dirigée conduit à l'inefficacité et à l'erreur humaine.

[Kaplan \(2001\)](#) renomme par ailleurs le concept d'attention involontaire de ([James, 1892](#)) par celui de fascination.

Dans le contexte particulier de l'apprentissage, [Jonides et al. \(2008\)](#) écrivent que l'attention dirigée joue un rôle important dans la mémoire à court-terme et [Diamond et al. \(2007\)](#) dans la réussite scolaire. Un épuisement de l'attention dirigée est donc nuisible aux apprentissages.

Ainsi, dans une situation d'apprentissage, plusieurs processus sont à l'œuvre, notamment l'attention composée de plusieurs processus attentionnels dont l'attention dirigée, fragile et limitée car épuisable. La nature peut-elle jouer un rôle positif sur cette vulnérabilité ?

1.2. Effet de la nature sur l'attention dirigée : la théorie de la restauration de l'attention

La théorie de la restauration de l'attention (ART : Attention Restoration Theory) est développée dans ([Kaplan & Kaplan, 1989](#)) et ([Kaplan, 1995](#)). [Kaplan \(1995\)](#) définit des environnements dits restaurateurs, permettant de régénérer une attention dirigée épuisée, et les caractérise par le fait qu'ils :

- ❖ procurent le sentiment d'être loin,
- ❖ sollicitent la fascination, au sens de l'attention involontaire,
- ❖ donnent une impression d'étendue,
- ❖ sont compatibles avec des penchants humains.

[Kaplan \(1995\)](#) montre ainsi que la nature est un environnement restaurateur, et qu'elle permet non seulement d'atténuer le stress mais aussi de le prévenir en rechargeant les capacités d'attention dirigée.

[Pilotti et al. \(2014\)](#) précisent que seuls les processus attentionnels d'alerte et de contrôle exécutif seraient particulièrement vulnérables à la fatigue mentale et profiteraient donc davantage d'une exposition à un environnement restaurateur.

Plusieurs auteurs ont testé cette théorie de la restauration de l'attention à travers des dispositifs expérimentaux différents.

1.2.1. Effet d'une nature réelle

Grâce à leur première expérience, [Berman et al. \(2009\)](#) dont Stephen Kaplan fait partie, confortent la théorie de la restauration de l'attention en démontrant l'effet restaurateur d'une interaction avec la nature sur l'attention dirigée.

L'hypothèse avancée est que la capacité d'attention dirigée est améliorée après une interaction avec la nature et qu'elle ne l'est pas après une interaction avec la ville. [Berman et al. \(2009\)](#) posent alors comme variable indépendante l'environnement de promenade (la nature vs. la ville), et comme variables dépendantes :

- la capacité d'attention dirigée, mesurée à travers le score à une tâche d'empan de chiffres inversés,
- l'humeur, mesurée grâce à un questionnaire PANAS (Positive And Negative Affect Schedule).

Les participants sont 38 étudiants, 25 femmes et 13 hommes de 22,62 ans en moyenne. L'expérience débute avec l'évaluation de leur humeur, puis ils réalisent la tâche d'empan de chiffres inversés ainsi qu'une tâche d'oubli dirigé pour être davantage fatigués et augmenter ainsi leur sensibilité aux effets de la nature. Les participants sont répartis au hasard soit sur une promenade dans un parc, soit sur une promenade en ville dans la circulation, la longueur et la durée des promenades étant les mêmes (4,5 km en 50-55 minutes). Ils sont munis d'une carte pour s'orienter et d'un GPS pour attester de leur parcours. Ils retournent ensuite au laboratoire et réalisent de nouveau la tâche d'empan de chiffres inversés, leur humeur est de nouveau évaluée (PANAS) et ils répondent à un questionnaire sur l'effet de leur promenade. Une semaine plus tard, les participants répètent toute la procédure avec une promenade dans le 2ème lieu qu'ils n'ont pas arpenté, l'ordre entre les deux lieux de promenade étant équilibré entre tous les participants.

Après traitement des résultats, l'hypothèse est confirmée, la capacité d'attention dirigée est améliorée après la promenade dans le parc, elle ne l'est pas après la promenade en ville avec de la circulation.

[Berman et al. \(2009\)](#) font remarquer que l'ordre dans lequel ont été réalisées les promenades et la saison n'influencent pas les résultats. D'autre part, il n'y a pas de corrélation entre les deux

variables dépendantes, la capacité d'attention dirigée et l'humeur. Enfin, les participants auraient conscience de l'effet revigorant de leur promenade dans la nature.

Néanmoins, dans le cas où la nature ne serait pas accessible, la théorie de la restauration de l'attention peut-elle se vérifier avec une nature virtuelle ?

1.2.2. Effet d'une nature virtuelle

Dans leur seconde expérience, [Berman et al. \(2009\)](#) avancent l'hypothèse que parmi les trois processus attentionnels, le contrôle exécutif est amélioré après une interaction avec la nature, et que l'alerte et l'orientation ne le sont pas. Pour ce faire, ils posent toujours comme variable indépendante l'environnement d'interaction (la nature vs. la ville) mais cette fois par le biais d'un visionnage de photos et plus d'une promenade. Les variables dépendantes sont les suivantes :

- la capacité d'attention dirigée, mesurée à travers le score à une tâche d'empan de chiffres inversés,
- l'humeur, mesurée grâce au questionnaire PANAS,
- la capacité d'alerte,
- la capacité d'orientation,
- la capacité de contrôle exécutif.

Les trois dernières variables sont mesurées à travers les scores obtenus au test du réseau d'attention (ANT : Attention Network Test).

Les participants sont 12 étudiants, 8 femmes et 4 hommes de 24,65 ans en moyenne. Pour commencer, l'humeur des participants est évaluée puis ils réalisent la tâche d'empan de chiffres inversés suivie du test du réseau d'attention (ANT). Ensuite, ils visionnent un lot de 50 images, soit de nature, soit de ville pendant 10mn (7s par image) et attribuent une note d'appréciation pour chaque image (de 1 à 3). Les participants retournent alors au laboratoire et réalisent de nouveau la tâche d'empan de chiffres inversés, le test du réseau d'attention et le questionnaire évaluant leur humeur. Une semaine plus tard, les participants répètent toute la procédure avec le lot d'images complémentaire qu'ils n'ont pas visionné, l'ordre entre les deux lots d'images étant équilibré entre tous les participants.

Après traitement des résultats, l'hypothèse est confirmée, le contrôle exécutif est amélioré après interaction avec la nature, l'alerte et l'orientation ne le sont pas. Cela démontre l'effet restaurateur d'une nature virtuelle, sous forme de photos, sur un des processus de l'attention, le contrôle exécutif.

De leur côté, [Crossan et Salmoni \(2019\)](#) confortent aussi la théorie de la restauration de l'attention en manipulant les mécanismes ascendants et descendants de l'information dans des conditions urbaines et naturelles virtuelles.

Ils émettent l'hypothèse que marcher dans une nature simulée restaure la performance d'attention dirigée alors que marcher sur un tapis de course basique et marcher dans une nature simulée où

un mécanisme descendant est sollicité ne la restaurent pas. Ils posent alors comme variable indépendante l'environnement de marche avec trois conditions possibles : un écran blanc, une nature simulée via une vidéo de marche dans une forêt et cette même nature simulée avec des perturbations, à savoir des oiseaux volant vers le participant, induisant en réponse une réaction avec ses bras. Comme dans ([Berman et al., 2009](#)), les variables dépendantes sont :

- la capacité d'attention dirigée, mesurée également à travers le score à une tâche d'empan de chiffres inversés, mais également via le test du cube de Necker (NCT : Necker Cube Test),
- l'humeur, mesurée grâce à un questionnaire PANAS (Positive And Negative Affect Schedule).

Les participants sont 22 étudiants capables de marcher sur un tapis de course pendant 10 minutes à une vitesse confortable et pouvant communiquer en anglais, 13 femmes et 9 hommes de 23 ans en moyenne. Ils participent à trois sessions ayant le même déroulé, seul l'environnement de marche diffère. L'expérience débute par l'évaluation préliminaire de l'humeur des participants suivie des tests de mesure de la capacité d'attention dirigée, la tâche d'empan de chiffres inversés et le test du cube de Necker. Les participants réalisent alors le test de Stroop afin de fatiguer leur attention dirigée, puis de nouveau la tâche d'empan de chiffres inversés et le test du cube de Necker pour mesurer leur capacité d'attention dirigée. Ils sont ensuite installés sur le tapis de course, puis exposés à une des trois conditions précédemment décrites pendant 10 minutes. Suite à cette marche, les participants réalisent de nouveau les tests de mesure de la capacité d'attention dirigée, la tâche d'empan de chiffres inversés et le test du cube de Necker et terminent avec le questionnaire d'évaluation de leur humeur.

Après traitement des résultats, l'hypothèse est confirmée. Marcher dans une nature simulée restaure la capacité d'attention dirigée alors que marcher simplement sur un tapis de course ou marcher dans une nature simulée avec des perturbations ne la restaurent pas.

Tout comme dans ([Berman et al., 2009](#)), [Crossan et Salmoni \(2019\)](#) font remarquer qu'il n'y a pas de corrélation entre la capacité d'attention dirigée et l'humeur.

La théorie de la restauration de l'attention se vérifie donc avec une nature virtuelle, exempte de perturbations.

1.3. Effet de la nature sur la mémorisation

Parmi leurs hypothèses, [Pilotti et al. \(2014\)](#) avancent que des personnes exposées à la nature bénéficient d'une performance de mémorisation à long terme supérieure à celles exposées à la ville. Ils supposent également que si une exposition à la nature restaure les ressources mentales des participants fatigués, les délais de réponse des participants à une tâche d'attention soutenue seraient plus courts et moins susceptibles d'augmenter au cours du temps par rapport à des participants précédemment exposés à un environnement urbain dont les délais de réponse augmenteraient avec le temps. Ils posent alors comme variable indépendante l'environnement

d'exposition avec deux conditions possibles sous forme de vidéo : un sentier de randonnée ou une rue très passante en ville. Parmi les variables dépendantes de leur étude, ils définissent :

- la performance dans une tâche d'attention soutenue, mesurée à travers les délais de réponse à des stimuli audio haute-fréquence,
- la performance de mémorisation à long-terme, mesurée grâce à un questionnaire requérant de se rappeler de certains aspects du dispositif expérimental et proposé deux à trois semaines après la passation de l'expérience.

Les participants sont 63 tuteurs d'étudiants ayant une acuité auditive normale, 39 femmes et 24 hommes d'âge moyen 31,79 ans. Après avoir été répartis aléatoirement sur les dispositifs ville/nature, des mesures individuelles sont collectées, puis les participants visionnent une vidéo de 15 minutes, soit du sentier de randonnée, soit de la rue passante. La performance d'attention soutenue est ensuite évaluée pendant une heure et quinze minutes : les participants écoutent cinq séries de sons de 100ms différents et doivent appuyer sur la barre espace du clavier lorsqu'ils entendent un son haute fréquence, les réponses (correctes ou non) et leurs délais sont enregistrés. Des mesures individuelles sont de nouveau collectées puis, deux ou trois semaines après, les participants réalisent un test surprise sous forme de questionnaire à propos du dispositif expérimental sur leur lieu de travail.

