

RAZVAN GOSMAN

ANDRÉE-ANNE PARADIS

WILLIAM VAILLANCOURT

*Intégration des apprentissages*

360-713-TB (Gr: 03)

RAPPORT FINAL

La mémoire de travail

Travail présenté à

Mathieu Rainville

Département des Sciences de la nature

Cégep régional de Lanaudière à Terrebonne

17 avril 2023



## Table des matières

<b>Résumés</b> .....	5
<b>1. Introduction</b> .....	7
1.1. Le contexte général et la problématique.....	7
1.2. Les connaissances préalables.....	8
1.2.1. L'histoire .....	8
1.2.2. Les différents types de mémoire .....	9
1.2.3. L'anatomie de la mémoire de travail.....	14
1.2.4. La mémoire chez les enfants .....	15
1.2.5. La mémoire chez les personnes âgées.....	15
1.2.6. Différents tests existants .....	16
1.3. Les hypothèses et la démarche expérimentale.....	17
<b>2. Matériel et méthode</b> .....	21
2.1. Ordre de présentation des étapes du protocole.....	21
2.2. Procédure de présentation des explications aux élèves .....	21
2.3. Procédure de passation du test de Stroop.....	24
2.4. Procédure de passation du test de Corsi.....	26
2.5. Procédure de passation du test de « Digit Span » .....	29
2.6. Procédure de collection des résultats .....	33
2.7. Photos des lieux de l'expérimentation .....	34
2.8. Description de la population .....	37
2.9. Tests statistiques.....	39
<b>3. Résultats</b> .....	41
<b>4. Discussion</b> .....	65
4.1. Description de la population .....	65
4.2. Analyse sur les résultats concernant le test de Stroop.....	65
4.3. Analyse sur les résultats concernant le test de Corsi.....	69
4.4. Analyse sur les résultats concernant le test du « Digit Span » .....	71
4.5. Analyse sur le taux de réussite du groupe expérimental entre les tests .....	74
4.7. Critiques de l'expérimentation .....	74
<b>5. Conclusion</b> .....	77
<b>6. Médiagraphie</b> .....	79
<b>Annexe I</b> .....	83

<b>Annexe II.....</b>	<b>87</b>
<b>Annexe III.....</b>	<b>89</b>

# Résumés

Version française:

Ce document de recherche porte sur l'efficacité de la mémoire de travail chez les adolescents de 14 à 15 ans (90 participants). Cette étude utilise le modèle de mémoire de travail de Baddeley, qui comprend quatre composantes. Sur ces quatre composantes, seules trois ont été sélectionnées pour les expérimentations: l'administrateur central, le calepin visio-spatial et la boucle phonologique. Les tests qui ont été utilisés sont: le test de Stroop, le test de Corsi et le test du « Digit Span ». Après avoir été testé au moyen d'un site internet, le groupe étudié a ensuite été comparé aux groupes d'âge précédemment testés par d'autres études. Le groupe étudié a été classé parmi ces groupes en fonction de sa performance à chaque test. Les groupes auxquels le groupe testé a été comparé étaient les enfants de 5 à 12 ans, les adultes de 18 à 60 ans et un groupe témoin d'adolescents. L'hypothèse qui a été émise était que le groupe testé obtiendrait de meilleurs résultats que le groupe d'enfants à tous les tests, tout en performant moins bien que les adultes aux tests de Stroop et de Corsi et en égalisant les adultes au test du « Digit Span ». Toutefois, les attentes susmentionnées n'ont été que partiellement satisfaites. Le groupe étudié a obtenu des résultats supérieurs au groupe d'adultes et au groupe témoin d'adolescents au test de Stroop, inférieurs à tous les autres groupes au test de Corsi et inférieurs au groupe d'adultes et au groupe témoin d'adolescents au test du « Digit Span ». Néanmoins, ces données pourraient être attribuées aux nombreuses erreurs qui se sont produites pendant la phase d'expérimentation de la recherche.

Mots clés: #mémoire de travail, #test de Corsi, #test de Stroop, #test du « Digit Span », #adolescents

English version:

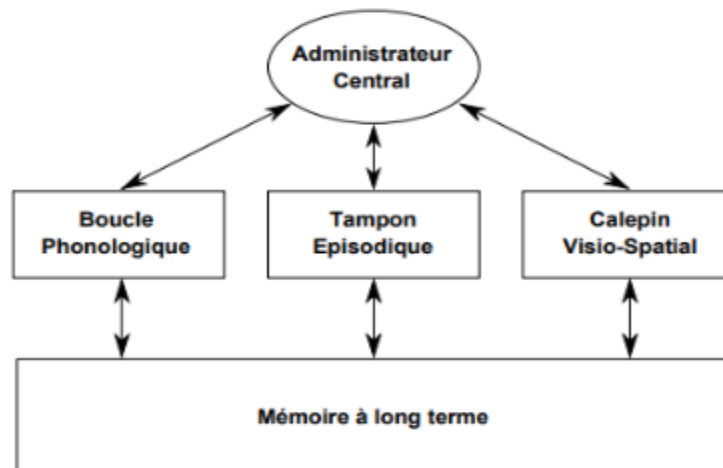
This research paper will investigate the effectiveness of working memory in adolescents aged 14 to 15, with a sample size of 90 participants. This study uses Baddeley's model of working memory, which comprises four elements. Of the four existing elements, only three were selected for testing: the central executive, the visuospatial sketchpad and the phonological loop. The tests that were used were the Stroop test, the Corsi test and the Digit Span test. After being tested via a website, the studied group was then compared to age groups previously tested by other studies. The studied group was ranked amongst these groups according to its performance on each test. The groups to which the tested group was compared to were children aged 5 to 12, adults aged 18 to 60 and a control group of adolescents. It was hypothesized that the tested group would perform better than the group of children on all tests, while doing worse than adults on the Stroop and Corsi tests and matching the adults on the Digit Span test. However, the aforementioned expectations were only partially met. The studied group performed better than the adult group and adolescent control group on the Stroop test, worse than all other groups on the Corsi test, and worse than the adult group and adolescent control group on the Digit Span test. Nevertheless, this data could be attributed to the many errors that occurred during the testing phase of the research.

Key words: #Working Memory, #Corsi test, #Stroop test, #Digit Span test, #Teenagers

# 1. Introduction

## 1.1. Le contexte général et la problématique

De manière quasi permanente, la mémoire occupe un rôle important au sein de la vie d'un individu. Il y a bien sûr les souvenirs et les connaissances, grossièrement appelés la mémoire à long terme, mais bien avant, le cerveau fait face à toutes sortes de stimuli qu'il doit traiter continuellement. C'est ce qu'on appelle la mémoire de travail. Elle permet à l'Homme d'acquérir de nouvelles compétences et de réinvestir celle-ci dans certains contextes, elle est donc essentielle à l'être humain (19). Au courant de l'histoire, plusieurs personnes se sont penchées sur ce concept, mais ce n'est qu'en 2000 qu'un homme, Alan Baddeley, un psychologue anglais diplômé de Cambridge et enseignant à l'université de York, élabore un modèle spécifique à la mémoire de travail (4,20) comme le montre la figure 1.



**Figure 1** : Le modèle de Baddeley élaboré en 2000 (4,20).

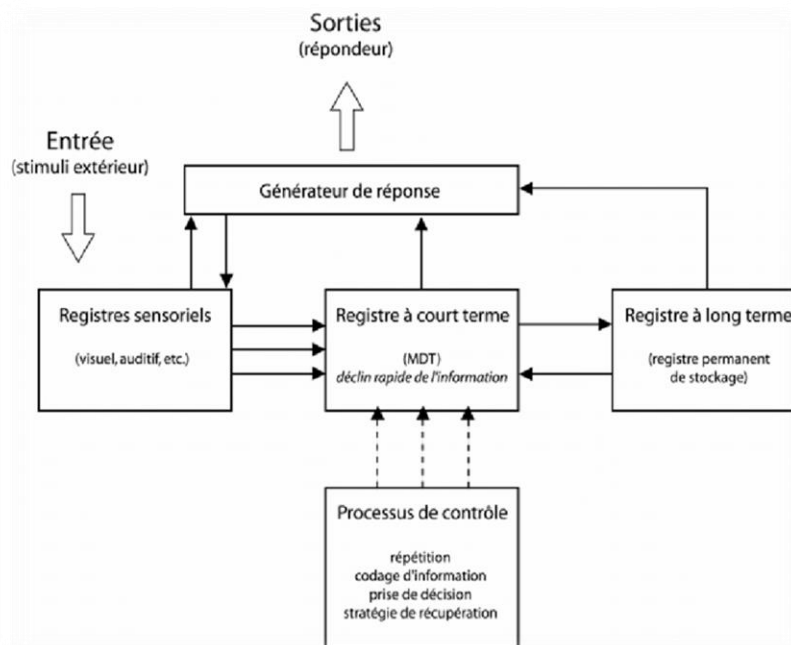
La boucle phonologique traite toutes les informations auditives (16,20). Le tampon épisodique permet la récupération et la manipulation d'informations provenant de la mémoire à long terme(16,20). Le calepin visuo-spatial permet le traitement de tout ce qui est visible par l'individu (16,20). L'administrateur central gère l'attention et la subdivise entre les trois autres composantes, aussi appelé des systèmes esclaves puisqu'ils sont sous la gouverne de l'administrateur central. Une description plus complète du modèle de Baddeley sera faite plus loin dans ce document (voir la section 1.2.2.1 La mémoire de travail).

Suite aux recherches effectuées, il a été possible de voir que la mémoire de travail fluctue avec le temps (20). Du développement de l'enfant jusqu'à l'âge d'or, la mémoire ne possède pas les mêmes capacités au courant de la vie d'une personne (20). De surcroît, les différents systèmes exposés ci-dessus n'ont pas la même vitesse de développement (20). Ainsi, la question de cette recherche est donc la suivante: comment est-ce que la mémoire des adolescents de 14-15 ans se classe parmi les enfants (5 à 12 ans) et la population active (18 à 60 ans)? Au courant de cette étude, il y aura une tentative de réponse à cette interrogation.

## 1.2. Les connaissances préalables

### 1.2.1. L'histoire

Au 17<sup>e</sup> siècle, pour la première fois, le concept de mémoire a été abordé. John Locke, le pionnier de la mémoire, a voulu discerner l'enveloppe corporelle humaine de l'esprit la contrôlant (7). Il croyait au pronom « Je » sous la condition de la mémoire et de l'identité consciente (7). En 1890, ce fut le tour de William James d'effectuer quelques recherches, il en est sorti avec la théorie de la mémoire primaire et secondaire(12). La mémoire primaire serait une quantité modeste d'informations emmagasinées, une mémoire de quelques secondes à peine (12). Celle-ci regrouperait selon lui tout ce que nous voyons et entendons et qui n'est plus important par la suite, un oiseau aperçu dans le ciel par exemple (12). La mémoire secondaire serait en fait tout le reste (l'expérience de vie, les connaissances, etc.) (12). Quelques années plus tard, en 1958, des scientifiques ont découvert que la répétition permet d'éviter les oublis et la disparition de connaissances (20). Une décennie plus tard, Richard C. Atkinson, professeur américain en psychologie et science cognitive à l'université de Californie et son homologue Richard Shiffrin à l'université Yale et Stanford ont élaboré le modèle Atkinson et Shiffrin (20) (voir figure 2).





**Figure 2** : Le modèle Atkinson et Shiffrin élaboré en 1968 (5).

Ce modèle comporte trois systèmes: le registre sensoriel, le registre à court terme et le registre à long terme (20). Le premier comporte tous les récepteurs sensoriels, les yeux par exemple (20). Les informations de ce système s'effacent très rapidement (20). Le deuxième, l'information subit un traitement plus exhaustif, la capacité de stockage n'est que d'une trentaine de secondes, à moins qu'un processus de contrôle ne soit mis en place, un exercice de répétition par exemple (20). Le troisième n'est atteignable qu'avec un processus de contrôle. Ce savoir peut demeurer toute une vie. Cependant, ce modèle a subi des critiques (20). D'abord, aucune expérience n'a été menée pour arriver avec cette théorie, de plus, ce modèle ne permettait pas d'expliquer que certains possédaient une excellente mémoire à long terme tout en ayant une mémoire à court terme défaillante, les gens atteints d'alzheimer par exemple (20). Il aura fallu attendre 1974 pour voir naître le concept de la mémoire de travail (4,20). Ce terme a été défini par Alan Baddeley, un psychologue anglais diplômé de Cambridge et enseignant à l'université de York, et Graham Hitch, aussi enseignant à ce même établissement. La mémoire de travail serait « un système de maintien temporaire et de manipulation de l'information, nécessaire pour réaliser des activités cognitives complexes, telles que la compréhension, l'apprentissage, le raisonnement. (20) » En 1986, Baddeley met au point un modèle représentant la mémoire de travail, seulement, celui-ci a également dû essuyer des critiques (4,20). En 2000, son créateur le modifie pour le modèle présenté ci-haut (voir la figure 1).