Après traitement des résultats, l'hypothèse selon laquelle les délais de réponse à une tâche d'attention soutenue des participants précédemment exposés à une vidéo de nature sont plus courts par rapport à des participants précédemment exposés à une vidéo de ville est infirmée. [Pilotti et al. \(2014\)](#) le justifient par le fait que cette tâche d'attention soutenue est monotone. En revanche, ces délais de réponse augmentent dans le cas des participants précédemment exposés à une vidéo de ville alors qu'ils restent stables pour les participants précédemment exposés à une vidéo de nature. Par ailleurs, l'hypothèse sur la mémorisation à long-terme selon laquelle les participants exposés à la vidéo de nature bénéficient d'une performance de mémorisation à long terme supérieure à ceux exposés à la vidéo de ville est confirmée.

Parmi les trois processus mis en jeu lors d'une situation d'apprentissage ([1.1.1.](#)), l'attention et la mémorisation sont donc impactées positivement par une exposition à la nature. En revanche, il n'a pas été trouvé de référence concernant un quelconque impact de la nature sur la perception.

1.4. Synthèse de la problématique et hypothèses de recherche

L'attention est un des piliers du mécanisme d'apprentissage. Cependant, dans les contextes scolaire, universitaire, voire professionnel, les situations d'apprentissages se succèdent et interviennent dans des environnements pouvant comporter des distracteurs, liés notamment à la présence de pairs. L'attention dirigée des apprenants est alors particulièrement sollicitée et susceptible de s'épuiser, au détriment des apprentissages.

Or les travaux liés à théorie de la restauration de l'attention montrent l'effet bénéfique d'une exposition à une nature virtuelle par rapport à une ville virtuelle sur la capacité d'attention dirigée

([Berto, 2005](#) ; [Berman et al., 2009](#) ; [Crossan & Salmoni, 2019](#)) ; celle-ci se régénère à l'image d'une batterie. Ce même type d'exposition impacte aussi positivement la mémorisation à long-terme, autre processus mis en jeu lors d'un apprentissage ([Pilotti et al., 2014](#)).

Au vu de ces résultats, nous pouvons légitimement nous demander si une exposition à la nature en amont d'une situation d'apprentissage ne permettrait pas de mieux apprendre, particulièrement grâce à une meilleure capacité d'attention dirigée.

Plus précisément, afin de s'assurer que la capacité d'attention dirigée est bien sollicitée, et pour être au plus près du contexte évoqué précédemment, nous ciblons une situation d'apprentissage perturbée par des distracteurs. Nous y voyons un moyen plus écologique de solliciter l'attention dirigée des apprenants.

Ces considérations nous conduisent à émettre deux hypothèses concernant respectivement l'apprentissage et l'attention dirigée.

La première hypothèse suppose que **la performance d'apprentissage est meilleure lorsqu'une situation d'apprentissage qui comporte des éléments distracteurs est précédée d'une exposition à une nature virtuelle plutôt que d'une exposition à une ville virtuelle.**

La seconde hypothèse présume que **l'attention dirigée joue le rôle de variable médiatrice dans l'hypothèse précédente.** En effet, nous supposons que l'attention dirigée peut expliquer la manière dont la performance d'apprentissage est influencée par l'environnement d'exposition puisqu'elle fait partie des processus mis en jeu lors d'une situation d'apprentissage perturbée par des distractions et qu'elle est positivement impactée par une exposition à la nature.

Nous définissons donc :

- une variable indépendante (**VI**) : l'environnement d'exposition en amont de la situation d'apprentissage (nature vs. ville) pour les deux hypothèses,
- une variable dépendante (**VD**) : la performance d'apprentissage dans un contexte de distraction pour les deux hypothèses,
- une variable médiatrice (**VM**) : la performance d'attention dirigée pour la seconde hypothèse uniquement.

Les relations entre ces variables sont schématisées sur la [Figure 1](#).

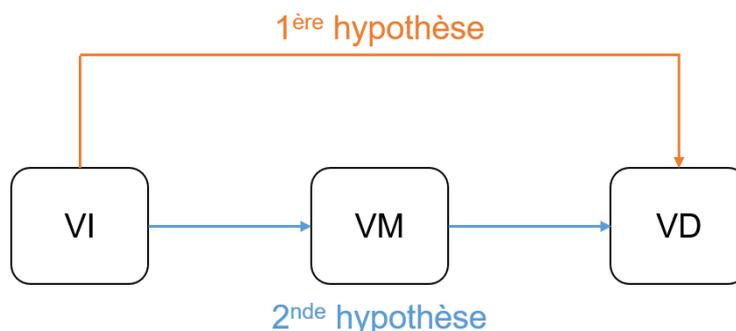


Figure 1 - Relations entre les variables des hypothèses

2. Méthode de collecte des données

2.1. Participants

Afin de recueillir suffisamment de données pour confirmer ou infirmer nos hypothèses, l'expérimentation a été menée auprès de 35 participants, 25 femmes et 10 hommes.

S'il disposait du matériel pré-requis, chaque participant a eu le choix de réaliser la passation en présentiel ou à distance, toujours accompagné par l'expérimentateur dans chacune de ces deux configurations. 17 participants, 12 femmes et 5 hommes, ont réalisé l'expérience en présentiel et 18 participants, 13 femmes et 5 hommes, ont réalisé l'expérience à distance.

2.2. Dispositif expérimental

Avant de décrire notre dispositif expérimental, rappelons nos hypothèses.

Hypothèse 1 : La performance d'apprentissage est meilleure lorsqu'une situation d'apprentissage qui comporte des éléments distracteurs est précédée d'une exposition à une nature virtuelle plutôt que d'une exposition à une ville virtuelle.

Hypothèse 2 : L'attention dirigée joue le rôle de variable médiatrice dans l'hypothèse précédente.

2.2.1. Matériel

Les participants sont munis d'un ordinateur connecté à internet avec un écran d'au minimum 15 pouces ainsi qu'un casque audio. La contrainte imposée sur la taille d'écran permet de garantir une exposition satisfaisante à l'environnement ville ou nature. L'ensemble de ce matériel est fourni dans le cas où l'expérience est menée en présentiel et personnel dans le cas où elle est menée en distanciel.

Le logiciel d'enquête en ligne Qualtrics permet l'affichage des consignes ainsi que la saisie et l'enregistrement des données.

Les deux vidéos présentant respectivement le David ([Figure 2](#)) et le Moïse ([Figure 3](#)) de Michel-Ange utilisées dans ([Sakdavong et al., 2019](#)) et ([Burgues et al., 2020](#)) sont reprises pour la situation d'apprentissage.

La durée de la vidéo du David est raccourcie à 2 minutes, l'objectif étant la familiarisation des participants avec la visite de musée.

La vidéo du Moïse est utilisée comme situation d'apprentissage, des distracteurs étant rajoutés à certains moments. Afin de contrôler que ces distracteurs ont bien un effet néfaste sur l'apprentissage, la moitié des informations à mémoriser est parasitée avec des distracteurs et l'autre moitié ne l'est pas. Nous mesurons l'apprentissage qui correspond à la variable dépendante **VD** grâce aux notions vues dans les parties avec des distracteurs. Nous vérifions que les parties

sans distracteurs sont mieux mémorisées (variable de contrôle **VC**) que les parties avec distracteurs (**VD**) afin de s'assurer de l'efficacité des distracteurs.



Figure 2 - Vidéo du David de Michel-Ange

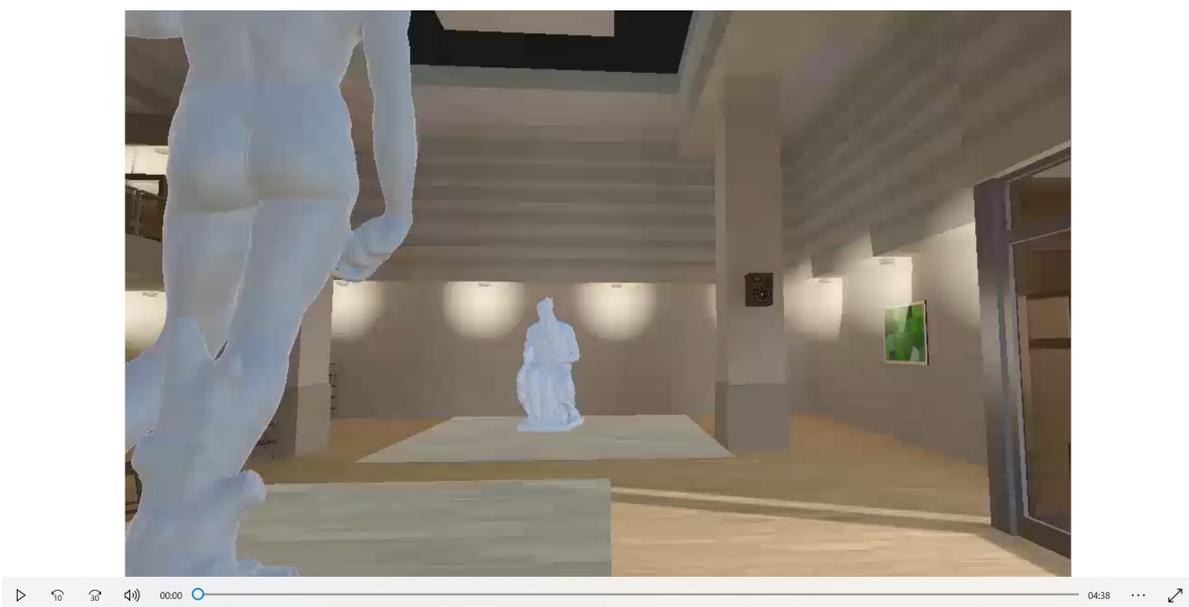


Figure 3 - Vidéo du Moïse de Michel-Ange

Les vidéos de nature ([Figure 4](#)) et de ville ([Figure 5](#)) ont une durée de 5 minutes chacune, comme dans ([Reese et al., 2021](#)) et ([Chan et al., 2021](#)). Elles comportent un travelling continu, respectivement en forêt et dans la circulation parisienne.

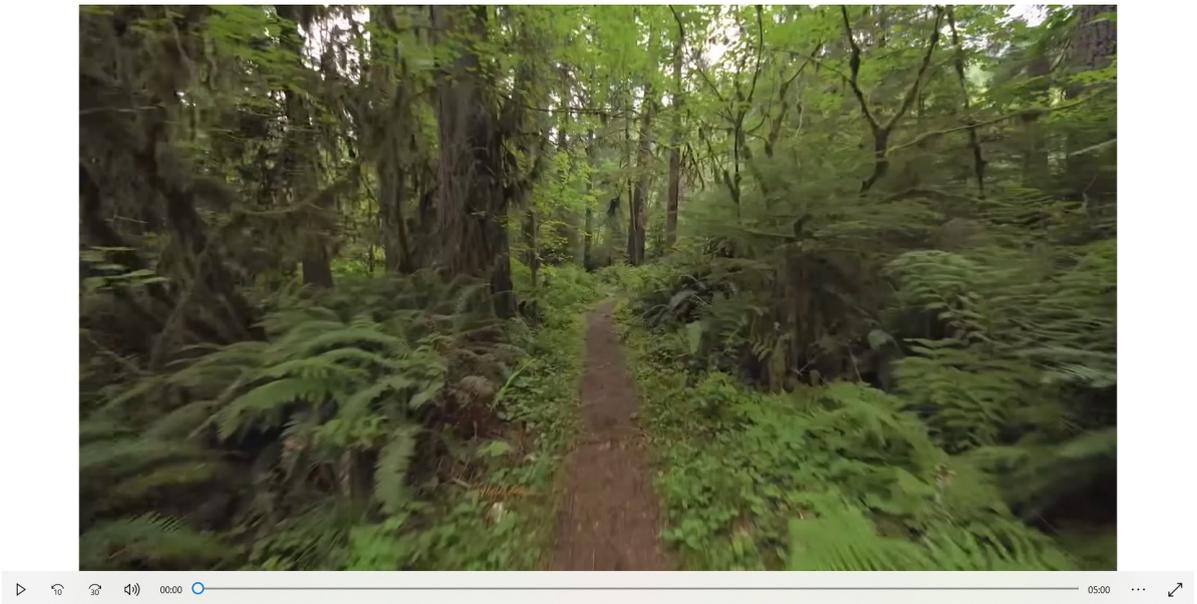


Figure 4 - Vidéo de nature



Figure 5 - Vidéo de ville

La tâche de fatigue et la tâche de mesure de l'attention dirigée sont menées grâce à des fichiers html.

Les passations d'expérience à distance sont réalisées grâce à la plateforme de visioconférence Big Blue Button.

2.2.2. Outils de mesures

2.2.2.1. Performance d'apprentissage pour les parties avec distracteurs (VD)

La performance d'apprentissage est mesurée grâce au dispositif utilisé dans ([Sakdavong et al., 2019](#)) et ([Burgues et al., 2020](#)), à savoir quatre textes à trous reprenant certaines parties du discours sur la statue de Moïse ([Annexe 1](#)). Chacun des quatre textes comporte trois trous,

chaque trou correspondant à un mot manquant. Le premier texte à trous est ici donné à titre d'exemple ([Figure 6](#)).

Cette statue, une des [1] figures monumentales du couronnement du [2], devait occuper le niveau le plus [3] : elle a été conçue pour être vue depuis le bas et non pas à hauteur d'œil.

[1]

[2]

[3]

Figure 6 - Premier texte à trous parmi les quatre portant sur le discours de la vidéo du Moïse

Néanmoins, afin de simuler des situations de distraction, des éléments distracteurs sonores enregistrés ou libres de droit sont intégrés à la vidéo du Moïse, plus précisément au niveau des contenus permettant de compléter les 1^{er} et 3^{ème} textes à trous ([Annexe 2](#)). Les discours liés aux 2^{ème} et 4^{ème} textes à trous ne comportent aucun distracteur ([Annexe 2](#)).

Afin de mesurer la performance d'apprentissage en situation de distraction, seuls les textes à trous correspondant aux parties du discours parasitées par des distracteurs sont pris en compte. L'indicateur ID correspond au nombre de mots correctement retrouvés dans les parties avec distracteurs, soit 6 au maximum.

$$ID = \text{nombre de mots correctement retrouvés parmi les 6 avec distracteurs}$$

2.2.2.2. Performance d'attention dirigée (VM)

Comme dans ([Berman et al., 2009](#)) et ([Crossan & Salmoni, 2019](#)), la performance d'attention dirigée est mesurée grâce au test DSB (Digit Span Backwards ou tâche d'empan de chiffres inversés), proposé ici via un fichier html. Dans le temps qu'il souhaite, le participant doit restituer dans l'ordre inverse, via un pavé numérique, chaque série de chiffres qu'il aura vu s'afficher à l'écran. Le test comprend 14 séries de chiffres. Le nombre de chiffres de chaque séquence augmente progressivement tout au long du test de la manière suivante :

- 2 séries de 3 chiffres
- 2 séries de 4 chiffres
- 2 séries de 5 chiffres
- 2 séries de 6 chiffres
- 2 séries de 7 chiffres
- 2 séries de 8 chiffres
- 2 séries de 9 chiffres

Les deux traces obtenues correspondent au nombre de séries incorrectement restituées dans l'ordre inverse, au maximum quatorze, respectivement avant et après l'exposition à l'environnement (nature ou ville).

$T1 = \text{nombre de séries incorrectes parmi les 14 avant l'exposition à l'environnement}$

$T2 = \text{nombre de séries incorrectes parmi les 14 après l'exposition à l'environnement}$

Elles nous permettent de définir l'indicateur IM qui correspond à l'évolution de la performance d'attention dirigée avant et après exposition à l'environnement.

$$IM = T1 - T2$$

2.2.2.3. Performance d'apprentissage pour les parties sans distracteurs (VC)

Afin de contrôler que les distracteurs ont bien un effet néfaste sur l'apprentissage, nous vérifions que les parties sans distracteurs sont mieux mémorisées (variable de contrôle **VC**) que les parties avec distracteurs (**VD**). Le même dispositif de textes à trous précédemment décrit est utilisé, seuls les textes à trous correspondant aux parties du discours non parasitées par des distracteurs sont pris en compte afin de mesurer la performance d'apprentissage en absence de distractions. L'indicateur IC correspond au nombre de mots correctement retrouvés, soit 6 au maximum.

$$IC = \text{nombre de mots correctement retrouvés parmi les 6 sans distracteurs}$$

2.2.2.4. Autres mesures

Le consentement, les données signalétiques et la familiarité à l'art des participants sont recueillis à l'aide d'un questionnaire ([Annexe 3](#)).

Le contrôle de l'âge permet de s'affranchir d'éventuelles difficultés cognitives liées à l'âge, la limite étant ici fixée à 70 ans. Le contrôle de la familiarité à l'art permet d'exclure du dispositif les participants susceptibles de se reposer sur leurs connaissances antérieures et non acquises pendant la passation de l'expérience.

2.3. Plan d'expérience

L'expérience se déroule avec un plan inter-sujet. Quatre variables sont prises en compte, une variable indépendante (**VI**), une variable dépendante (**VD**), une variable médiatrice (**VM**), et une variable de contrôle (**VC**).

- ❖ **VI** : environnement d'exposition en amont de la situation d'apprentissage (nature vs. ville)
- ❖ **VD** : performance d'apprentissage pour les parties avec distracteurs
- ❖ **VM** : performance d'attention dirigée
- ❖ **VC** : performance d'apprentissage pour les parties sans distracteurs

2.4. Procédure

Les participants réalisent plusieurs tâches décrites ici dans l'ordre chronologique.

1 - Introduction et recueil de données

Chaque participant lit la présentation générale du dispositif puis saisit ou dicte son consentement, ses données personnelles et liées à sa familiarité à l'art.

2 - Familiarisation avec le dispositif d'apprentissage

Chaque participant visionne la vidéo de la statue de David pendant 2 minutes puis lit la consigne et prend connaissance des textes à trous sans y répondre.

Il se familiarise ainsi avec le dispositif d'apprentissage qui portera sur la statue de Moïse à la fin de la passation.

3 - Tâche de fatigue (SART)

Le test d'attention dirigée SART (Sustained Attention to Response Test) utilisé dans ([Berto, 2005](#)) a pour objectif de fatiguer les participants. Des chiffres compris entre 1 et 9 sont affichés aléatoirement les uns après les autres, le participant doit presser la touche "Entrée" de son clavier le plus rapidement possible dès qu'un chiffre apparaît, sauf dans le cas du chiffre 3 qui représente 10% de l'ensemble des chiffres affichés. Une courte session d'entraînement de 30 secondes précède le test de 5 minutes.

Cette tâche de fatigue permet de s'assurer que la capacité d'attention dirigée des participants est bien diminuée avant l'exposition à l'environnement (nature ou ville) puisqu'ils n'ont pas tous mobilisé leur attention dirigée de la même façon avant la passation d'expérience.

4 - Mesure de la performance d'attention dirigée avant exposition

Comme décrit précédemment, lors du test DSB, chaque participant restitue 14 séries de chiffres dans l'ordre inverse.

Cette tâche permet de mesurer la variable dépendante **VM**, la performance d'attention dirigée, avant la mise en place de la variable indépendante, l'exposition à l'environnement nature ou ville. Elle permet d'obtenir la trace T1, le nombre de séries incorrectes parmi les 14 séries proposées et ce avant l'exposition à l'environnement (nature vs. ville).

5 - Exposition à l'environnement (nature vs. ville)

Chaque participant visionne la vidéo de nature ou la vidéo de ville, toutes deux d'une durée de 5 minutes.

Cette tâche permet d'inclure **VI**, la variable indépendante qu'est l'environnement d'exposition en répartissant équitablement l'ensemble des participants dans chacune des conditions.

6 - Apprentissage

Chaque participant visionne la vidéo de la statue de Moïse comportant des distracteurs sur la moitié des éléments à restituer à la fin du dispositif.

Cette tâche, en amont de la tâche de restitution, contribue à la mesure de **VD**, la performance d'apprentissage dans un contexte de distractions, et **VC**, la performance d'apprentissage dans un contexte sans distractions.

7 - Mesure de la performance d'attention dirigée après exposition

Chaque participant réalise de nouveau le test DSB, les séries de chiffres étant différentes du test réalisé en amont de l'exposition à l'environnement.

Cette tâche permet de mesurer de nouveau la variable **VM**, à savoir la performance d'attention dirigée, après l'exposition à la nature ou à la ville. Elle permet d'obtenir la trace T2, le nombre de séries incorrectes parmi les 14 séries proposées après l'exposition à l'environnement (nature vs. ville) et ainsi l'indicateur I3, l'évolution de la performance d'attention dirigée.

8 - Restitution

Chaque participant doit remplir les quatre textes à trous portant sur le discours de la vidéo d'apprentissage de la statue de Moïse. Le temps n'est pas limité et les participants peuvent revenir sur leurs réponses s'ils le souhaitent.

Cette tâche permet d'obtenir les mesures des variables **VD** et **VC** soit respectivement le nombre de mots correctement retrouvés parmi les 6 mots parasités par les distracteurs (ID) et le nombre de mots correctement retrouvés parmi les 6 mots sans distractions (IC).

La [Figure 7](#) synthétise le déroulement des différentes tâches réalisées par les participants.