## **1.2.2. Les différents types de mémoire**

### **1.2.2.1. La mémoire de travail**

Un des types de mémoire est la mémoire de travail. Celle-ci est le sujet de cette recherche. L'ensemble des informations accessibles permettant d'effectuer une tâche y sont stockées temporairement et la mémoire de travail met à disposition les mécanismes pour y arriver, il y a donc un traitement de l'information (20). C'est ce qu'on appelle un « memory span », il est possible d'avoir le souvenir de quelque chose en particulier et, en plus, l'ordre approprié (4). Ainsi, un dysfonctionnement de la mémoire de travail viendrait créer un trouble cognitif qui pourrait apporter une désadaptation professionnelle et sociale (15).

Comme vu précédemment, le modèle de Baddeley se subdivise en différentes composantes (4,20). Bien que celles-ci possèdent toutes une fonction précise, elles apportent toutes leurs contributions pour arriver au même but, autrement dit, « toutes les mémoires vont communiquer ensemble (4,26). » Même en ayant cette collaboration, la mémoire de travail possède une capacité de stockage limitée d'une vingtaine à une trentaine de secondes en moyenne (20). Il en est ainsi pour forcer l'organisation mentale afin de prioriser certaines informations sur d'autres (20). L'analyse et les manipulations mentales sont possibles: les calculs mentaux par exemple (20).

### 1.2.2.1.1. La boucle phonétique du modèle de Baddeley

Une des composantes du modèle de Baddeley se nomme la boucle phonologique (4,15,16,20), c'est la composante qui a été la plus étudiée chez la mémoire de travail. Celle-ci traite les informations auditives issues de la mémoire sensorielle échoïque (en provenance du système auditif) (20). Il est donc possible de faire l'apprentissage d'une langue, qu'elle soit maternelle ou non (20). La boucle phonologique comporte deux sous-composantes (4,15,20):

- 1) Le système de stockage immédiat: l'information est conservée seulement quelques secondes, à moins que la deuxième sous-composante intervienne.
- 2) Le système de répétition articulatoire: celle-ci permet le maintien et l'enregistrement de l'information accessible. Il est possible de prolonger la rétention de cette information en répétant les mots mentalement (c'est une boucle de répétition subvocale).

La boucle phonologique facilite l'acquisition de grammaire, de vocabulaire et donc de lecture (20). En la testant, il est, par exemple, possible de diagnostiquer une dyslexie chez un individu (20). Il y a trois effets à prendre en compte lorsque vient le moment de tester la boucle phonologique: l'effet de similarité phonétique, l'effet de la longueur de mot et l'effet de sons parasites (4). L'effet de similarité phonétique implique que lorsque des mots se ressemblent phonétiquement, il est plus difficile de s'en souvenir dans le bon ordre (4). Par exemple, il est plus facile de se souvenir des mots du groupe 1 que ceux du groupe 2 comme le montre le tableau 1.

**Tableau 1 :** Deux groupes de mots monosyllabiques permettant de prouver l'existence de l'effet de similarité phonétique.

Groupe 1	Groupe 2
Loup, pied, four, pain, verre	Grand, gens, temps, lent, vent

Le deuxième est l'effet de la longueur des mots (4). Lorsque les mots sont plus longs, il est aussi plus difficile de s'en souvenir dans l'ordre donné (4). Les mots monosyllabiques sont plus faciles à retenir que les mots ayant cinq syllabes (4). Par exemple, il est plus facile de se souvenir des mots du groupe 1 que ceux du groupe 2 présenté dans le tableau 2.

**Tableau 2 :** Deux groupes de mots permettant de prouver l'existence de l'effet de la longueur des mots.

Groupe 1	Groupe 2
----------	----------

Champ, pluie, pot, fleur, trop	Opportunité, normalisation, impropriété, inexactitude, réassortiment
--------------------------------	--

Le troisième est l'effet des sons parasites (4). Plusieurs études ont été menées à ce sujet (4). Des participants ont été exposés à un discours enregistré dans une langue étrangère pendant qu'ils devaient se souvenir d'éléments (4). Étant dans une langue inconnue pour les participants, le discours n'avait aucune signification pour ceux-ci (4). La même chose a été faite, cependant avec des sons dits sans motifs, comme le son de l'eau qui coule. Les participants ont eu des performances moindres lorsqu'ils étaient exposés à un discours, par contre, les performances n'ont pas été atteintes lorsqu'il s'agissait d'un son sans motif (4). Il est possible de faire l'analogie avec la musique (4). Une musique instrumentale n'altère pas les performances, mais lorsqu'il y a des mots, c'est tout le contraire (4).

#### **1.2.2.1.2. Le calepin visuo-spatial du modèle de Baddeley**

Une autre composante du modèle de Baddeley est le calepin visuo-spatial (4,15,16,20). Celui-ci permet le stockage et la manipulation d'informations provenant du système iconique (le système oculaire) (20). Donc, il est possible de saisir les mouvements dans l'espace et de manipuler des images mentales (4,15,16,20). Le calepin visuo-spatial possède un système de mémorisation visuelle composé de deux sous-composantes indépendantes l'une de l'autre (4,20):

- 1) Le cache visuel: il permet le traitement des informations visuelles, par exemple la couleur et la forme des objets. Il y a donc une activité de perception visuelle.
- 2) Le scribe interne: il permet le traitement des mouvements, par exemple une foule avançant vers un individu. Ainsi, il y a donc un processus de rafraîchissement constant afin d'actualiser la situation en temps réel.

#### **1.2.2.1.3. Le tampon épisodique du modèle de Baddeley**

Il y a également le tampon épisodique, aussi appelé le « buffer épisodique » (4,15,16,20). Ayant été ajouté au modèle de Baddeley en 2000, c'est un élément récent dans les recherches sur la mémoire de travail. C'est un système de stockage dans le temps temporaire qui combine les informations des deux autres systèmes esclaves et les informations de la mémoire à long terme (4,15,16,20). Sa capacité de stockage est plus importante que ses deux homologues (4,15,16,20). Il en est ainsi pour assurer le lien avec la mémoire à long terme et la mémoire de travail (4,15,16,20). Le tampon épisodique permet la récupération et la manipulation consciente d'informations (4,15,16,20). Afin de mieux illustrer l'importance et le rôle du tampon épisodique, voici l'exemple suivant (4): lorsque l'on suggère une image à une personne, la boucle phonologique et le calepin visuo-spatial sont nécessaires, cependant le tampon épisodique est essentiel. En effet, pour imaginer cette image, le sujet fait plutôt appel à ses connaissances préalables sur le sujet en provenance de la mémoire à long terme. C'est le tampon épisodique qui est venu récolter les informations de la mémoire à long terme.

#### 1.2.2.1.4. L'administrateur central du modèle de Baddeley

Finalement, la dernière composante à aborder est l'administrateur central (4,15,16,20). Celle-ci contrôle l'ensemble des autres systèmes mentionnés plus tôt en gérant la distribution de l'attention entre eux (4,15,16,20). C'est donc très important pour l'exécution d'une tâche complexe (4,15,16,20). L'administrateur central permet aussi le maintien des connaissances dans la mémoire à court terme (4,15,16,20). Tout comme le calepin visuo-spatial et la boucle phonologique, l'administrateur central se subdivise en deux sous-composantes collaborant toutes les deux (4):

- 1) Le système de résolution de conflit automatique (4): c'est un système se basant sur les habitudes de l'individu avec une attention exécutive limitée, de ce fait, ce même individu demeure fonctionnel avec peu de ressources attentionnelles investies (4). Par exemple, il peut arriver que lorsqu'une personne conduit une voiture, elle ne se souvienne pas du trajet. Pourtant la conduite automobile est une tâche complexe, il faut respecter le Code de la route et prévoir le comportement des autres en même temps (4). Dans cet exemple, le système de résolution de conflit automatique entre en ligne de compte. Un conducteur vétérinaire est grandement habitué aux situations qu'il rencontre dans les rues, alors peu d'attention est nécessaire (4). C'est un exemple de semi-contrôle automatique, un système de résolution de conflits s'est activé (4).
- 2) Le système de supervision attentionnel (4): lorsque la première sous-composante est insuffisante pour gérer une tâche, par exemple un obstacle soudain sur la route qui nécessite une embardée, le système de supervision attentionnel se déclenche (4). Une recherche de solutions est faite et une décision peut ensuite être prise, selon les avantages, les désavantages et la faisabilité de chacune des options relevées (4). Seulement, ce n'est pas infallible, des accidents de la route facilement évitables, pour poursuivre dans le même exemple, surviennent toujours régulièrement (4).

L'administrateur central possède aussi plusieurs fonctions variées afin de mener les tâches à bien (4,20):

1. Fonction de double tâche (20): cette fonction permet la coordination d'informations provenant de plusieurs systèmes esclaves en même temps en divisant l'attention entre eux (20). Si la tâche à effectuer est simple, aucune erreur n'est produite (20), par exemple discuter en même temps d'éviter des obstacles en marchant. En revanche, si une autre tâche demande un effort attentionnel plus soutenu, par exemple jouer du piano, des erreurs peuvent survenir (20).
2. La fonction de la rupture des automatismes (20): aucune attention n'est investie sur des gestes automatiques, par exemple un réflexe (20). Ceci est fait afin de distribuer l'attention vers une tâche jugée prioritaire (20).
3. La fonction d'inhibition: En même temps d'investir de l'attention, l'administrateur central peut inhiber les distractions pour tenter d'assurer une meilleure performance (20).

4. La fonction d'activation d'informations en mémoire à long terme (20): il est possible d'aller fouiller dans la mémoire à long terme (20). C'est ce qu'on appelle un processus de récupération contrôlée. C'est une fonction très utilisée dans les tâches nécessitant un dialogue (20).
5. La fonction du contrôle des tâches (20): cette fonction permet le contrôle de l'intention d'agir, de la planification, de l'action, de l'objectif et de l'efficacité de l'action, par exemple la force utilisée pour exécuter une tâche (20). Cette fonction occupe un rôle prédominant dans l'apprentissage avec un contrôle attentionnel, par exemple à l'école (20).
6. La fonction de mise à jour (20): Cette fonction sert à actualiser les connaissances d'un individu (20). Lorsque des informations sont devenues obsolètes, par exemple: la Yougoslavie est un pays, un remplacement est fait par des nouvelles, par exemple: la Yougoslavie était un pays jusqu'en 1990(14,20). C'est une manipulation active des connaissances (20). Ainsi, cette fonction occupe un rôle dans les calculs mentaux, la planification et l'adaptation (20).

#### **1.2.2.2. La mémoire à long terme**

La mémoire à long terme se divise en deux composantes principales: la mémoire déclarative et la mémoire non déclarative (13,18,20). La première, aussi appelée la mémoire explicite, s'occupe de la rétention et de la récupération d'informations pouvant être verbalisées, par exemple du vocabulaire appris par l'individu (13,18,20). La mémoire déclarative se subdivise en deux sous-composantes:

- 1) La mémoire épisodique (13,18,20): celle-ci permet à une personne de se souvenir d'événements dans le temps et de faire la suite chronologique de ceux-ci (13,18,20). Étant tous des événements ayant été vécus par l'individu, cette mémoire peut être qualifiée d'autobiographique (13,18,20).
- 2) La mémoire sémantique (13,18,20): cette mémoire comporte l'ensemble des connaissances sur le monde et elle permet le traitement de liens entre divers éléments (13,18,20). C'est tout ce qui comporte la rétention de faits et de concepts théoriques, des règles par exemple (13,18,20).