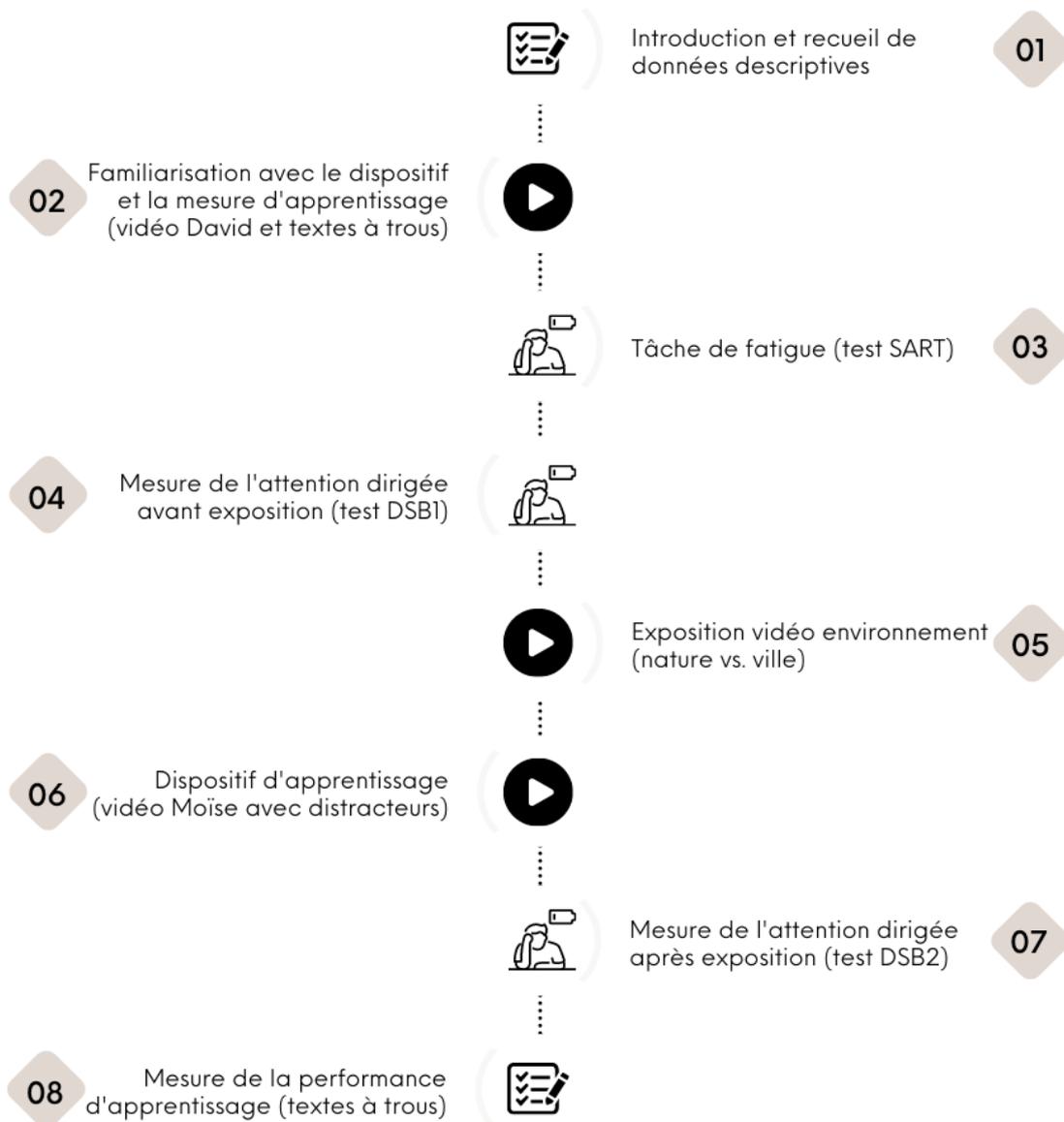


Figure 7 - Synthèse du déroulement de l'expérimentation

3. Traitement des données

3.1. Caractéristiques des participants

Nous présentons ici l'orientation générale des données recueillies sur notre échantillon de 35 participants.

Une majorité de femmes a participé à l'expérimentation, 25 contre 10 hommes (Figure 8).

L'âge des participants se situe entre 20 et 68 ans, l'âge moyen étant de 42,7 ans ; 43,7 ans pour les femmes et 40,2 ans pour les hommes (Figure 9).

Une grande majorité des participants est en activité professionnelle (77%), 14% sont à la retraite, 6% en études et 3% en recherche d'emploi (Figure 8).

Le niveau d'étude le plus représenté est Bac+5 (51%), correspondant à un master, un diplôme d'études approfondies, d'études supérieures spécialisées ou un diplôme d'ingénieur. Viennent ensuite les niveaux Bac+3 (26%) correspondant à une licence, une licence professionnelle, ou un BUT, puis Bac+2 (11%) correspondant à un DEUG, un BTS, un DUT ou un DEUST, puis Bac+4 (9%) correspondant à une maîtrise ou un master 1 et enfin Bac+8 ou plus (3%) correspondant à un doctorat ou une habilitation à diriger des recherches (Figure 8).

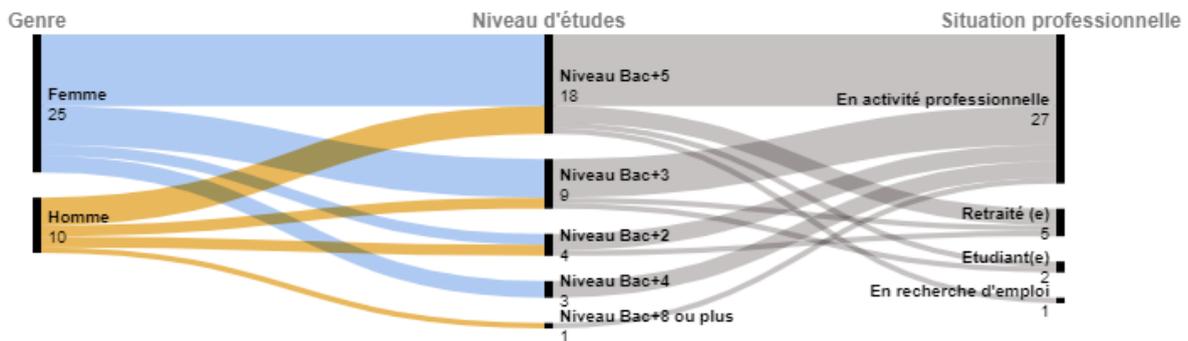


Figure 8 - Répartition du genre, du niveau d'études et de la situation professionnelle des participants

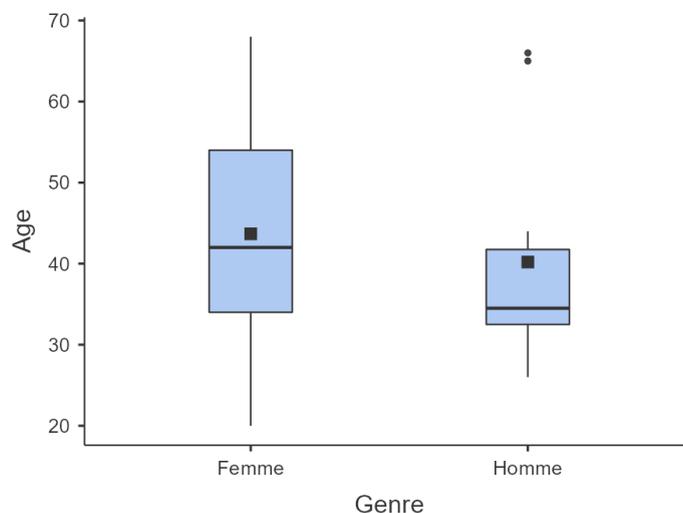


Figure 9 - Distribution et moyenne de l'âge des participants par genre

Une très grande majorité des participants est familiarisée avec l'art. En effet, 83% d'entre eux s'intéressent à l'art et 86% vont dans des musées dans lesquels sont exposées des œuvres d'art (Figure 10). 46% des participants se rendent dans des musées d'art en moyenne une fois par an, 26% en moyenne deux fois par an, 14% plus de deux fois par an, et 14% ne s'y rendent jamais (Figure 10).

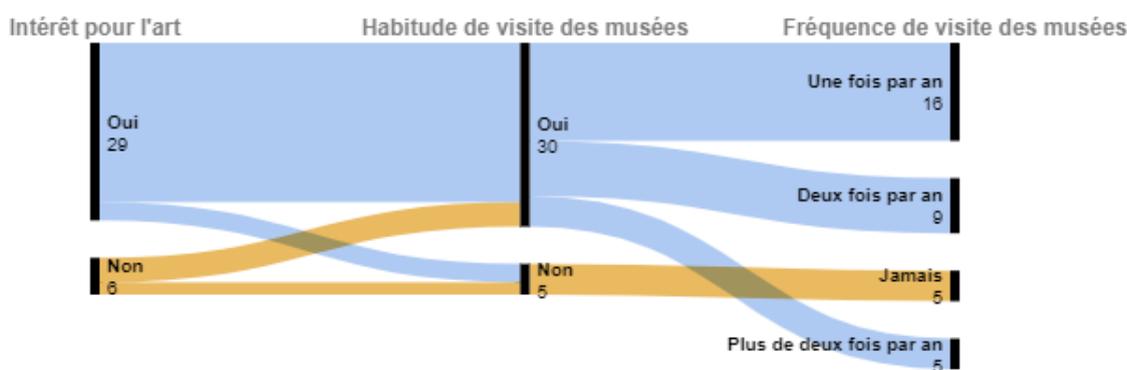


Figure 10 - Répartition de l'intérêt pour l'art, de l'habitude et de la fréquence de visite de musées des participants

Le niveau de connaissance des participants en histoire de l'art sur la Renaissance italienne est auto-évalué sur une échelle de 0 à 10 allant de 0 "je ne possède aucune connaissance" à 10 "j'ai une maîtrise totale des connaissances à ce sujet".

L'auto-évaluation globale du niveau de connaissance des participants se situe entre 0 et 5 (Annexe 4), soit d'une absence de connaissance à une maîtrise moyenne, le niveau médian se situant à 2. La majorité des participants (37%) évaluent leur niveau de connaissance en histoire de l'art sur la Renaissance italienne à 2, 20% s'évaluent à 1, 17% s'évaluent à 4, et 9% respectivement à 0, 3 et 5 (Annexe 4).

D'autre part, aucun des participants ne connaissait déjà la sculpture de Moïse sur laquelle porte la situation d'apprentissage.

Il a donc été inutile d'exclure du protocole des participants qui auraient pu avoir une solide maîtrise des connaissances en histoire de l'art sur la Renaissance italienne ou qui auraient déjà étudié la sculpture du Moïse.

3.2. Statistiques descriptives sur nos hypothèses

Notre échantillon de participants étant caractérisé, analysons les résultats de l'expérimentation à son échelle, à l'aide du logiciel Jamovi.

Les différentes variables de notre étude, leurs traces et valeurs possibles sont synthétisées dans le Tableau 1.

La trace de la variable indépendante VI (environnement d'exposition vidéo en amont de la situation d'apprentissage) est nommée **Condition**. Elle est nominale et possède deux valeurs : 1 (Nature) ou 2 (Ville).

La trace de la variable dépendante VD (performance d'apprentissage dans un contexte de distraction) est nommée **Score avec distracteurs**. Nous la considérons de type intervalle pouvant prendre les 7 valeurs entières entre 0 et 6.

Les traces liées à la variable médiatrice VM (performance d'attention dirigée) sont nommées **ER DSB1** (nombre d'erreurs au test DSB avant exposition) et **ER DSB2** (nombre d'erreurs au test DSB après exposition). Nous les considérons de type intervalle, pouvant prendre les 15 valeurs entières entre 0 et 14. Ces traces permettent de calculer l'indicateur nommé **Amélioration attention** :

$$Amélioration\ attention = ER\ DSB1 - ER\ DSB2$$

La trace de la variable de contrôle VC (performance d'apprentissage dans un contexte sans distraction) est nommée **Score sans distracteurs**. Nous la considérons de type intervalle pouvant prendre les 7 valeurs entières entre 0 et 6.

| Variables | Indicateurs calculés | Traces mémorisées | Valeurs possibles des traces |
|-----------|------------------------|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| VI | | Condition | 1 (Nature) ou 2 (Ville) |
| VD | | Score avec distracteurs | Entiers compris entre 0 et 6 |
| VM | Amélioration attention | ER DSB1 (T1) ER DSB2 (T2) | Entiers compris entre 0 et 14 Entiers compris entre 0 et 14 Entiers compris entre -14 et 14 |
| VC | | Score sans distracteurs | Entiers compris entre 0 et 6 |

Tableau 1 - Synthèse des traces et valeurs possibles des différentes variables

3.2.1. Première hypothèse

Rappelons notre première hypothèse : la performance d'apprentissage est meilleure lorsqu'une situation d'apprentissage qui comporte des éléments distrayeurs est précédée d'une exposition à une nature virtuelle plutôt que d'une exposition à une ville virtuelle.

Les statistiques descriptives portant sur la **VD** en fonction de la **VI** semblent cohérentes avec cette hypothèse : en moyenne, les participants ayant été exposés à la vidéo de nature ont une meilleure performance d'apprentissage dans un contexte avec distracteur (4) que ceux qui ont été exposés à la vidéo de ville (3,61) ([Tableau 2](#)).

Nous devons maintenant réaliser des tests statistiques inférentiels permettant de vérifier notre hypothèse.

| | Condition | Score avec distracteurs |
|------------|------------|-------------------------|
| N | 1 (Nature) | 17 |
| | 2 (Ville) | 18 |
| Moyenne | 1 (Nature) | 4.00 |
| | 2 (Ville) | 3.61 |
| Ecart-type | 1 (Nature) | 1.00 |
| | 2 (Ville) | 0.850 |
| Minimum | 1 (Nature) | 2 |
| | 2 (Ville) | 1 |
| Maximum | 1 (Nature) | 6 |
| | 2 (Ville) | 4 |

Tableau 2 - Statistiques de la VD selon la VI

3.2.2. Seconde hypothèse

Nous supposons que l'attention dirigée joue le rôle de variable médiatrice, autrement dit que la performance d'attention dirigée est meilleure après une exposition à la nature et ne l'est pas après une exposition à la ville.

Les statistiques descriptives portant sur la **VM (caractérisée par ER DSB1, ER DSB2 et Amélioration attention)** en fonction de la **VI** semblent aller à l'encontre de l'idée de médiation $VI \rightarrow VM \rightarrow VD$ ([Figure 1](#)) car $VI \rightarrow VM$ va dans le sens contraire de notre seconde hypothèse : en moyenne, les participants ayant été exposés à la vidéo de nature ont ensuite une moins bonne performance d'attention dirigée (7,94) que ceux qui ont été exposés à la vidéo de ville (5,33) ([Tableau 3](#), [Figure 11a](#)). Rappelons que plus la performance est grande, moins elle est bonne puisque nous comptabilisons le nombre d'erreurs réalisées au test DSB. En termes d'évolution de la performance d'attention dirigée, l'amélioration est en moyenne plus importante pour les participants exposés à la ville (2,39) que pour ceux exposés à la nature (0,706) ([Figure 11b](#)).

| | Condition | ER DSB1 | ER DSB2 | Amélioration de l'attention |
|------------|------------|---------|---------|-----------------------------|
| N | 1 (Nature) | 17 | 17 | 17 |
| | 2 (Ville) | 18 | 18 | 18 |
| Moyenne | 1 (Nature) | 8.65 | 7.94 | 0.706 |
| | 2 (Ville) | 7.72 | 5.33 | 2.39 |
| Ecart-type | 1 (Nature) | 2.50 | 2.56 | 2.31 |
| | 2 (Ville) | 2.59 | 2.43 | 2.73 |
| Minimum | 1 (Nature) | 3 | 3 | -4 |
| | 2 (Ville) | 0 | 2 | -2 |
| Maximum | 1 (Nature) | 12 | 13 | 4 |
| | 2 (Ville) | 13 | 10 | 8 |

Tableau 3 - Statistiques de la VM selon la VI

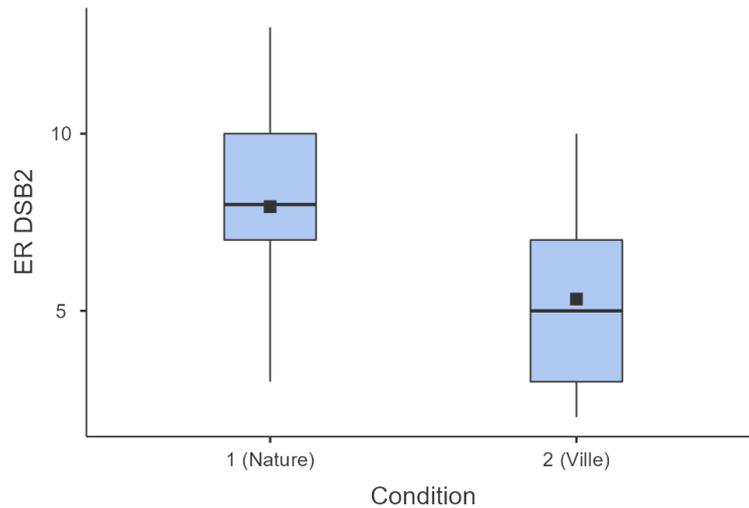


Figure 11a - Distribution et moyenne de ER DSB2 selon la VI

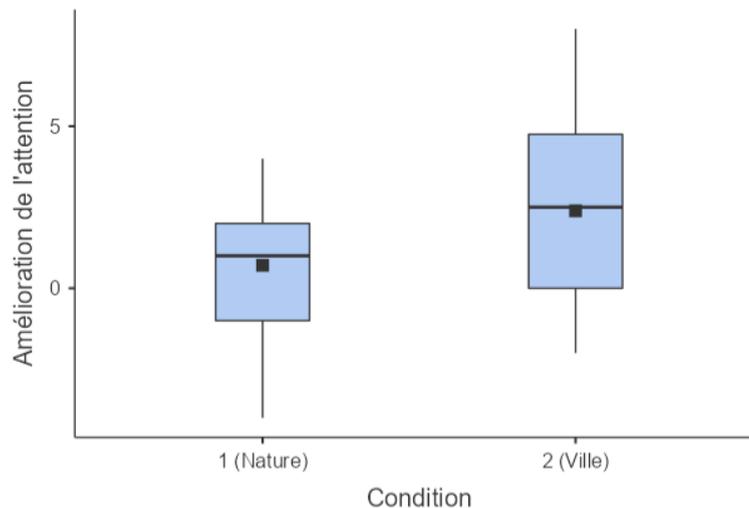


Figure 11b - Distribution et moyenne de Amélioration attention selon la VI

3.2.3. Contrôle des distracteurs

Enfin, pour contrôler que nos distracteurs ont bien un effet néfaste sur l'apprentissage, nous devons vérifier que les parties sans distracteurs sont mieux mémorisées (**VC**) que les parties avec distracteurs (**VD**).

Les statistiques portant sur la **VC** et la **VD** vont à l'encontre de cette supposition : en moyenne, les participants ont une meilleure performance d'apprentissage (3,8) dans un contexte avec distracteurs que dans un contexte sans distracteurs (3,06) ([Tableau 4](#)). Cette anomalie sera discutée par la suite dans la partie [4](#).

| | Score sans distracteurs | Score avec distracteurs |
|------------|-------------------------|-------------------------|
| N | 35 | 35 |
| Moyenne | 3.06 | 3.80 |
| Ecart-type | 0.998 | 0.933 |
| Minimum | 1 | 1 |
| Maximum | 5 | 6 |

Tableau 4 - Statistiques de la VD et de la VC

3.3. Statistiques inférentielles sur nos hypothèses

Les statistiques descriptives semblent aller dans le sens de notre première hypothèse sur notre échantillon mais pas dans celui de notre seconde hypothèse selon laquelle l'attention dirigée serait une variable médiatrice. Nous nous proposons maintenant d'utiliser les statistiques inférentielles pour vérifier nos hypothèses et statuer sur leur généralisation à l'ensemble de la population.

3.3.1. Première hypothèse

Puisque nous souhaitons savoir si la **VI** nominale à 2 modalités indépendantes a un effet sur la **VD** de type intervalle, nous choisissons de réaliser un test t (appelé aussi T de student).

Afin de pouvoir réaliser ce test, nous devons nous assurer que les distributions de la **VD** pour chaque modalité de la **VI** sont normales et que les variances de la **VD** sous chaque modalité de la **VI** sont homogènes, respectivement à l'aide d'un test de normalité et d'un test d'homogénéité des variances.

Bien que le test de Levene calcule une p-valeur supérieure à 0,05, ce qui témoigne d'une homogénéité des variances, la p-valeur du test Shapiro-Wilk est inférieure à 0,05, la condition de normalité de la distribution n'est pas respectée.

Cette non normalité de la **VD** nous amène alors à privilégier le test de Kruskal Wallis, c'est-à-dire l'analyse de variance à un facteur par rang pour groupes indépendants. L'hypothèse statistique est la suivante : les deux conditions de la **VI** ont une distribution identique de la **VD**. La p-valeur du test Kruskal-Wallis étant supérieure à 0,05 ([Tableau 5](#)), il n'y a donc pas d'effet significatif de la **VI** sur la **VD**. Notre première hypothèse n'est pas vérifiée.

| Kruskal-Wallis | | | |
|-------------------------|----------|-----|-------|
| | χ^2 | ddl | p |
| Score avec distracteurs | 0.746 | 1 | 0.388 |

Tableau 5 - Statistiques du test Kruskal-Wallis sur la VD en fonction de la VI

3.3.2. Seconde hypothèse

Notre première hypothèse étant infirmée, qu'en est-il de la médiation par l'attention dirigée ? Autrement dit, est-ce que la **VI** permet d'augmenter l'amélioration de l'attention dirigée, et est-ce que l'amélioration de l'attention dirigée permet d'améliorer la performance d'apprentissage ?

La première vérification revient à vérifier la théorie de la restauration de l'attention : que la performance d'attention dirigée serait meilleure après une exposition à la nature et ne le serait pas après une exposition à la ville.

Afin de tester l'effet de la **VI** nominale sur la **VM** de type intervalle avec 2 séries de mesures répétées (ER DSB1 avant l'exposition et ER DSB2 après), nous choisissons de réaliser une ANOVA pour mesures répétées (plan mixte).

Préalablement, nous nous assurons de l'homogénéité des variances de la **VM** sous chaque modalité de la **VI** à l'aide du test de Levene dont les p-valeurs sont bien supérieures à 0,05.

En ce qui concerne les effets intra-sujets, il apparaît que le moment où le test DSB a été réalisé a un effet sur les erreurs d'attention : $F(1,33) = 13,05$, $p < 0,001$, $\eta^2_p = 0,283$ ([Tableau 6](#)). De plus, la taille de cet effet est grande (0,283) ([Tableau 6](#)). Il y a moins d'erreurs d'attention après l'exposition à la condition qu'avant ([Figure 12](#)), et ceci indépendamment de la condition puisque nous sommes en intra-sujet.

Il n'y a en revanche aucun d'effet du moment où le test DSB a été réalisé sur les erreurs d'attention combinées à la condition : $F(1,33) = 3.86$, $p = 0.058$, $\eta^2_p = 0.117$ ([Tableau 6](#)).

Effets intra-sujets

| | Somme des carrés | ddl | Carrés moyens | F | p | η^2_p |
|---------------------------------|------------------|-----|---------------|-------|-------|------------|
| Erreurs d'attention | 41.9 | 1 | 41.87 | 13.05 | <.001 | 0.283 |
| Erreurs d'attention * CONDITION | 12.4 | 1 | 12.38 | 3.86 | 0.058 | 0.105 |
| Residual | 105.9 | 33 | 3.21 | | | |

Tableau 6 - Effets intra-sujets de l'ANOVA pour mesures répétées sur la VM

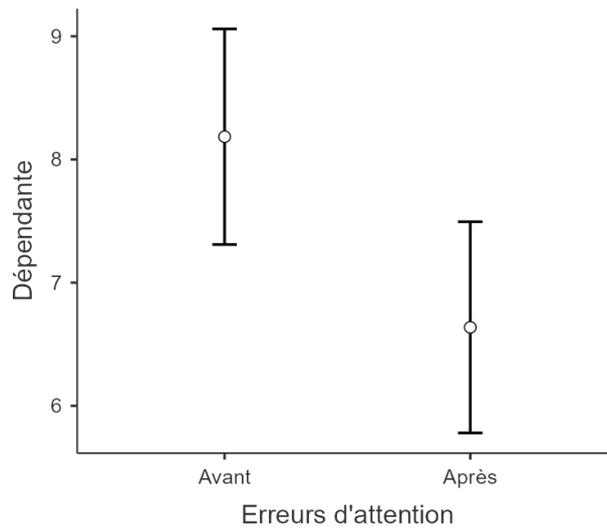


Figure 12 - Estimation des moyennes marginales d'erreurs d'attention avant et après l'exposition à la condition

En ce qui concerne les effets inter-sujets, la condition VI a elle aussi un effet significatif sur les erreurs d'attention : $F(1,33) = 5,76$, $p = 0,022$, $\eta^2_p = 0,149$ (Tableau 7). La taille de cet effet est grande (0,149) (Tableau 7). On constate davantage d'erreurs d'attention dans la condition nature (Figure 13).