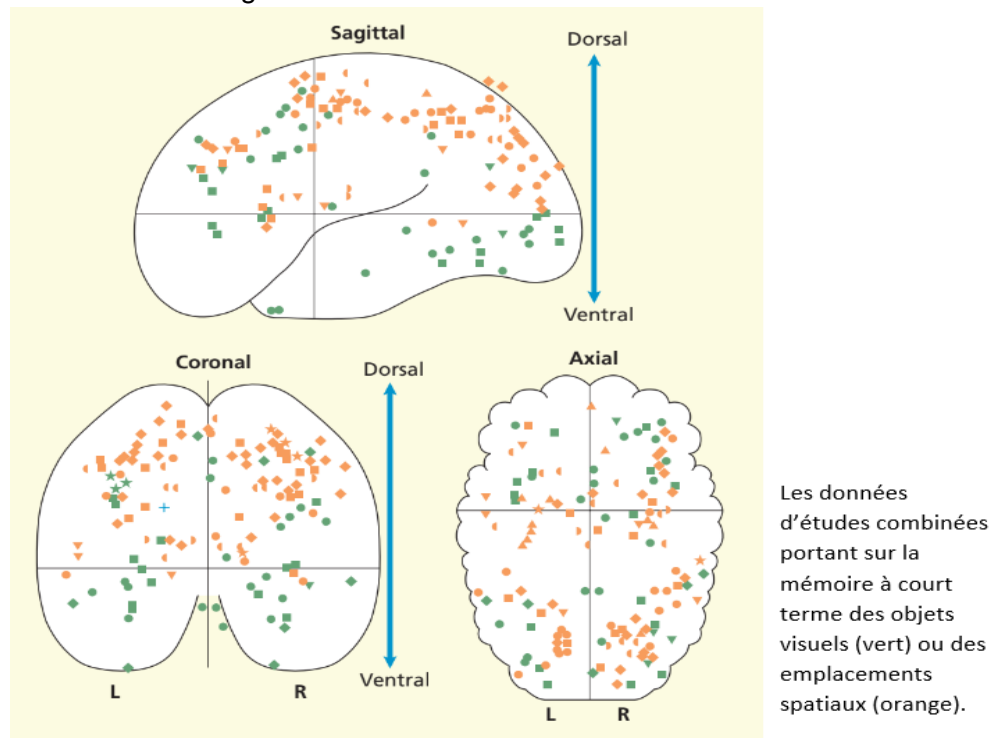
La deuxième composante de la mémoire à long terme est la mémoire non déclarative, aussi appelée la mémoire implicite. Celle-ci fait directement le lien vers la mémoire procédurale (13,18,20). La mémoire procédurale permet de faire une tâche sans y accorder d'attention, par exemple le fait de manger, marcher ou bien parler sa langue maternelle (13,18,20). Il n'y a pas que des connaissances implicites dans la mémoire procédurale, mais toutes les connaissances implicites sont dans la mémoire procédurale (13,18,20). Les deux composantes interagissent continuellement entre elles; elles sont complémentaires.

Afin de réactiver des connaissances à l'intérieur de la mémoire à long terme, il est possible de laisser ce qu'on appelle des indices de rappel, plus il y en a, plus il est facile de récupérer un souvenir précis (20). Ces indices proviennent d'un exercice de mémorisation qui a déjà été fait plus tôt (20). Il est aussi possible d'intégrer de l'information à sa mémoire à long terme en s'instruisant soi-même par subvocalisation (20).

### 1.2.3. L'anatomie de la mémoire de travail

Pour ce qui est de l'anatomie de la mémoire de travail, suite à plusieurs études, il a été possible de déterminer que des dommages au lobe frontal occasionnent des problèmes de contrôle de l'attention (4). Il est donc possible d'associer, par déduction, que l'administrateur central et ses deux sous-sections comme faisant partie du lobe frontal. C'est un fait largement admis et répandu parmi la communauté neuroscientifique (4).

Plusieurs études ont tenté d'élucider le mystère autour de la localisation de la mémoire de travail dans le cerveau (4). La méthode utilisée pour détecter les différentes régions était la tomographie par émission de positons, couramment appelée TEP (4). Pour surveiller l'activité dans le cerveau d'un sujet, les chercheurs introduisent une substance radioactive dans le système circulatoire (4). Cette méthode a particulièrement été utilisée dans une étude menée par Frackowiak, Paulesu et Frith en 1993. Lors des tests, les lobes temporaux et pariétaux de l'hémisphère gauche étaient particulièrement actifs, ceux-ci sont responsables du stockage phonologique (4). Pour ce qui est de la production de la parole et aussi la parole subvocale, il est plutôt question de l'aire de Broca, dans le cortex préfrontal (4). Suite à ces études, il a aussi été prouvé que la mémoire visuelle déclenche l'activation de certaines zones dans l'hémisphère droit du cerveau (4). Il y a une distinction à faire entre la mémoire spatiale et la mémoire des objets. La première sollicite plutôt la région dorsale du cerveau, tandis que la deuxième va plutôt sur la région ventrale (4). Il est possible de le voir dans la figure 3.



**Figure 3 :** Les zones du cerveau stimulées lors de l'étude de Frackowiak, Paulesu et Frith en 1993 (4).

#### **1.2.4. La mémoire chez les enfants**

Les tests de mémoire de travail chez les enfants sont souvent utilisés pour vérifier leur développement (20). Avec l'âge, la capacité de stockage des différentes composantes augmente en quantité et en qualité. Avant 6 ans, l'amélioration n'est que quantitative, c'est lorsque l'enfant fait son entrée à l'école qu'il y en a une (20). Cela s'explique par la mise en place de techniques de mémorisation et de regroupement afin de fragmenter la tâche pour la mémoire (20). La mémoire de travail s'améliore aussi par le fait que la mémoire à long terme devient de plus en plus facilement accessible (20). Pour la boucle phonologique, un enfant de 2 ans devrait être capable de se souvenir de 2 éléments, à 5 ans: 4 éléments, à 7 ans: 5 éléments, à 9 ans: 6 éléments (20). C'est à partir de l'âge de 12 ans que l'individu atteint un niveau de performance adulte, soit 7 à 8 éléments selon la personne (20). Pour le calepin visuo-spatial, les performances sont en constante augmentation entre 5 et 12 ans (20). Cela s'explique par le recodage phonologique, c'est un processus qui permet d'améliorer ses performances de mémoire de travail (20). Des représentations mentales d'un mot sont faites lors d'une discussion et ces représentations mentales peuvent être modifiables selon les nouvelles informations que la personne reçoit (20). Grâce à cette image, l'information demeure plus longtemps en mémoire (20). En revanche, ce processus n'est pas mis en place avant l'âge de 7 ans (20). L'augmentation des performances n'est pas seulement attribuable au recodage phonologique, mais aussi grâce à l'évolution des connaissances, à des processus stratégiques, à la vitesse de traitement en augmentation et à la capacité attentionnelle en constante amélioration (20). Concernant l'administrateur central, il se développe très tôt chez l'enfant, mais son développement continu même après l'adolescence (20). Cela s'explique par la maturation du cortex préfrontal qui améliore de manière générale la mémoire de travail et aussi, encore une fois, par de nouvelles techniques de mémorisation (20). Aussi, la vitesse de traitement augmente et les ressources attentionnelles aussi parce qu'il y a une automatisation des tâches (20). L'enfant apprend de plus en plus, il y a certaines tâches qui deviennent tellement faciles, que l'enfant n'y accorde plus ou presque plus d'attention (20). Cela permet de réinvestir l'attention ailleurs, et donc de favoriser le stockage (20). Avec le développement de toutes les composantes, l'enfant sera en mesure de faire face à des tâches de plus en plus complexes avec le temps (20).

#### **1.2.5. La mémoire chez les personnes âgées**

Chez les personnes âgées, l'administrateur central est la composante la plus touchée par le vieillissement, il y a des pertes de ressources et la fonction d'inhibition est la première chose affectée par l'âge (24). De ce fait, les trois systèmes esclaves sont également touchés puisqu'ils ne bénéficient plus autant de l'attention provenant de l'administrateur central (24). Plusieurs théories ont été élaborées afin d'expliquer ce déclin, l'une d'elles mentionne que le cerveau serait modifié anatomiquement par l'âge, surtout le cortex frontal, donc la mémoire de travail le serait aussi (24). Une autre théorie se penche sur la vitesse de traitement de l'information. La matière grise en diminution dans le cerveau diminuerait du même coup la vitesse de traitement (24). Par contre, cela n'explique pas le déclin de la plupart des fonctions exécutives (24). Une autre théorie mentionne que ces pertes seraient dues à une déchéance des mécanismes d'inhibition (24). Normalement, l'être humain peut ignorer certaines informations jugées inutiles pour pouvoir faire

un investissement plus copieux sur une tâche prioritaire (24). C'est la même chose pour les informations qui étaient pertinentes, mais qui ne le sont plus parce que la tâche est terminée, elles sont mises de côté (24). Avec la vieillesse, il est plus difficile de le faire, il est plus difficile de limiter l'information et il y a rapidement un encombrement de connaissances plus ou moins pertinentes (24). De ce fait, l'attention et l'efficacité d'un individu sont amoindries. L'activité du quotidien s'en trouve altérée (24).

### **1.2.6. Différents tests existants**

Afin de tester la mémoire de travail, il faut passer par des tests d'empan multimodaux (des tests verbaux et non verbaux) (6,20). En passant par cette méthode utilisée en neuroscience, il est possible de mesurer la capacité du cerveau à emmagasiner de l'information provenant de différents sens (le goût, le toucher, etc.) (6,20). Ces tests permettent entre autres l'évaluation de la mémoire de travail et de l'attention. Ainsi, il est possible de voir si le sujet est hypoperformant ou hyperperformant par rapport à la population à laquelle il appartient (6,20). Ces tests d'empan multimodaux permettent aussi l'évaluation de l'effet de dommages cérébraux ou de troubles neurologiques et neurocognitifs et ainsi assurer un suivi sur les capacités cognitives dans le temps chez une personne (6,20). Plusieurs tests pour les différentes composantes sont décrits ci-dessous, ce n'est qu'un échantillon, il en existe plusieurs autres:

Pour l'évaluation de la boucle phonologique voici des exemples de tests:

1. Le test de la répétition de chiffres en ordre direct (20): C'est le test le plus utilisé pour l'évaluation de la mémoire verbale à court terme (20). Des chiffres sont montrés au sujet et il doit mémoriser la séquence de chiffre devenant de plus en plus longue au fur et à mesure du test (20). Lorsqu'il y a une erreur, le test s'arrête et le nombre d'éléments que la boucle phonologique du sujet peut retenir est déterminé (20).
2. Le test de l'empan de mots en ordre direct (20): Des mots, généralement monosyllabiques, sont présentés au sujet (20). Le nombre de mots augmente à mesure que le test avance et le sujet doit énumérer la suite dans le bon ordre (20).

Pour l'évaluation du calepin visuo-spatial voici un exemple de test :

1. Le test des « patterns » visuels (20): Le sujet se voit présenter pendant quelques secondes une grille avec la moitié des cases en noir et l'autre moitié laissée en blanc (20). Au fur et à mesure du test, la grosseur de la grille augmente (20). Après les quelques secondes allouées, la grille disparaît, mais elle revient après un autre délai de quelques secondes avec une case manquante que le sujet doit identifier (20). C'est une manière d'administrer ce test, mais d'autres méthodes existent, au lieu d'être représenté avec une case manquante, le sujet doit noircir toutes les cases qui l'étaient sur le modèle de grille apparue préalablement (20). L'empan visuo-spatial est déterminé par la grille la plus complexe mémorisée parfaitement (20).

Pour l'évaluation de l'administrateur central voici des exemples de tests :



1. Le test de l'empan de dénombrement (20): Une surface avec un nombre prédéterminé de carrés rouges et de carrés bleus est présentée au sujet (20). Celui-ci doit compter le nombre de carrés de chaque couleur et retenir les nombres obtenus (20). Ce test ne peut cependant qu'être administré aux enfants puisqu'il est jugé trop facile pour la mémoire d'une population adulte (20).
2. La tâche de Hayling (20): Le sujet doit terminer les phrases qui lui sont montrées avec des mots semblant plausibles (20). Ensuite, il doit terminer d'autres phrases, mais cette fois-ci avec des mots qui ne semblent pas faire de sens avec le reste de la phrase (20). Ce test, créé par Alan Baddeley lui-même, vient faire appel à la fonction de double tâche de l'administrateur central (20).

Les tests qui seront utilisés dans cette recherche sont décrits dans la section 1.3.