Effets inter-sujets

| | Somme des carrés | ddl | Carrés moyens | F | p | η^2_p |
|-----------|------------------|-----|---------------|------|-------|------------|
| Condition | 54.6 | 1 | 54.55 | 5.76 | 0.022 | 0.149 |
| Résidu | 312.5 | 33 | 9.47 | | | |

Tableau 7 - Effets inter-sujets de l'ANOVA pour mesures répétées sur la VM

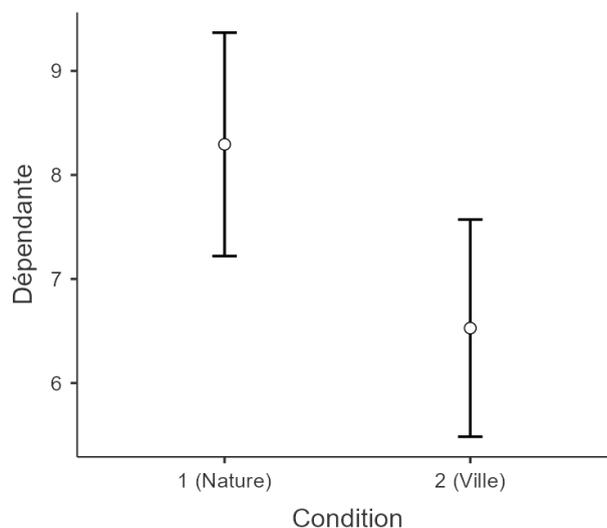


Figure 13 - Estimation des moyennes marginales d'erreurs d'attention selon la condition d'exposition

La première moitié de la vérification du fait que l'attention dirigée serait une variable médiatrice de la relation entre la **VI** et la **VD** n'est donc pas vérifiée, ce qui revient à dire que la théorie de la restauration de l'attention ne se vérifie pas dans notre étude. Au contraire, ce sont les participants ayant été exposés à la ville qui voient leurs erreurs d'attention diminuer le plus après l'exposition ([Figure 14](#)). Conséquemment, notre seconde hypothèse n'est pas vérifiée.

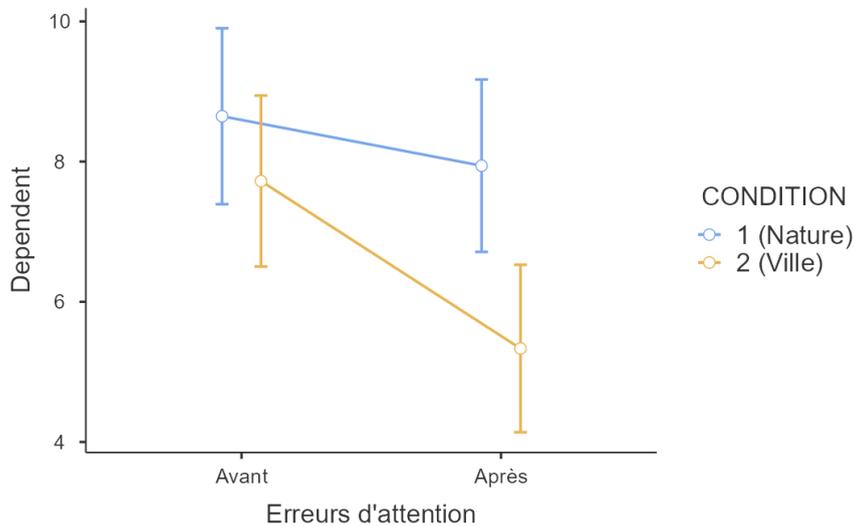


Figure 14 - Estimation des moyennes marginales d'erreurs d'attention combinées à la condition avant et après l'exposition à la condition

Néanmoins, il nous paraît important de noter qu'au-delà d'être moins attentif que le groupe "ville" après l'exposition à la vidéo, le groupe "nature" apparaît plus fatigué que le groupe "ville" en amont ([Figure 14](#)).

3.3.3. Vérifications complémentaires

La matrice de corrélation ([Tableau 8](#)) indique des corrélations significatives entre l'âge des participants, leur score avec distracteur (**VD**) et leur score total. Nous appliquons donc différents filtres d'âges à nos précédents tests statistiques sur la **VD** et à un test statistique sur le score total.

| Matrice de corrélation | |
|-------------------------|----------|
| | Âge |
| Score avec distracteurs | 0.456 ** |
| Score total | 0.481 ** |

Note. * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

Tableau 8 - Matrice de corrélation âge / VD et âge / score total d'apprentissage

Il apparaît alors que pour les participants de 40 et plus, la condition a un effet important (0,332) sur la **VD**, la p-valeur étant inférieure à 0,05 ([Tableau 9](#)). Le sens de cet effet est illustré sur la [Figure 15](#). Notre première hypothèse est donc valable pour des personnes âgées de 40 ans ou plus.

Kruskal-Wallis

| | χ^2 | ddl | p | ϵ^2 |
|-------------------------|----------|-----|-------|--------------|
| Score avec distracteurs | 5.31 | 1 | 0.021 | 0.332 |

Tableau 9 - Statistiques du test Kruskal-Wallis sur la VD avec filtre ≥ 40 ans

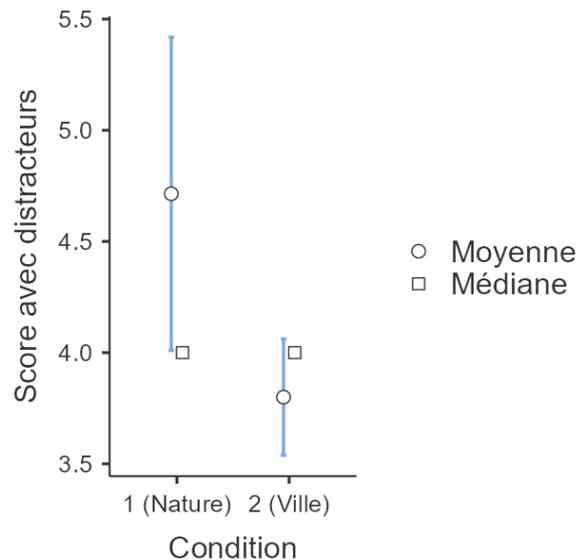


Figure 15 - VD en fonction de la VI avec filtre ≥ 40 ans

D'autre part, en appliquant un filtre supérieur ou égal à 40 ans au score total d'apprentissage, nous accédons à des distributions normales et une homogénéité des variances, les p-valeurs des tests Shapiro-Wilk et de Levene étant supérieures à 0,05. Nous pouvons donc réaliser un test t.

Nous paramétrons ce test t avec l'hypothèse suivante : la performance d'apprentissage totale est meilleure lorsqu'une situation d'apprentissage est précédée d'une exposition à une nature virtuelle plutôt que d'une exposition à une ville virtuelle. Nous obtenons une p-valeur inférieure à 0,05, ce qui valide cette hypothèse avec une taille d'effet importante (0,975) ([Tableau 10](#)).

Test t pour échantillons indépendants

| | Statistique | ddl | p | Taille de l'effet | | |
|-------------|--------------|------|------|-------------------|------------|-------|
| Score total | t de Student | 1.98 | 15.0 | 0.033 | d de Cohen | 0.975 |

Note. $H_a \mu_{1(Nature)} > \mu_{2(Ville)}$

Tableau 10 - Statistiques du test t sur le score total d'apprentissage

Enfin, lorsque nous appliquons ce même filtre d'âge sur l'ANOVA pour mesures répétées de l'attention, nous obtenons les mêmes tendances en intra-sujets que pour l'ensemble de l'échantillon. En revanche, en ce qui concerne l'effet inter-sujets, il n'y a dans cette tranche d'âge aucun effet de la condition sur les erreurs d'attention, la p-valeur étant supérieure à 0,05 ([Tableau 11](#)).

Effets inter-sujets

| | Somme des carrés | ddl | Carrés moyens | F | p | η^2_p |
|-----------|------------------|-----|---------------|------|-------|------------|
| Condition | 43.8 | 1 | 43.8 | 3.37 | 0.086 | 0.183 |
| Résidu | 195.2 | 15 | 13.0 | | | |

Tableau 11 - Effets inter-sujets de l'ANOVA pour mesures répétées sur la VM avec filtre ≥ 40 ans

4. Discussion

4.1. Synthèse des résultats

Les résultats de notre étude montrent que notre première hypothèse est infirmée : dans une situation d'apprentissage comportant des éléments distracteurs, il n'y a pas de preuve d'une meilleure performance d'apprentissage lorsque cette situation est précédée d'une exposition à une nature virtuelle plutôt que lorsqu'elle est précédée d'une exposition à une ville virtuelle.

De plus, la théorie de la restauration de l'attention ne se vérifie pas. Au contraire, les résultats de notre étude montrent que la performance d'attention dirigée s'améliore après une exposition à une ville virtuelle. Notre seconde hypothèse selon laquelle l'attention dirigée serait une variable médiatrice de la première hypothèse est également infirmée.

En revanche, en limitant les résultats de notre étude aux personnes âgées de 40 ans ou plus, nous obtenons la confirmation de notre première hypothèse : la performance d'apprentissage est bien meilleure lorsqu'une situation d'apprentissage qui comporte des éléments distracteurs est précédée d'une exposition à une nature virtuelle plutôt que lorsqu'elle est précédée d'une exposition à une ville virtuelle. Les résultats montrent également la même tendance dans le cas d'une situation d'apprentissage comportant occasionnellement des éléments distracteurs.

Par ailleurs, sur cette tranche d'âge, la théorie de la restauration de l'attention ne se vérifie toujours pas ; l'exposition à une nature ou une ville virtuelle n'a aucun effet sur l'attention dirigée. Notre seconde hypothèse est également infirmée pour cette tranche d'âge.

4.2. Limites et perspectives de recherche

Nous envisageons deux explications au fait que la théorie de la restauration de l'attention ne se vérifie pas dans notre étude, raison pour laquelle notre seconde hypothèse est infirmée.

Les résultats montrent que le groupe exposé à la condition nature était plus fatigué en amont de l'exposition à la condition ([Figure 14](#)). Contrairement au groupe "ville", ce groupe "nature" a peut-être atteint un seuil à partir duquel l'effet restauratif sur l'attention dirigée était plus limité. Pour s'en assurer, il aurait été judicieux de répartir les participants de manière équilibrée dans chacune des conditions, au regard de leur capacité d'attention dirigée en amont de l'exposition.

L'infirmité de la théorie de la restauration de l'attention peut aussi s'expliquer par le fait que les participants ont adopté une stratégie de mémorisation entre le premier et le second test de mesure de l'attention dirigée (DSB). Certains participants l'ont d'ailleurs verbalisé et les résultats montrent un effet important du moment où le test a été réalisé sur la performance d'attention dirigée indépendamment de la condition ([Figure 12](#)). Il aurait donc été judicieux d'utiliser ce test DSB comme tâche de fatigue à la place du test SART pour que la stratégie soit mise en place par les participants en amont de la première mesure de la performance d'attention dirigée.

En ce qui concerne l'infirmité de notre première hypothèse, nous pouvons l'expliquer par le fait que la théorie de la restauration de l'attention n'est pas vérifiée dans notre étude, et ce pour les raisons précédemment évoquées.

Néanmoins, une faiblesse de notre dispositif expérimental peut également avoir influencé les résultats de notre étude. Le contrôle de l'efficacité des distracteurs que nous avons mis en place a montré que la performance d'apprentissage avec distracteurs est meilleure que celle sans distracteurs ([Tableau 4](#)). Ceci remet en question l'efficacité et le positionnement de nos distracteurs en lien avec les textes à trous. En exploitant les scores d'apprentissage de chaque texte à trous dans ([Planques, 2022](#)), étude basée sur le dispositif d'apprentissage initial sans distracteurs, nous constatons que le score moyen obtenu pour les textes 1 et 3 sur lesquels nous avons placé les distracteurs est de 2,275, alors que le score moyen obtenu pour les textes 2 et 4 sur lesquels nous n'avons placé aucun distracteur est de 2,675 ([Annexe 5](#)). Les textes à trous portant sur les discours sur lesquels nous avons placé les distracteurs sont donc en moyenne plus faciles que ceux portant sur les discours qui n'en comportent pas. Il aurait donc été judicieux, au moment de l'élaboration du protocole expérimental, de positionner les distracteurs au regard des niveaux de difficulté des mots à trouver ([Annexe 5](#)), en veillant à ce que les niveaux de difficulté globaux, avec et sans distracteurs, soient équilibrés.

Enfin, indépendamment des résultats obtenus dans notre étude, cette dernière se distingue par l'utilisation de distracteurs. Bien qu'ils n'aient pas été utilisés dans ce but dans notre étude, ils peuvent offrir une perspective de mesure écologique de l'attention dirigée. En effet, après avoir essayé en vain de répliquer l'expérience liée à la théorie de la restauration de l'attention de [Berto \(2005\)](#), [Neilson et al. \(2020\)](#) posent la question de la représentativité de la mesure de l'attention dirigée via le test SART mettant en jeu une dimension motrice. Cette question peut aussi se poser pour le test DSB. Nous pourrions envisager de transformer notre dispositif expérimental en intégrant une mesure plus écologique de l'attention dirigée grâce aux distracteurs. En supposant qu'un mauvais apprentissage provienne d'une faible capacité d'attention dirigée avec une tendance à se laisser distraire, la performance d'apprentissage deviendrait alors une variable intermédiaire, témoignant de la capacité d'attention dirigée.

Conclusion

Pour l'ensemble des adultes confrontés à une situation d'apprentissage perturbée par des distracteurs, notre étude n'a pas permis de prouver qu'une exposition à une nature virtuelle a un meilleur impact sur l'apprentissage qu'une exposition à une ville virtuelle. Néanmoins, elle a permis de confirmer cette hypothèse pour les personnes âgées de 40 ans et plus et de l'étendre à des situations d'apprentissage ponctuellement perturbées par des distracteurs.

D'autre part, notre étude n'a pas permis de prouver la médiation de l'attention dirigée dans l'effet de l'environnement d'exposition sur l'apprentissage puisque la théorie de la restauration ne s'y vérifie pas.

Néanmoins, si les modifications du protocole expérimental évoquées dans notre discussion permettaient de confirmer nos hypothèses, notre étude pourrait offrir des perspectives de recherche permettant de répondre aux problématiques d'attention et d'apprentissage dans les milieux professionnels, universitaires et scolaires.

Bibliographie

- Atkinson, C. & Shiffrin R. M. (1968). Human memory : A proposed system and its control processes. In KW Spence and JT Spence (Eds.), *The Psychology of Learning and Motivation : Advances in Research and Theory*, 2, 89–195. New York : Academic Press.
- Berman, M., Jonides, J., & Kaplan, S. (2009). The Cognitive Benefits of Interacting With Nature. *Psychological science*, 19, 1207-1212. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2008.02225.x>
- Berto, R. (2005). Exposure to restorative environments helps restore attentional capacity. *Journal of Environmental Psychology*, 25(3), 249-259. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2005.07.001>
- Burgues, M., Huet, N., & Sakdavong, J. C. (2020). Immersion and Control in Learning Art Knowledge : An Example in Museum Visit. *Communications in Computer and Information Science*, 111-127. https://doi.org/10.1007/978-3-030-58459-7_6
- Chan, S. H. M., Qiu, L., Esposito, G., Mai, K. P., Tam, K. P., & Cui, J. (2021). Nature in virtual reality improves mood and reduces stress : evidence from young adults and senior citizens. *Virtual Reality*. <https://doi.org/10.1007/s10055-021-00604-4>
- Cohen, R. (2017). Directed Attention. *Encyclopedia of Clinical Neuropsychology*, 1. https://doi.org/10.1007/978-3-319-56782-2_1290-2
- Commissariat général au développement durable - Service des données et études statistiques (Éd.). (2021, décembre). *Société, nature et biodiversité : regards croisés sur les relations entre les Français et la nature*. <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/societe-nature-et-biodiversite-regards-croises-sur-les-relations-entre-les-francais-et-la-nature?rubrique=30>
- Crossan, C., & Salmoni, A. (2019). A Simulated Walk in Nature : Testing Predictions From the Attention Restoration Theory. *Environment and Behavior*, 53(3), 277-295. <https://doi.org/10.1177/0013916519882775>
- Dehaene, S. (2015). *L'attention et le contrôle exécutif - Video - Psychologie cognitive expérimentale*. Collège de France. <https://www.college-de-france.fr/site/stanislas-dehaene/course-2015-01-13-09h30.htm>
- Dehaene, S. (2018). *Apprendre ! : Les talents du cerveau, le défi des machines*. JACOB.
- Diamond, A., Barnett, W. S., Thomas, J., & Munro, S. (2007). Preschool Program Improves Cognitive Control. *Science*, 318(5855), 1387-1388. <https://doi.org/10.1126/science.1151148>

- Engemann, K., Pedersen, C. B., Arge, L., Tsirogiannis, C., Mortensen, P. B., & Svenning, J. C. (2019). Residential green space in childhood is associated with lower risk of psychiatric disorders from adolescence into adulthood. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(11), 5188-5193. <https://doi.org/10.1073/pnas.1807504116>
- James, W. (1892). *Psychology*. Henry Holt and Company. <https://doi.org/10.1037/11060-000>
- Jonides, J., Lewis, R. L., Nee, D. E., Lustig, C. A., Berman, M. G., & Moore, K. S. (2008). The Mind and Brain of Short-Term Memory. *Annual Review of Psychology*, 59(1), 193-224. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.59.103006.093615>
- Kaplan, R., & Kaplan, S. (1989). *The Experience of Nature : A Psychological Perspective* (1st Edition). Cambridge University Press.
- Kaplan, R. (1993). The role of nature in the context of the workplace. *Landscape and Urban Planning*, 26(1-4), 193-201. [https://doi.org/10.1016/0169-2046\(93\)90016-7](https://doi.org/10.1016/0169-2046(93)90016-7)
- Kaplan, S. (1995). The restorative benefits of nature : Toward an integrative framework. *Journal of Environmental Psychology*, 15(3), 169-182. [https://doi.org/10.1016/0272-4944\(95\)90001-2](https://doi.org/10.1016/0272-4944(95)90001-2)
- Kaplan, S. (2001). Meditation, Restoration, and the Management of Mental Fatigue. *Environment and Behavior*, 33(4), 480-506. <https://doi.org/10.1177/00139160121973106>
- Kuo, M., Barnes, M., & Jordan, C. (2019). Do Experiences With Nature Promote Learning ? Converging Evidence of a Cause-and-Effect Relationship. *Frontiers in Psychology*, 10. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00305>
- Li, Q. (2009). Effect of forest bathing trips on human immune function. *Environmental Health and Preventive Medicine*, 15(1), 9-17. <https://doi.org/10.1007/s12199-008-0068-3>
- Maas, J. (2006). Green space, urbanity, and health : how strong is the relation ? *Journal of Epidemiology & ; Community Health*, 60(7), 587-592. <https://doi.org/10.1136/jech.2005.043125>
- Nanda, U., Eisen, S., Zadeh, R. S., & Owen, D. (2010). Effect of visual art on patient anxiety and agitation in a mental health facility and implications for the business case. *Journal of Psychiatric and Mental Health Nursing*, 18(5), 386-393. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2850.2010.01682.x>
- Neilson, B. N., Craig, C. M., Curiel, R. Y., & Klein, M. I. (2020). Restoring Attentional Resources With Nature : A Replication Study of Berto's (2005) Paradigm Including Commentary From Dr. Rita Berto. *Human Factors : The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 63(6), 1046-1060. <https://doi.org/10.1177/0018720820909287>
- Ochiai, H., Ikei, H., Song, C., Kobayashi, M., Miura, T., Kagawa, T., Li, Q., Kumeda, S., Imai, M., & Miyazaki, Y. (2015). Physiological and Psychological Effects of a Forest Therapy Program on

Middle-Aged Females. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(12), 15222-15232. <https://doi.org/10.3390/ijerph121214984>

Ochiai, H., Ikei, H., Song, C., Kobayashi, M., Takamatsu, A., Miura, T., Kagawa, T., Li, Q., Kumeda, S., Imai, M., & Miyazaki, Y. (2015). Physiological and Psychological Effects of Forest Therapy on Middle-Aged Males with High-Normal Blood Pressure. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(3), 2532-2542. <https://doi.org/10.3390/ijerph120302532>

Pilotti, M., Klein, E., Golem, D., Piepenbrink, E., & Kaplan, K. (2014). Is Viewing a Nature Video After Work Restorative ? Effects on Blood Pressure, Task Performance, and Long-Term Memory. *Environment and Behavior*, 47(9), 947-969. <https://doi.org/10.1177/0013916514533187>

Planques, A. (2022, juin). Impact des modalités de contrôle actif/passif en contexte de réalité virtuelle sur la mémorisation (Mémoire de recherche M2 eFEN).

Posner, M. I., & Boies, S. J. (1971). Components of attention. *Psychological Review*, 78(5), 391-408. <https://doi.org/10.1037/h0031333>

Raz, A., & Buhle, J. (2006). Typologies of attentional networks. *Nature Reviews Neuroscience*, 7(5), 367-379. <https://doi.org/10.1038/nrn1903>

Reese, G., Kohler, E., & Menzel, C. (2021). Restore or Get Restored : The Effect of Control on Stress Reduction and Restoration in Virtual Nature Settings. *Sustainability*, 13(4), 1995. <https://doi.org/10.3390/su13041995>

Sakdavong, J. C., Burgues, M., & Huet, N. (2019). Virtual Reality in Self-regulated Learning : Example in Art Domain. *Proceedings of the 11th International Conference on Computer Supported Education*. <https://doi.org/10.5220/0007718500790087>

Simons, D. J., & Chabris, C. F. (1999). Gorillas in our midst : sustained inattention blindness for dynamic events. *Perception*, 28(9), 1059-1074. <https://doi.org/10.1068/p2952>

Ulrich, R. S. (1984). View Through a Window May Influence Recovery from Surgery. *Science*, 224(4647), 420-421. <https://doi.org/10.1126/science.6143402>

Ulrich, R. S., Simons, R. F., Losito, B. D., Fiorito, E., Miles, M. A., & Zelson, M. (1991). Stress recovery during exposure to natural and urban environments. *Journal of Environmental Psychology*, 11(3), 201-230. [https://doi.org/10.1016/s0272-4944\(05\)80184-7](https://doi.org/10.1016/s0272-4944(05)80184-7)

White, M. P., Alcock, I., Grellier, J., Wheeler, B. W., Hartig, T., Warber, S. L., Bone, A., Depledge, M. H., & Fleming, L. E. (2019). Spending at least 120 minutes a week in nature is associated with good health and wellbeing. *Scientific Reports*, 9(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-019-44097-3>

Annexes

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Annexe 1 - Textes à trous portant sur le discours de la vidéo du Moïse | 41 |
| Annexe 2 - Intégration des distracteurs sur la vidéo du Moïse et correspondance avec les textes à trous | 42 |
| Annexe 3 - Consentement, données signalétiques et familiarité à l'art | 44 |
| Annexe 4 - Répartition du niveau de connaissances des participants en histoire de l'art sur la Renaissance italienne | 49 |
| Annexe 5 - Performances d'apprentissage moyennes par questions dans le dispositif initial de textes à trous | 50 |

Annexe 1 - Textes à trous portant sur le discours de la vidéo du Moïse

Cette statue, une des [1] figures monumentales du couronnement du [2], devait occuper le niveau le plus [3] : elle a été conçue pour être vue depuis le bas et non pas à hauteur d'œil.