### 1.3. Les hypothèses et la démarche expérimentale

Pour effectuer l'expérience, il faudra faire passer trois tests sur l'ensemble de trois groupes de secondaire 3 (l'âge est en moyenne de 14 à 15 ans). Les tests seront tous regroupés sur un site web accessible par le biais d'un appareil électronique ayant accès à internet. Chaque étudiant aura son propre appareil. Les trois tests sont les suivants:

1. Le test de Corsi (20): Cette tâche teste les capacités visuospatiales des sujets (20). Le sujet se voit présenté sur un écran neuf cubes de couleurs (20). Le test possède plusieurs rondes. À chaque ronde, des cubes changent de couleur les uns après les autres (20). Dans la première ronde, seulement deux cubes s'allument l'un après l'autre (20). Le sujet doit ensuite sélectionner les mêmes cubes dans le même ordre. À chaque ronde, le nombre de cubes augmente d'un élément (20). Après deux séquences erronées consécutives, le test s'arrête et le nombre d'éléments maximum du calepin visuo-spatial est enregistré (20). Le test de Corsi est très utilisé en neurologie, en neuropsychologie et en recherche sur le développement (20).
2. Le test de Stroop (20): Le test stimule la capacité du facteur d'inhibition de l'administrateur central de la mémoire de travail (20). Cette tâche consiste à faire face à plusieurs stimuli comme un mot, à la fois, de couleur (ex: vert) écrits de couleurs différentes (ex: **vert**) (20). Les sujets ont une seconde pour traiter l'information avant de devoir nommer la couleur du mot (ex: bleu) (20). C'est grâce à l'attention sélective que les sujets peuvent retenir l'information nécessaire (ex: la couleur bleue), la fonction d'inhibition, et donc omettre ce qui ne l'est pas (ex: le mot vert) (20). Après cinquante questions, le test s'arrête et les résultats sont compilés (20). Selon Jean Villemagne, un neuropsychologue, « c'est un excellent test qui est connu depuis très longtemps pour tout ce qui du contrôle de l'inhibition. C'est la capacité à se réguler pour inhiber un message. Il y a des conditions où il y a la double-inhibition, il y a certains items qui ne servent à rien de transformer (26). » Même si c'est un test en apparence simple, celui-ci permet « de voir la capacité que la personne a de traiter

beaucoup d'informations en même temps. C'est très confondant [le test] parce que l'automatisation de la lecture est très forte chez l'humain (26). »

3. Le test du « Digit Span » (11): Cette tâche vient tester la boucle phonologique de la mémoire de travail des individus (11). Les examinateurs devront préparer une suite de chiffres. Ces suites vont varier de deux à neuf chiffres (11). Les examinateurs devront montrer les suites de chiffres qui vont augmenter en longueur au fur et à mesure du test (11). Les éléments des suites de chiffres sont montrés un par un. Les sujets devront reproduire les séquences. Le test s'arrête après que la totalité des suites de chiffres ait été énoncée. Si le sujet se trompe, la suite recommence, s'il y a une deuxième erreur consécutive, le test s'arrête. Ce test sera utilisé pour cette recherche.

Après la passation de ces tests, il sera possible de compiler les résultats afin d'obtenir des tableaux et des graphiques. Avec ceux-ci, l'efficacité de chacun des systèmes de la mémoire de travail sera évaluée individuellement (20). L'échantillon de population sera mis à l'épreuve avec les tests décrits précédemment et leur performance sera ensuite classée parmi les autres groupes d'âge. Par contre, en raison de l'absence de test, le tampon épisodique ne sera pas évalué (20).

Au test de Stroop, les enfants de moins de 12 ans ont en moyenne 38,9 % d'erreur, l'écart-type est de 18,7% (17). Pour la population des adultes, la moyenne est de 9,5% d'erreur, l'écart-type est de 11,9% (1). En théorie, l'administrateur central est complètement développé entre l'âge de 11 à 15 ans (22). Cela dépend de l'individu, les performances des adolescents devraient donc généralement être supérieures à celles des enfants. Il est aussi possible de déterminer que les enfants ont généralement une performance plus faible à ce test que les adultes (22). L'hypothèse de départ, pour le test de Stroop, est un taux de réussite pour la population testée de 75,80% avec un écart-type de 14,70%, (en faisant la moyenne théorique entre la population des enfants et des adultes), il y aurait donc une supériorité vis-à-vis de la population des enfants et une infériorité vis-à-vis des adultes.

Au test de Corsi, les adolescents de 14 à 15 ans ont pu mémoriser l'ordre d'apparition de 6,9 sur 9 cubes en moyenne, soit 76,67% de taux de réussite(8,9). Les adultes ont pu en mémoriser 7,1, soit 78,89%, tandis que les enfants en bas de 12 ans ont pu n'en mémoriser que 6,3, soit 70,00% (9). Les adolescents de 14 à 15 ans devraient alors se situer entre ces deux autres groupes d'âge pour ce qui est du calepin visuo-spatial (8). L'hypothèse de départ, pour le test de Corsi, est un taux de réussite pour la population testée de 76,67% ou bien de 6,9 éléments, soit supérieure à la population des enfants et inférieure à la population des adultes.

Au test du « Digit Span », les adolescents de 14 à 15 ans et les adultes ont mémorisé une moyenne d'environ 7 à 8 éléments sur 9, soit de 77,78% à 88,89% de taux de réussite (11,20). Ils auraient donc la même capacité sous la boucle phonologique (11,20). Quant à eux, les enfants de 5 à 12 ans ont obtenu des résultats entre 2 éléments pour les plus jeunes et moins de 7 pour les plus vieux (11,20). En fait, à partir de 12 ans, l'individu est considéré comme un adulte concernant les capacités de stockage phonologique, ce qui explique un résultat similaire aux

adultes pour les enfants plus vieux (20). L'hypothèse de départ, pour le test du « Digit Span », est un taux de réussite pour la population testée de 83,34% avec un écart-type de 5,56%, soit 7,5 éléments avec un écart-type de 0,5 élément, soit une supériorité en comparaison avec les enfants et des résultats s'approchant de ceux des adultes.



## **2. Matériel et méthode**

### **2.1. Ordre de présentation des étapes du protocole**

Le protocole se divise en huit sous-sections. La première abordera la procédure qui sera employée pour se présenter aux élèves et leur faire parvenir les informations relatives à l'expérience. Les trois sous-sections suivantes porteront sur les tests de mémoire utilisés et seront présentées dans l'ordre suivant: le test de Stroop, le test de Corsi et le test du « Digit Span ». Ces trois tests seront administrés à l'aide d'un site afin de collecter les résultats plus facilement. Chacune des sous-sections explicatives des tests sera entremêlée avec une description du fonctionnement du test sur le site et une explication des choix quant à l'apparence de la page. Une cinquième sous-section expliquera la procédure de collecte des résultats. Finalement, dans les sous-sections restantes, des photos des lieux de l'expérimentation seront affichées, la population étudiée sera décrite et les tests statistiques utilisés seront présentés.

### **2.2. Procédure de présentation des explications aux élèves**

Dans un premier temps, avant de débiter les tests, il faudra se présenter et expliquer le déroulement général de l'expérience.

Les élèves seront assis à leur place et l'enseignant aura déjà annoncé la tenue de l'expérience de manière à ce que ceux-ci ne soient pas surpris. Un des expérimentateurs présentera les autres en donnant leur nom et programme d'étude pour offrir un contexte à l'étude pour les élèves. Par la suite, un autre expérimentateur donnera des explications concernant le but de l'expérience et la passation des tests. Les élèves connaîtront alors les raisons pour lesquelles ils sont testés et auront une idée de ce qui les attend pendant la durée des tests.

Il sera important de leur faire comprendre que les résultats aux tests qu'ils passeront ne sont pas indicatifs de leur intelligence. Il sera également nécessaire de les rassurer quant à l'anonymat de leurs résultats pour qu'ils ne se mettent pas de pression pour exceller à chacun des tests. Sans quoi, leur anxiété pourrait avoir un effet mélioratif ou bien péjoratif sur leur performance au courant de l'expérience.

Ensuite, les deux autres expérimentateurs vont distribuer des morceaux de papier permettant aux élèves d'écrire leurs résultats. Sur ces morceaux de papier seront également présent des espaces servants à inscrire leur groupe, âge et sexe. Les élèves devront aussi y confirmer qu'ils sont ou ne sont pas daltoniens. À l'aide d'un diaporama (voir annexe) sur « PowerPoint », un des expérimentateurs montrera aux élèves comment remplir la feuille qui leur a été distribuée et s'assurera que tous les élèves peuvent différencier les couleurs utilisées au test de Stroop. Sur la même diapositive de ce diaporama, le même expérimentateur va ensuite guider les élèves

pour qu'ils accèdent au site des tests; un lien « github » dirigeant vers le site sera transmis aux élèves par l'intermédiaire de « classroom » et ceux-ci n'auront qu'à cliquer dessus.

a)

## Préparation

1. Remplir la fiche de résultats
  - Groupe
  - Âge
  - Sexe: (homme / femme)
  - Daltonisme: (oui / non)
  - Résultat: (\_\_, \_\_, \_\_)
2. Démarrer l'ordinateur
3. Accéder à Classroom
4. Cliquer sur le lien



b)

A form for recording test results. It has five fields with labels: 'Groupe :', 'Âge :', 'Sexe :', 'Daltonisme? (Oui / Non)', and 'Résultat : (\_\_, \_\_, \_\_)'. The form is on a light blue background.

**Figure 4 :** a) Diapositive de préparation aux tests (Stroop, Corsi et « Digit Span »)

b) Feuille de résultats aux tests (Stroop, Corsi et « Digit Span ») à remettre aux participants

Les explications des tests seront transmises au fur et à mesure, avant chaque test, au moyen de ce même diaporama.

Une fois sur le site, les élèves auront devant eux une page les accueillant et devront cliquer sur un bouton au bas de la page afin de passer à la page suivante.

← → ↺ ⌂ [razvangosman.github.io](https://razvangosman.github.io) 🔍 🌐 ⚙️ ☆ 🌟 📄 👤 ⋮

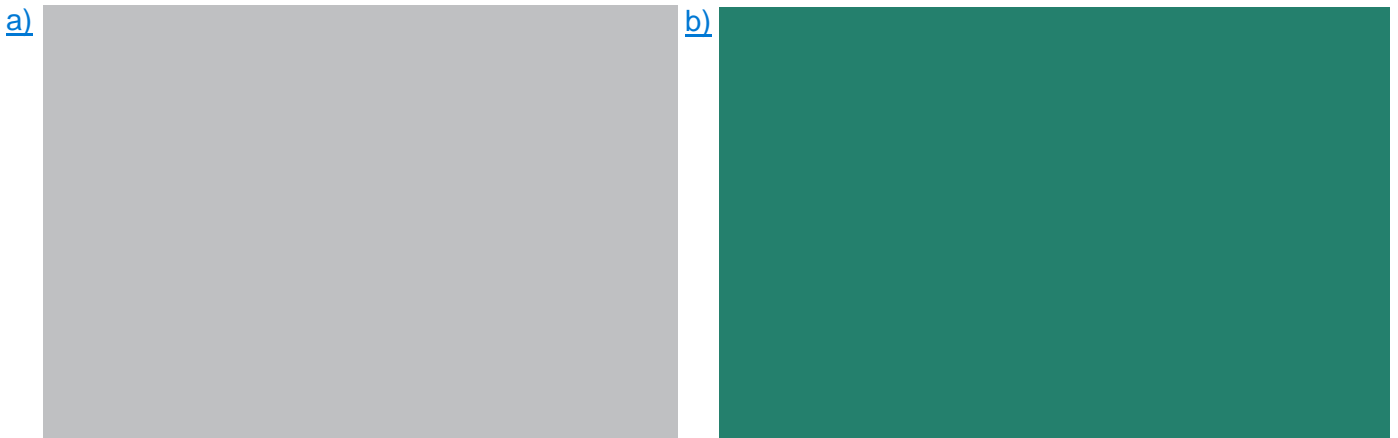
# Bienvenue

Voici trois tests destinés à mettre votre mémoire à l'épreuve...



**Figure 5 :** Page de bienvenue du site de passation des trois tests (Stroop, Corsi et « Digit Span ») où les élèves devront appuyer sur la flèche noire pour accéder aux tests.  
(<https://razvangosman.github.io/> )

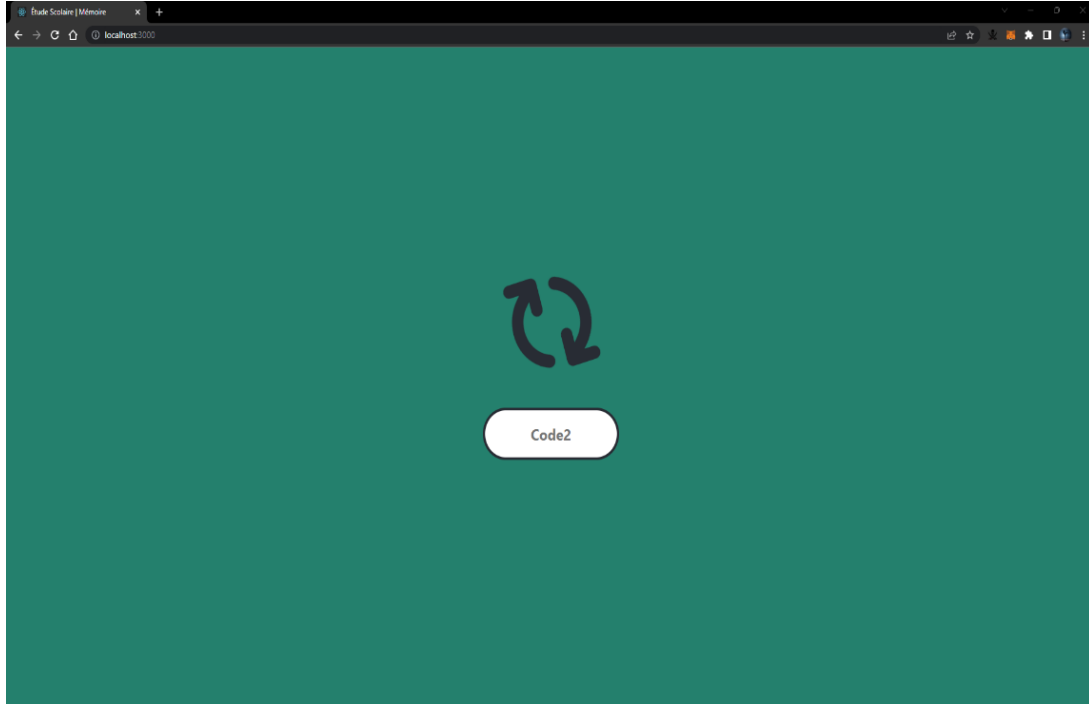
Les pages du site où les élèves devront attendre des instructions ou prendre une pause seront de couleur turquoise tandis que les pages où ils auront à agir seront de couleur grise. Le choix de la couleur turquoise lors des pauses a été fait pour permettre aux expérimentateurs de différencier rapidement les élèves qui ont terminé de ceux qui sont encore en cours de complétion d'un test. La couleur grise a été choisie pour les moments où les élèves doivent interagir avec le site, car le gris est une couleur peu distrayante. Les élèves pourraient perdre leur attention ou être éblouis si la couleur de l'arrière-plan de la page était plus vive.



**Figure 6 :** a) Couleur choisie pour le fond de la page du site de passation des trois tests (Stroop, Corsi et «Digit Span») où les élèves doivent interagir avec l'interface.  
(<https://razvangosman.github.io/> )

b) Couleur choisie pour le fond de la page du site de passation des trois tests (Stroop, Corsi et «Digit Span») où les participants doivent attendre avant de passer au test suivant. (<https://razvangosman.github.io/> )

Sur la page suivant la page d'accueil sera affichée une zone de texte où les élèves devront entrer un code qui leur sera donné par les expérimentateurs en temps et lieu. Cette fonctionnalité a été implémentée pour que tous les élèves de la classe soient synchronisés et ne commencent pas un nouveau test avant que tout le monde ait terminé. Cette page d'attente permettra également aux expérimentateurs de donner des explications concernant le prochain test à voix haute à l'aide du diaporama. Les élèves seront alors libres de poser leurs questions en cas de mécompréhension. Le code ayant été choisi est « muffin ». Ce dernier sera affiché sur le diaporama après que les explications aient été données.



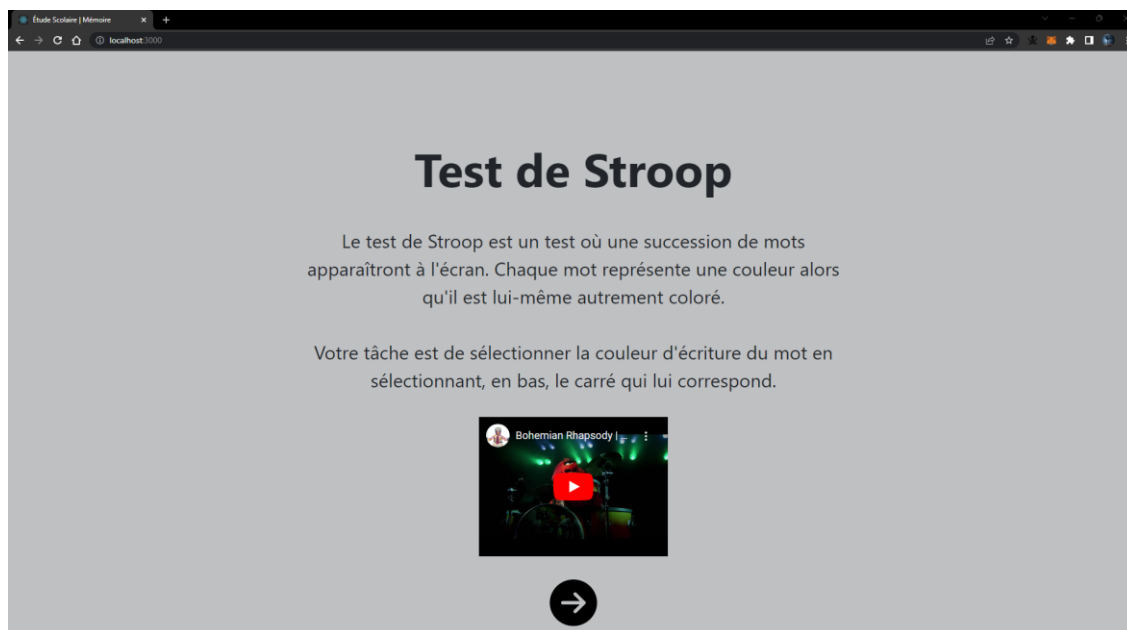
**Figure 7 :** Première page du site de passation des trois tests (Stroop, Corsi et « Digit Span ») où les élèves devront entrer un code d'accès. (<https://razvangosman.github.io/> )

Pendant les tests, deux des expérimentateurs (le troisième est celui qui donne les explications avec les diapositives) resteront en arrière de la classe afin de s'assurer que tous les élèves soient rendus à la même page du site. Ces expérimentateurs seront disponibles pour régler tout problème technique qui pourrait survenir. L'autre expérimentateur demeurera à l'avant de classe pour répondre à toute question posée par les élèves pendant les périodes de questions avant chaque test.

### 2.3. Procédure de passation du test de Stroop

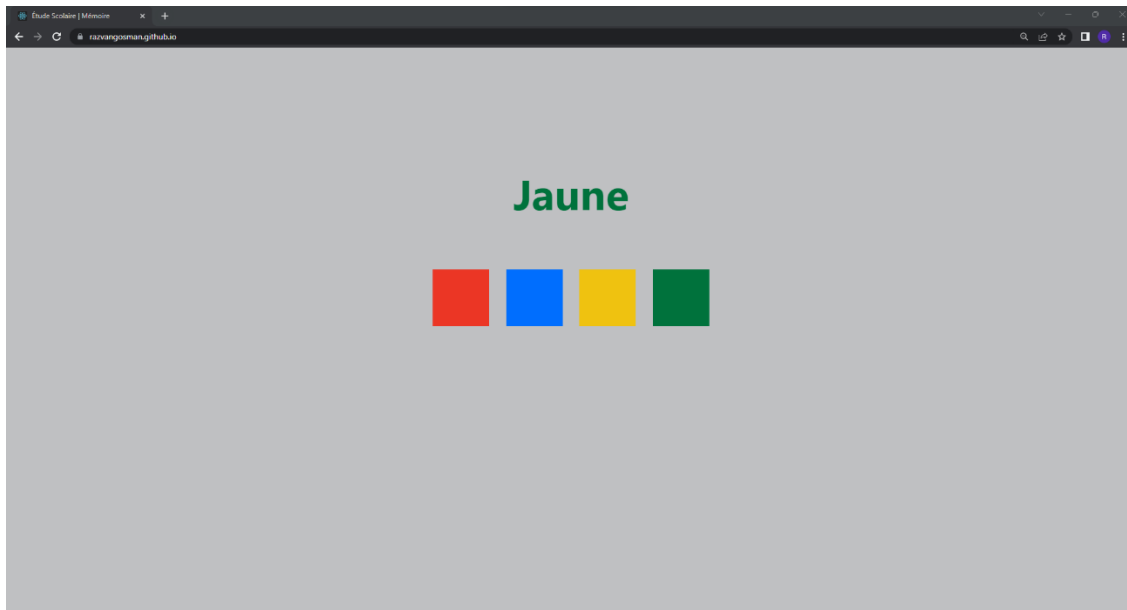
Le test de Stroop sera le premier test auquel les élèves seront confrontés. Avant d'avoir accès à la page du test, les élèves feront face à une page explicative du test. Sur cette page, les explications données à voix haute seront écrites et seront suivies d'un exemple vidéo du test. Ainsi, les élèves sauront à quoi s'attendre et ne seront pas surpris. Cette page a été ajoutée pour tenir compte des élèves qui n'auraient pas écouté ou compris les explications données à voix haute. Les élèves seront ensuite libres de commencer le test une fois après avoir lu et compris les explications en appuyant sur le bouton au bas de la page.





**Figure 8 :** Page explicative du test de Stroop sur le site de passation des trois tests (Stroop, Corsi et «Digit Span») (<https://razvangosman.github.io/> )

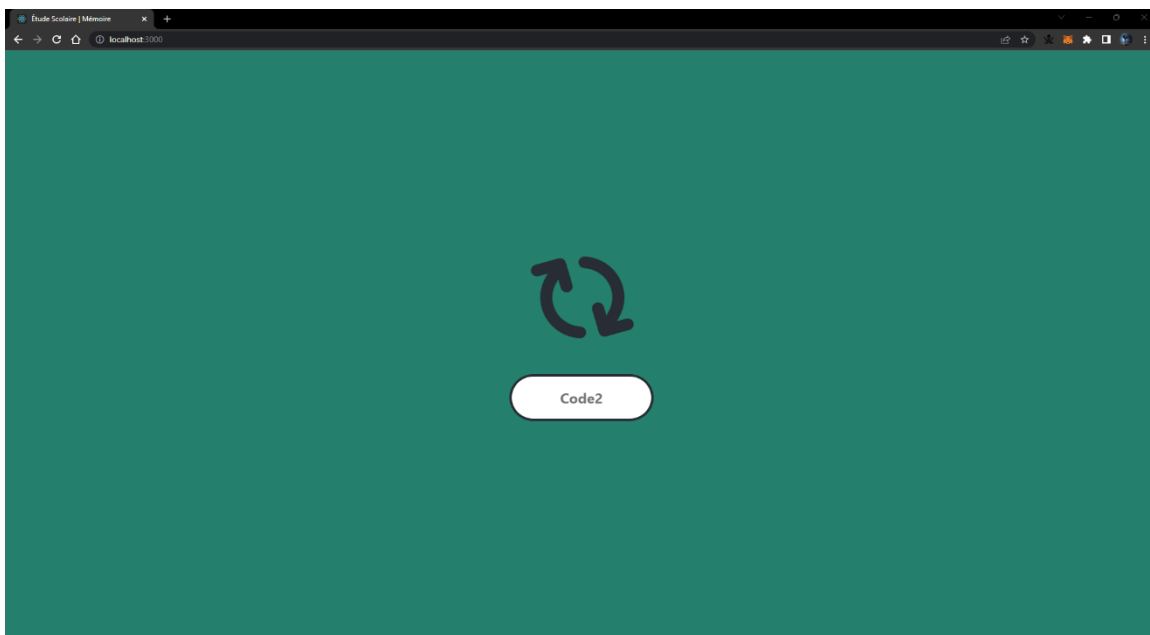
Le test de Stroop débutera immédiatement après que le bouton de la page précédente soit appuyé. Ici, les élèves auront 2 secondes pour sélectionner un carré de couleur correspondant à la couleur du mot qui est affiché. Après avoir sélectionné un des carrés ou avoir dépassé le temps alloué, un autre mot de couleur sera affiché. La séquence, des mots de couleur et leur couleur respective, est prédéterminée et sera la même pour tous les élèves. Les couleurs choisies sont le rouge, le bleu, le jaune et le vert. Ces couleurs ont été choisies en respect d'études déjà existantes, mais certaines autres études utilisent d'autres couleurs (25). Celles-ci n'ont aucune importance (25). Dans le but d'éliminer le plus de distractions, le site ne notifiera pas les élèves du statut de leur réponse, soit: bon ou mauvais. Le nombre de mots de couleur à identifier étant de 50, la durée maximale du test sera de 100 secondes. Suite à l'achèvement de ce test, le site passera automatiquement à la page suivante.