- [1]
- [2]
- [3]
-

Le veau [1] est en effet un symbole [2], ce qui est interdit par le [3] commandement dans la Bible.

- [1]
- [2]
- [3]
-

La sculpture représente Moïse [1], ce qui constitue une anomalie par rapport au texte de la Bible : il ne peut jeter les [2] et être assis. Freud interprète ceci : s'il serre les tables, c'est parce qu'il se retient de [3] les tablettes.

- [1]
- [2]
- [3]
-

Les jambes sont [1], laissant apparaître le pied droit reposant à terre bien à plat, tandis que le gauche est [2] de façon à ce que les orteils touchent le sol, comme si Moïse allait s'y [3] pour se relever.

- [1]
- [2]
- [3]



Annexe 2 - Intégration des distracteurs sur la vidéo du Moïse et correspondance avec les textes à trous

| Segments du discours | Distracteurs | Textes à trous correspondant au discours |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| du début à 50s | Partie du discours du David enregistré avec une autre voix que celle du Moïse | |
| de 50s à 1mn | Partie du discours du David enregistré avec une autre voix que celle du Moïse Classe d'enfants en récréation | |
| de 1mn à 1mn17s | Classe d'enfants en récréation | <p>Cette statue, une des [1] figures monumentales du couronnement du [2], devait occuper le niveau le plus [3] : elle a été conçue pour être vue depuis le bas et non pas à hauteur d'œil.</p> <p>[1] <input type="text"/></p> <p>[2] <input type="text"/></p> <p>[3] <input type="text"/></p> |
| de 1mn37s à 1mn 48s | | <p>Le veau [1] est en effet un symbole [2], ce qui est interdit par le [3] commandement dans la Bible.</p> <p>[1] <input type="text"/></p> <p>[2] <input type="text"/></p> <p>[3] <input type="text"/></p> |
| de 2mn36s à 2mn45s | Discussion animée entre amis | |

| | | |
|-------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>de 2mn45s à 3mn08s</p> | <p>Discussion animée entre amis</p> | <p>La sculpture représente Moïse [1], ce qui constitue une anomalie par rapport au texte de la Bible : il ne peut jeter les [2] et être assis. Freud interprète ceci : s'il serre les tables, c'est parce qu'il se retient de [3] les tablettes.</p> <p>[1] <input type="text"/></p> <p>[2] <input type="text"/></p> <p>[3] <input type="text"/></p> |
| <p>de 3mn08s à 3mn54s</p> | <p>Discussion animée entre amis</p> | <p style="background-color: #cccccc;"> </p> |
| <p>de 3mn54s à 4mn11s</p> | <p style="background-color: #cccccc;"> </p> | <p>Les jambes sont [1], laissant apparaître le pied droit reposant à terre bien à plat, tandis que le gauche est [2] de façon à ce que les orteils touchent le sol, comme si Moïse allait s'y [3] pour se relever.</p> <p>[1] <input type="text"/></p> <p>[2] <input type="text"/></p> <p>[3] <input type="text"/></p> |

Annexe 3 - Consentement, données signalétiques et familiarité à l'art

Consentement

Merci de cocher les cases suivantes signifiant votre accord de participation à l'étude proposée.

Je suis volontaire pour participer à cette étude.

J'ai conscience que je peux arrêter l'étude à n'importe quel moment.

J'ai plus de 18 ans.



Données signalétiques

Vous êtes ...

Un homme

Une femme

Non binaire

Quel est votre âge ?



Quelle est votre situation professionnelle?

Etudiant(e)

En recherche d'emploi

En activité professionnelle

Retraité (e)



Quel est votre niveau d'études ?

CAP, BEP

Baccalauréat

DEUG, BTS, DUT, DEUST

Licence, licence professionnelle, BUT

Maîtrise, master 1

Master, diplôme d'études approfondies, diplôme d'études supérieures spécialisées, diplôme d'ingénieur

Doctorat, habilitation à diriger des recherches

Quel est le domaine de vos études ?



Familiarité à l'art

Vous intéressez-vous à l'art?

Oui

Non



Allez-vous dans des musées dans lesquels sont exposées des œuvres d'art ?

Oui

Non

Combien de fois par an en moyenne allez-vous dans des musées d'art ?

Jamais

Une fois par an

Deux fois par an

Plus de deux fois par an

Possédez vous des connaissances en histoire de l'art sur la Renaissance Italienne?

Indiquez sur une échelle de 0 à 10 à quel point vous pensez posséder des connaissances en histoire de l'art sur la Renaissance Italienne, allant de 0 "je ne possède aucune connaissance" à 10 "j'ai une maîtrise totale des connaissances à ce sujet."

| | Aucune connaissance (0) | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | Maîtrise total de ce sujet (10) |
|-----------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------------|
| Connaissances en histoire de l'art sur la Renaissance Italienne | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |



Sculpture du "Moïse" de Michel Ange



Avez-vous déjà étudié la sculpture du "Moïse" de Michel Ange ?

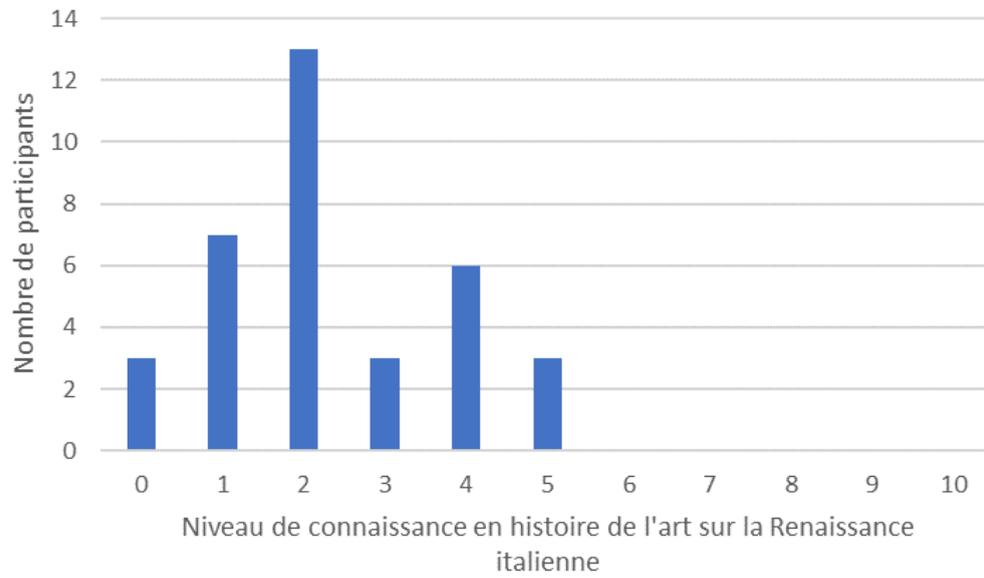
Oui

Non

Quel est l'objet du courroux de Moïse dans cette sculpture et pourquoi ? Répondez en quelques mots.



Annexe 4 - Répartition du niveau de connaissances des participants en histoire de l'art sur la Renaissance italienne



Annexe 5 - Performances d'apprentissage moyennes par questions dans le dispositif initial de textes à trous

| | Texte 1 trou [1] | Texte 1 trou [2] | Texte 1 trou [3] | Texte 2 trou [1] | Texte 2 trou [2] | Texte 2 trou [3] | Texte 3 trou [1] | Texte 3 trou [2] | Texte 3 trou [3] | Texte 4 trou [1] | Texte 4 trou [2] | Texte 4 trou [3] |
|-----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| N | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 |
| Mean | 0.250 | 0.175 | 0.400 | 0.850 | 0.0250 | 0.400 | 0.875 | 0.400 | 0.175 | 0.300 | 0.250 | 0.850 |
| Standard deviation | 0.439 | 0.385 | 0.496 | 0.362 | 0.158 | 0.496 | 0.335 | 0.496 | 0.385 | 0.464 | 0.439 | 0.362 |
| Minimum | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Maximum | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Mean Total | 0.825 | | | 1.275 | | | 1,45 | | | 1,4 | | |

Remarque : dans notre dispositif, les textes 1 et 3 cumulant un score moyen de 2,275 comportent des distracteurs et les textes 2 et 4 cumulant un score moyen de 2,675 n'en comportent pas.

Table des figures

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 1 - Relations entre les variables des hypothèses | 15 |
| Figure 2 - Vidéo du David de Michel-Ange | 17 |
| Figure 3 - Vidéo du Moïse de Michel-Ange | 17 |
| Figure 4 - Vidéo de nature | 18 |
| Figure 5 - Vidéo de ville | 18 |
| Figure 6 - Premier texte à trous parmi les quatre portant sur le discours de la vidéo du Moïse | 19 |
| Figure 7 - Synthèse du déroulement de l'expérimentation | 22 |
| Figure 8 - Répartition du genre, du niveau d'études et de la situation professionnelle des participants | 23 |
| Figure 9 - Distribution et moyenne de l'âge des participants par genre | 23 |
| Figure 10 - Répartition de l'intérêt pour l'art, de l'habitude et de la fréquence de visite de musées des participants | 24 |
| Figure 11a - Distribution et moyenne de ER DSB2 selon la VI | 27 |
| Figure 11b - Distribution et moyenne de Amélioration attention selon la VI | 27 |
| Figure 12 - Estimation des moyennes marginales d'erreurs d'attention avant et après l'exposition à la condition | 30 |
| Figure 13 - Estimation des moyennes marginales d'erreurs d'attention selon la condition d'exposition | 30 |
| Figure 14 - Estimation des moyennes marginales d'erreurs d'attention combinées à la condition avant et après l'exposition à la condition | 31 |
| Figure 15 - VD en fonction de la VI avec filtre ≥ 40 ans | 32 |

Table des tableaux

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tableau 1 - Synthèse des traces et valeurs possibles des différentes variables | 25 |
| Tableau 2 - Statistiques de la VD selon la VI | 26 |
| Tableau 3 - Statistiques de la VM selon la VI | 26 |
| Tableau 4 - Statistiques de la VD et de la VC | 28 |
| Tableau 5 - Statistiques du test Kruskal-Wallis sur la VD en fonction de la VI | 28 |
| Tableau 6 - Effets intra-sujets de l'ANOVA pour mesures répétées sur la VM | 29 |
| Tableau 7 - Effets inter-sujets de l'ANOVA pour mesures répétées sur la VM | 30 |
| Tableau 8 - Matrice de corrélation âge / VD et âge / score total d'apprentissage | 31 |
| Tableau 9 - Statistiques du test Kruskal-Wallis sur la VD avec filtre ≥ 40 ans | 32 |
| Tableau 10 - Statistiques du test t sur le score total d'apprentissage | 32 |
| Tableau 11 - Effets inter-sujets de l'ANOVA pour mesures répétées sur la VM avec filtre ≥ 40 ans | 33 |