**Figure 9 :** Page de passation, par les participants, du test de Stroop sur le site de passation des trois tests (Stroop, Corsi et « Digit Span »). (<https://razvangosman.github.io/> )

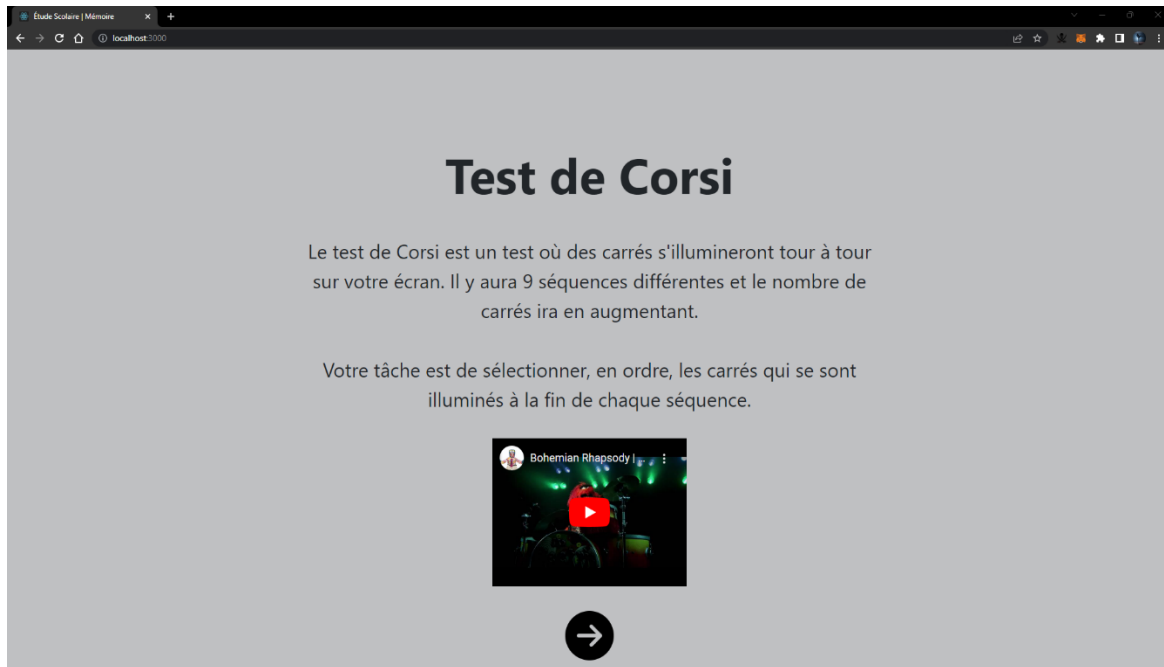
## 2.4. Procédure de passation du test de Corsi

Le test de Corsi sera aussi précédé par une page d'attente qui servira à la transmission des instructions du test à voix haute. Les expérimentateurs prendront alors le temps de répondre aux questions des élèves. Cette fois-ci, le code ayant été choisi est « texas ». Ce dernier sera affiché sur le diaporama par un des expérimentateurs après que les explications aient été données.



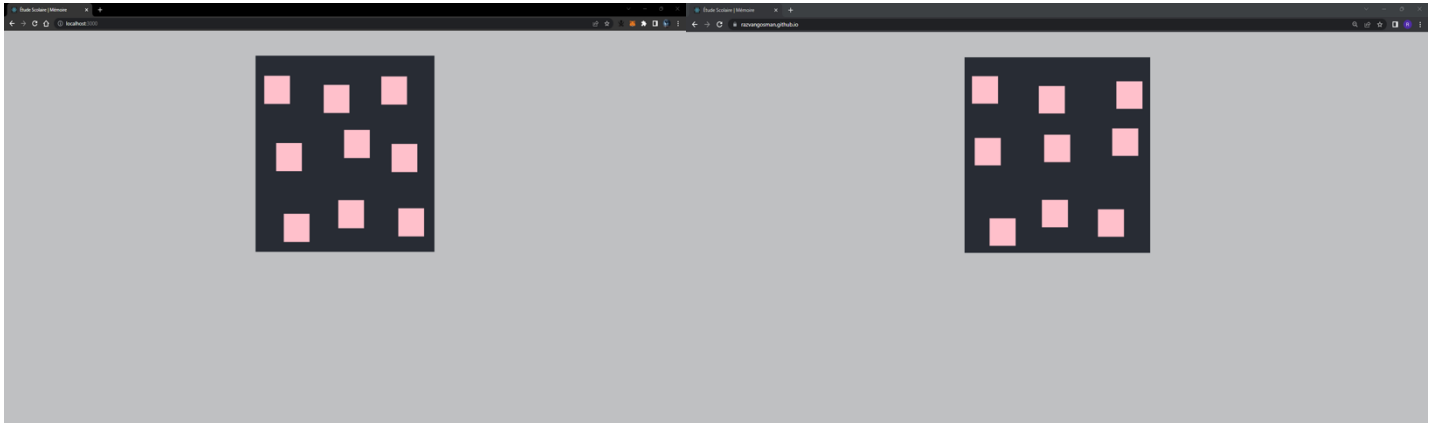
**Figure 10 :** Deuxième page du site de passation des trois tests (Stroop, Corsi et « Digit Span ») où les participants devront entrer un code d'accès. (<https://razvangosman.github.io/> )

Avant d'avoir accès à la page du test, les élèves auront devant eux une page similaire à celle du test de Stroop. Ils y trouveront des explications écrites qui reprendront les explications précédemment données à voix haute, ainsi qu'un exemple vidéo du test à suivre. Une fois les instructions comprises, les élèves pourront cliquer sur le bouton noir au bas de la page.



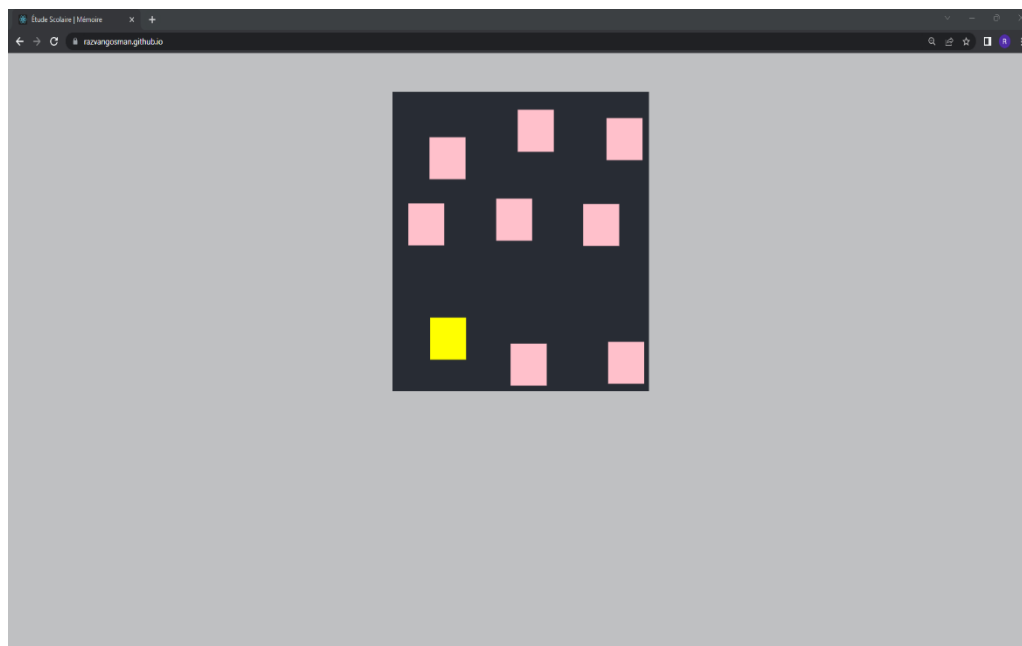
**Figure 11** : Page explicative du test de Corsi sur le site de passation des trois tests (Stroop, Corsi et « Digit Span ») (<https://razvangosman.github.io/> )

Contrairement au test de Stroop, le test de Corsi ne débutera pas immédiatement après que le bouton de la page d'explication ait été appuyé. Le premier cube de couleur ne s'illuminera que 3 secondes après le changement de page. Cette fonctionnalité a été implémentée de manière à éviter que les élèves ne manquent l'illumination du premier cube dans un moment de distraction. La présence de ce délai sera communiquée aux élèves pendant la période d'attente précédant le test. Les cubes roses seront disposés au hasard dans le périmètre établi par le carré noir au centre de la page. Après chaque ronde, les cubes roses prendront une nouvelle position.



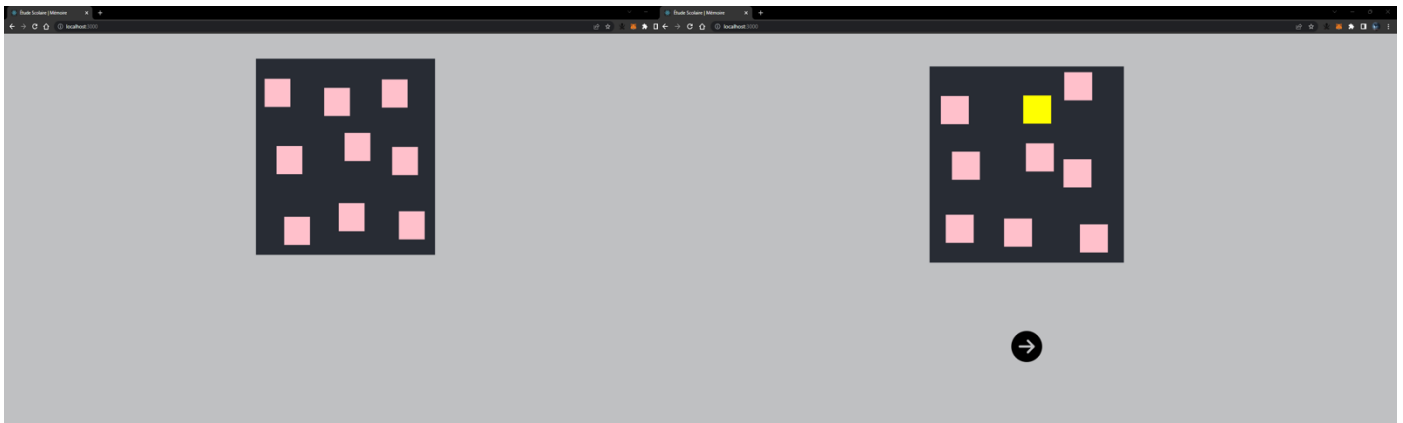
**Figure 12 :** Pages de passation, par les participants, du test de Corsi montrant le changement aléatoire de position des cubes sur le site de passation des trois tests (Stroop, Corsi et « Digit Span ») (<https://razvangosman.github.io/> )

Une fois les 3 secondes d'attente terminées, les cubes s'illumineront puis s'éteindront un par un à un intervalle d'une seconde, comme prescrit par le neuropsychologue Jean Villemagne (26). À la première ronde, seuls deux des cubes s'illumineront.



**Figure 13 :** Page de passation du test de Corsi, par les participants, montrant l'illumination des cubes sur le site de passation des trois tests (Stroop, Corsi et « Digit Span ») (<https://razvangosman.github.io/> )

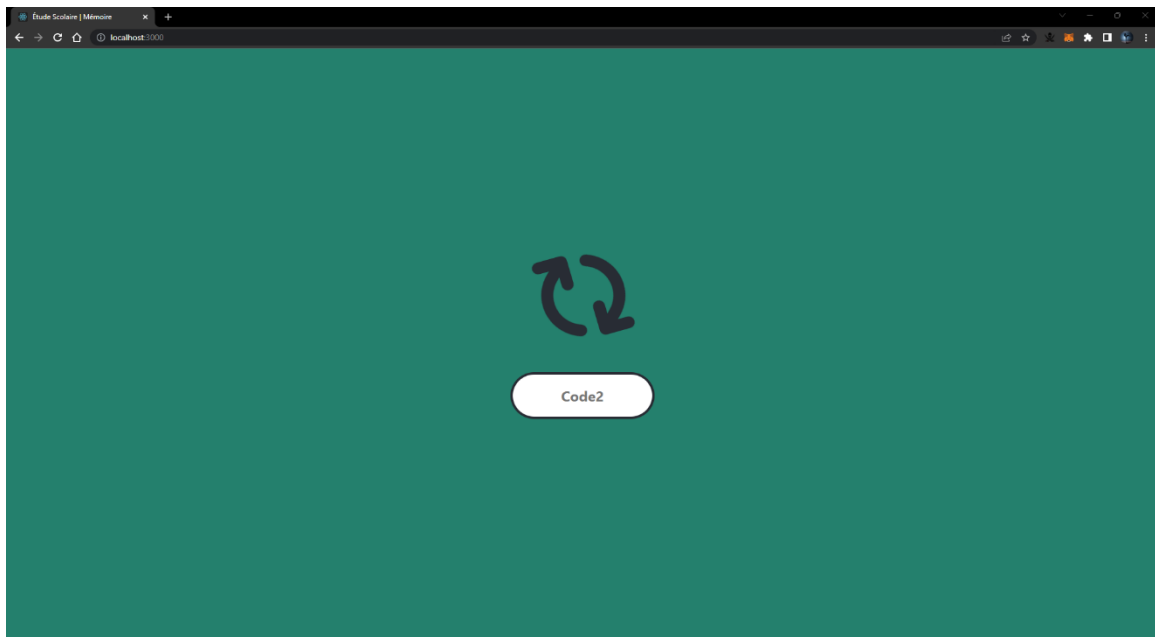
Les élèves auront alors à cliquer sur chacun des cubes dans l'ordre d'illumination de ceux-ci après que la séquence soit terminée. Les élèves ne peuvent pas cliquer sur les cubes avant que la séquence ne soit terminée. Une fois après avoir sélectionné les cubes, les élèves devront cliquer sur un bouton noir au bas de la page pour passer à la prochaine ronde. Si la bonne réponse est donnée, le nombre de cubes pour la prochaine ronde augmente d'un élément. Si une mauvaise réponse est donnée, la séquence manquée sera présentée une deuxième fois. Si cette séquence est manquée une deuxième fois, le test s'arrêtera et le site passera à la page d'attente suivante automatiquement. Si la séquence est réussie la deuxième fois, le test poursuivra avec la ronde suivante. En d'autres mots, deux réponses erronées consécutives provoqueront l'arrêt du test. L'ordre dans lequel les cubes s'illuminent est prédéterminé et sera le même pour tous les élèves. La séquence la plus longue de cubes s'illuminant est de 9. Si cette séquence est réussie, le site passera à la page d'attente suivante automatiquement.



**Figure 14 :** Page de passation du test de Corsi, par les participants, montrant la sélection d'un cube (jaune) sur le site de passation des trois tests (Stroop, Corsi et « Digit Span ») (<https://razvangosman.github.io/>)

## 2.5. Procédure de passation du test de « Digit Span »

Le test du « Digit Span » sera précédé d'une page d'attente dont le code d'accès est « chemise ». Les expérimentateurs expliqueront les consignes relatives au test et répondront aux questions des élèves.



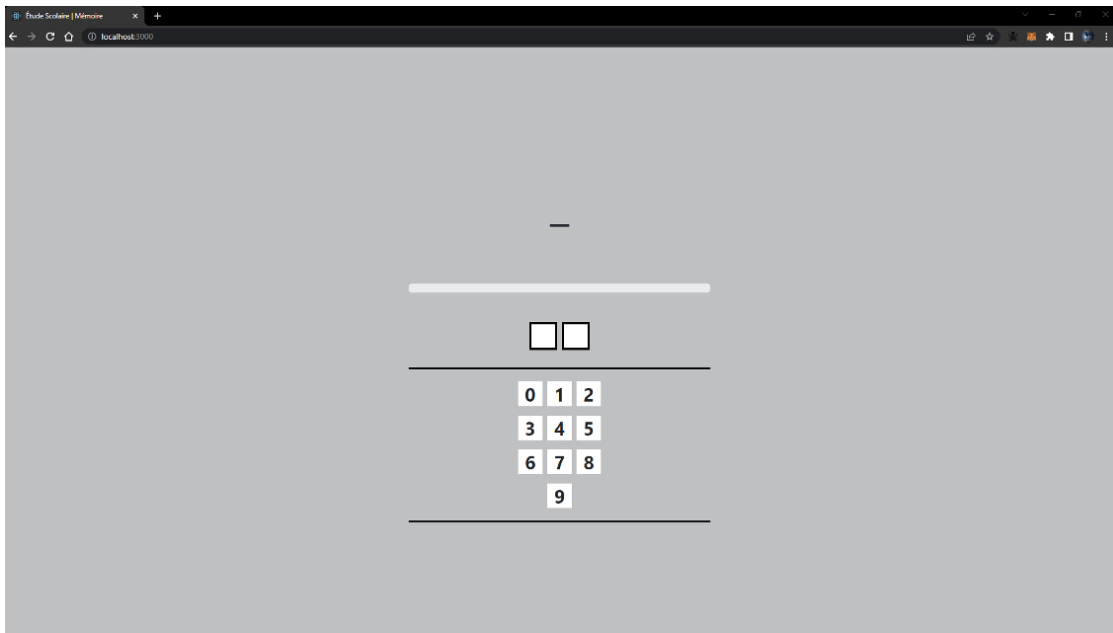
**Figure 15 :** Troisième page du site de passation des trois tests (Stroop, Corsi et « Digit Span ») où les participants devront entrer un code d'accès. (<https://razvangosman.github.io/>)

Encore une fois, avant d'accéder au test, les élèves auront une page explicative de celui-ci. Une fois les explications lues, les élèves pourront cliquer sur le bouton noir au bas de la page.



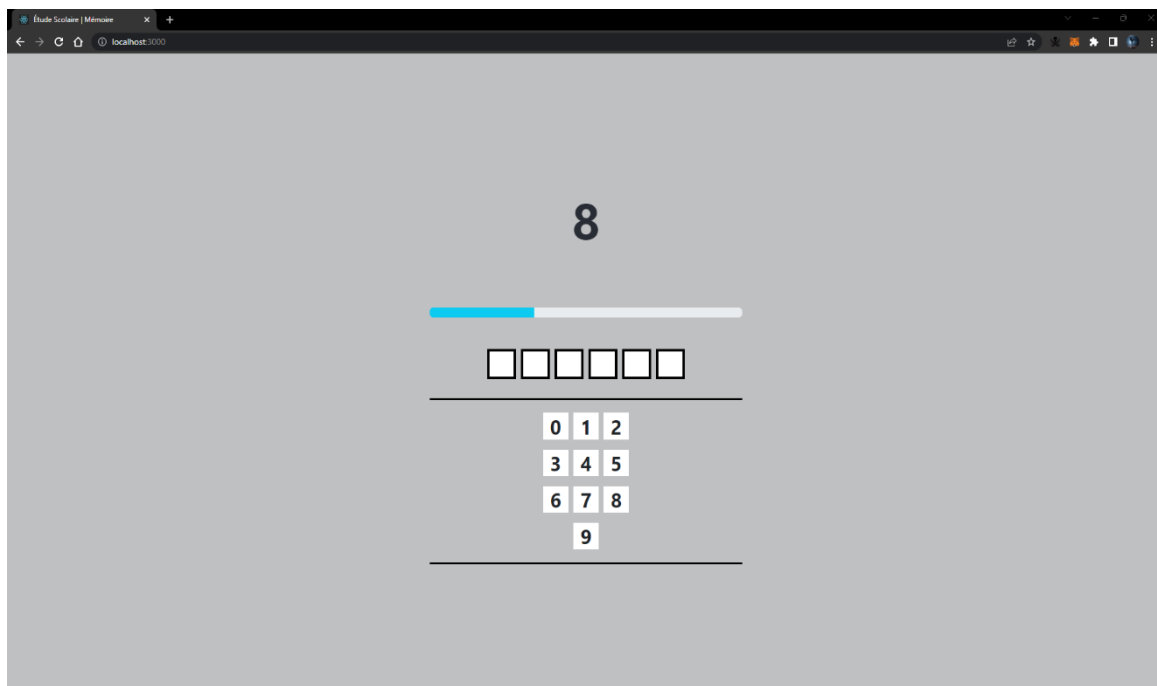
**Figure 16 :** Page explicative du test de « Digit Span » sur le site de passation des trois tests (Stroop, Corsi et « Digit Span ») (<https://razvangosman.github.io/>)

Tout comme le test de Corsi, le test du « Digit Span » ne débutera pas immédiatement après que le bouton de la page d'explication ait été appuyé. La première séquence de chiffre n'apparaîtra que 3 secondes après le changement de page. Cette fonctionnalité a été implémentée pour la même raison que pour le test de Corsi, soit pour que les élèves ne manquent pas l'apparition du premier chiffre. Sur cette page, les chiffres apparaîtront et disparaîtront un par un à 1 seconde d'intervalle au centre de la page, en remplaçant le trait noir (26). Les élèves devront alors utiliser un clavier allant de 0 à 9 pour répondre.



**Figure 17 :** Page de passation du test de « Digit Span », par les participants, montrant l'apparence initiale de ce test sur le site de passation des trois tests (Stroop, Corsi et « Digit Span ») (<https://razvangosman.github.io/> )

Après que les trois secondes se soient écoulées, la première séquence de chiffres débutera. Au fur et à mesure que les chiffres apparaîtront, une barre de progression bleue se remplira de manière proportionnelle au nombre de chiffres que comporte la séquence en cours.



**Figure 18 :** Page de passation du test de « Digit Span », par les participants, montrant le remplissage de la barre de progression sur le site de passation des trois tests (Stroop, Corsi et « Digit Span ») (<https://razvangosman.github.io/> )

À la première ronde, la séquence ne comporte que deux chiffres et chaque prochaine séquence débute une seconde après que l'élève ait donné sa réponse. Lorsque l'élève donne la bonne réponse, il passe à une prochaine séquence qui comporte un chiffre supplémentaire. Lorsque l'élève donne une mauvaise réponse, la même séquence de chiffre lui est présentée une deuxième fois. Si la bonne réponse est donnée la deuxième fois, le site affiche la prochaine séquence. Si une mauvaise réponse est donnée de nouveau, le test s'arrête et le site passe automatiquement à la page finale de résultats. Tout comme le test de Corsi, deux réponses erronées consécutives provoqueront l'arrêt du test. La séquence la plus longue comporte 9 chiffres. Si cette séquence est réussie, le site passera automatiquement à la page finale de résultats.



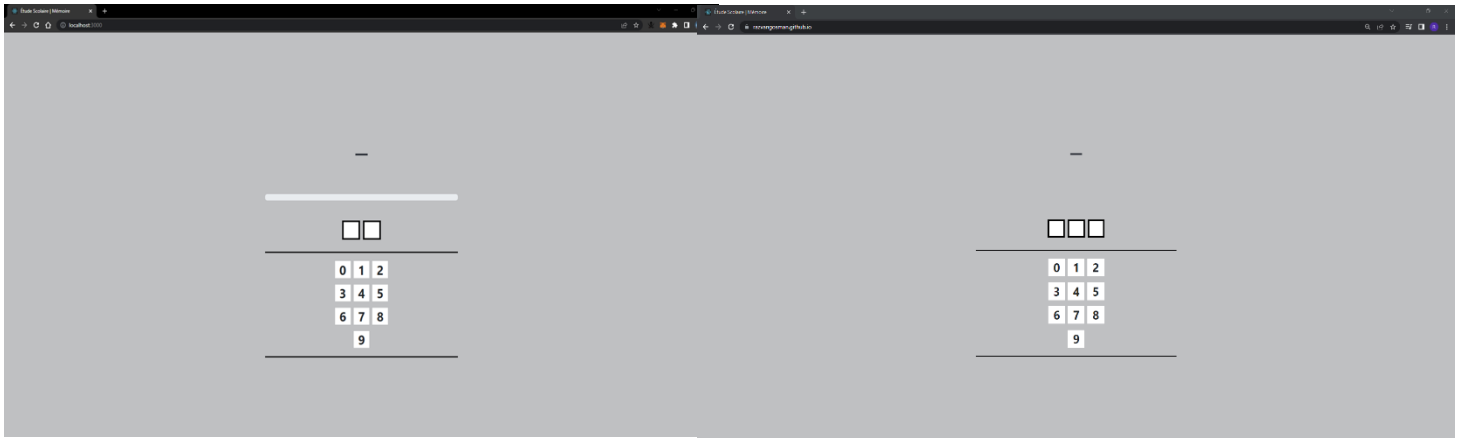


Figure 19. Page de passation du test de « Digit Span », par les participants, montrant l'augmentation (passant de 2 à 3) du nombre de chiffre présent dans la séquence sur le site de passation des trois tests (Stroop, Corsi et « Digit Span ») (<https://razvangosman.github.io/> )

## 2.6. Procédure de collection des résultats

Après la complétion du test du « Digit Span », les résultats seront affichés comme tels.



**Figure 20 :** Page finale du site de passation des trois tests (Stroop, Corsi et « Digit Span ») où sont affichés les résultats des participants aux trois tests (Stroop, Corsi et « Digit Span ») et dans l'ordre de passation de ceux-ci. (<https://razvangosman.github.io/> )

Les élèves devront les retranscrire sur un papier comme précisé par les expérimentateurs. Les expérimentateurs passeront à travers les rangées de bureaux pour ramasser les papiers.

Groupe :

Âge :

Sexe :

Daltonisme? (Oui / Non)

Résultat : ( \_\_\_\_\_ )

**Figure 21** : Feuille de résultats aux tests (Stroop, Corsi et « Digit Span ») à remplir par les participants.

## 2.7. Photos des lieux de l'expérimentation

La figure 22 présente trois vues du local utilisé pour faire passer le test de Stroop, de Corsi et de « Digit Span » aux groupes 32 et 31.

a)



b)



c)



**Figure 22** : Photos du local 247 de l'école Liberté Jeunesse située à St-Marthe-sur-le-lac où les groupes 31 et 32 effectueront leurs trois tests (Stroop, Corsi et « Digit Span »).

a) vu de face

b) vu de côté gauche

c) vu de côté droit



La figure 23 présente deux vues du local utilisé pour faire passer le test de Stroop, de Corsi et de « Digit Span » au groupe 33.

a)



b)



**Figure 23 :** Photos du local M-150 de l'école Liberté Jeunesse située à St-Marthe-sur-le-lac où le groupe 33 effectuera les trois tests (Stroop, Corsi et « Digit Span »).

a) vu de côté droit

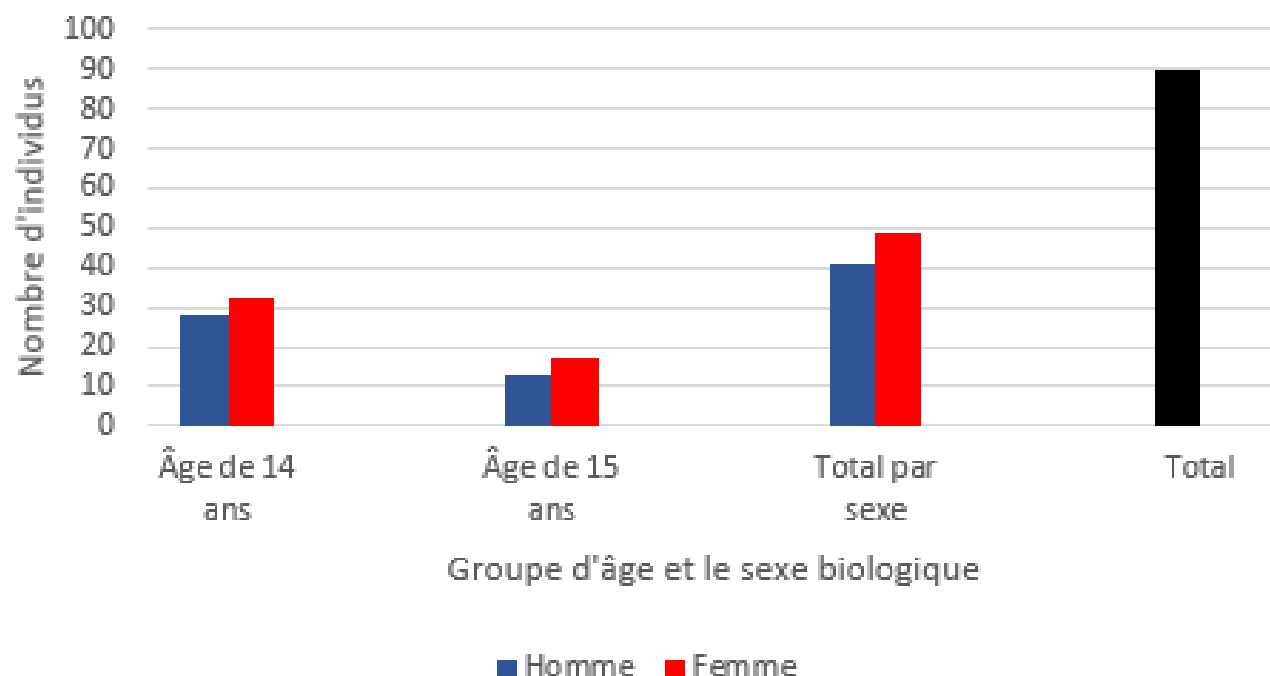
b) vu de côté gauche

## 2.8. Description de la population

Les trois groupes de l'échantillon étaient des groupes provenant du programme alternatif au secondaire. Il est décrit comme suite sur le site de la Polyvalente Sainte-Thérèse: « Le volet Alternatif est un environnement éducatif unique au sein du réseau d'instruction publique. Il offre la possibilité aux élèves d'effectuer leur parcours d'études secondaires en alternant entre l'enseignement classique et l'apprentissage autonome par le biais de périodes autodirigées, de projets et d'engagements communautaires (10). » Tous les groupes étaient de niveau secondaire 3, soit de 14 à 15 ans, et mixte, donc il y a la présence de garçons et de filles. Le tableau 3 et le graphique 1 illustrent la situation.

**Tableau 3:** L'âge et le sexe de la population participant à l'étude du 20 mars 2023 à l'école Liberté Jeunesse située à St-Marthe-sur-le-lac.

	Âge de 14 ans	Âge de 15 ans	Total par sexe	Total
Homme	28	13	41	90
Femme	32	17	49	

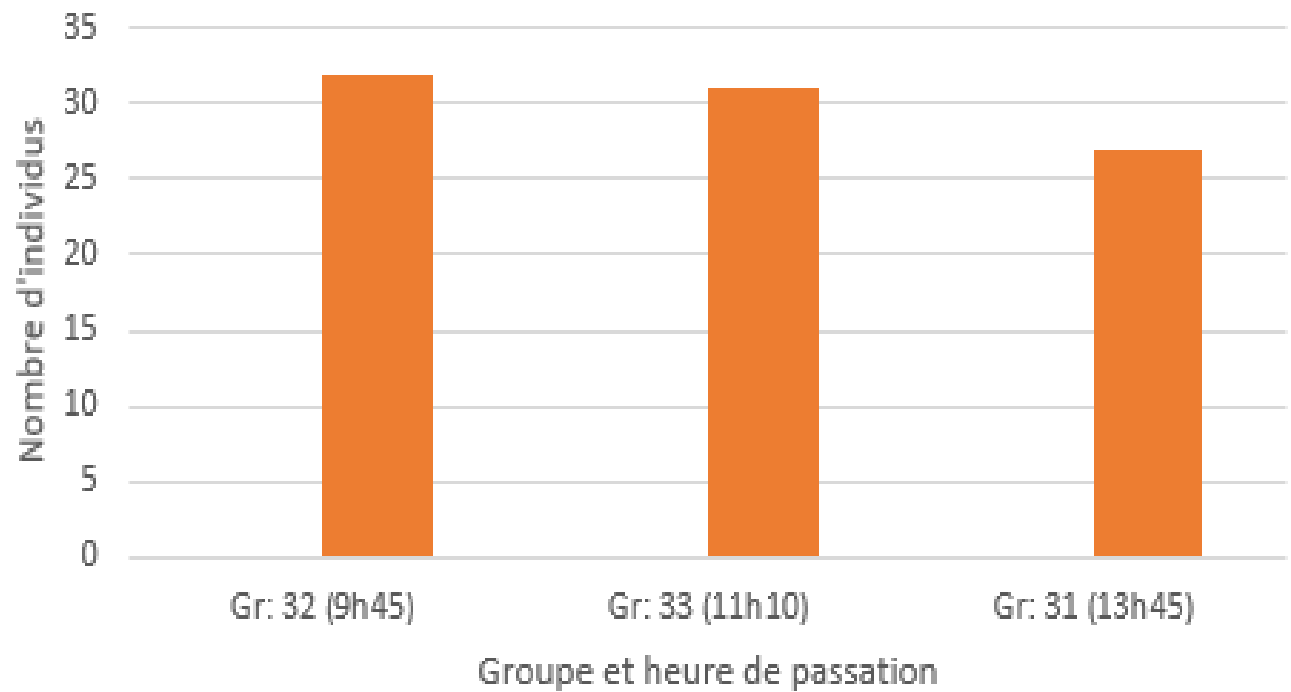


**Graphique 1:** L'âge et le sexe de la population participant à l'étude du 20 mars 2023 à l'école Liberté Jeunesse située à St-Marthe-sur-le-lac.

Pour des raisons méthodologiques, les trois groupes ont effectué la passation des tests à des heures différentes les uns des autres. Le tableau 4 et le graphique 2 illustrent la situation.

**Tableau 4:** Le nombre de sujets (âgés entre 14 et 15 ans) selon l'heure de passation (9h45, 11h10, 13h45) des tests (Stroop, Corsi et « Digit Span ») effectués le 20 mars 2023 à l'école Liberté Jeunesse située à St-Marthe-sur-le-lac.

	Nombre de sujets (âgés entre 14 et 15 ans)
Groupe 32 (9h45)	32
Groupe 33 (11h10)	31
Groupe 31 (13h45)	27



**Graphique 2:** Le nombre de sujets (âgés entre 14 et 15 ans) selon l'heure de passation des tests (9h45, 11h10, 13h45) des tests (Stroop, Corsi et « Digit Span ») effectués le 20 mars 2023 à l'école Liberté Jeunesse située à St-Marthe-sur-le-lac.

## 2.9. Tests statistiques

Afin de vérifier si les résultats obtenus ont des écarts significatifs entre eux et avec les hypothèses de départ, le test d'hypothèse, la loi de Student ainsi que le test d'hypothèse sur une moyenne seront utilisées.

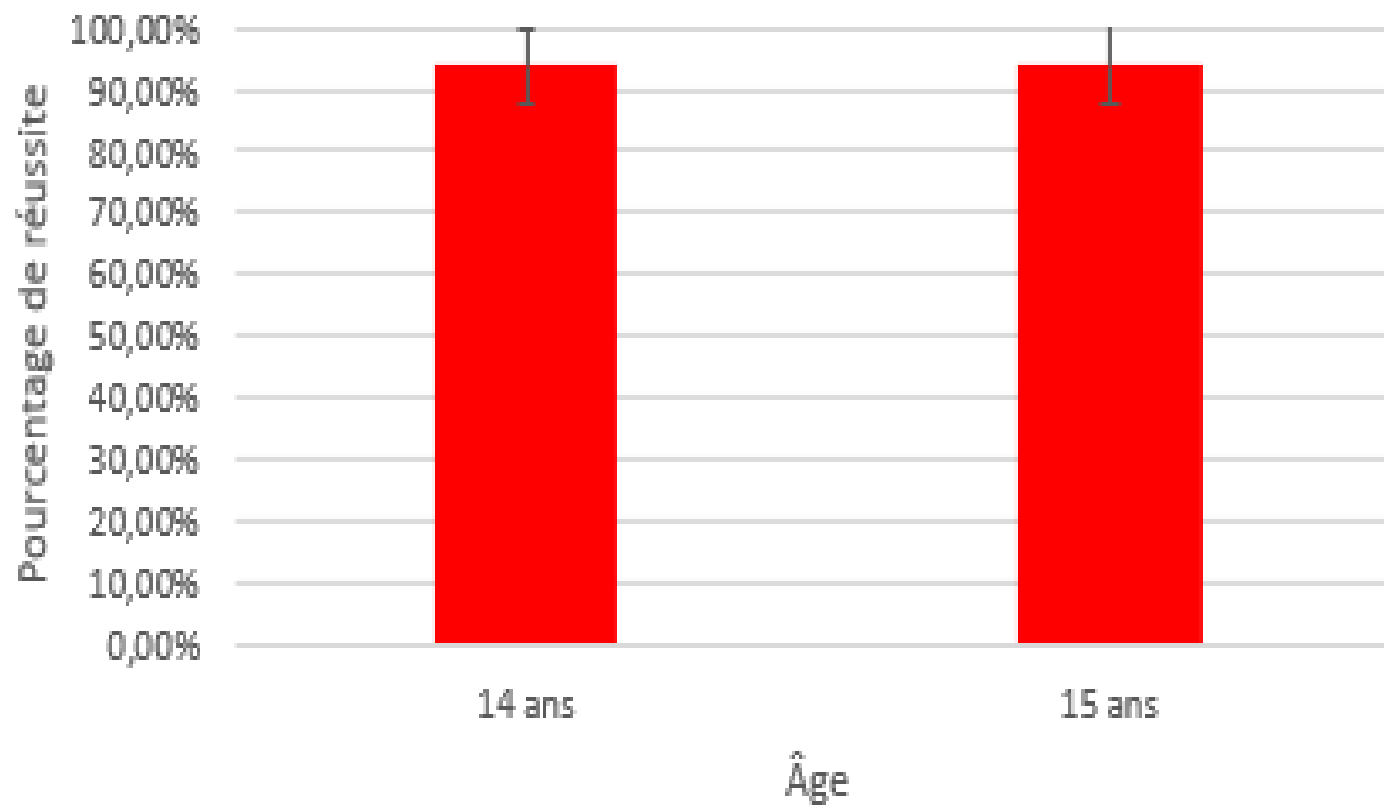




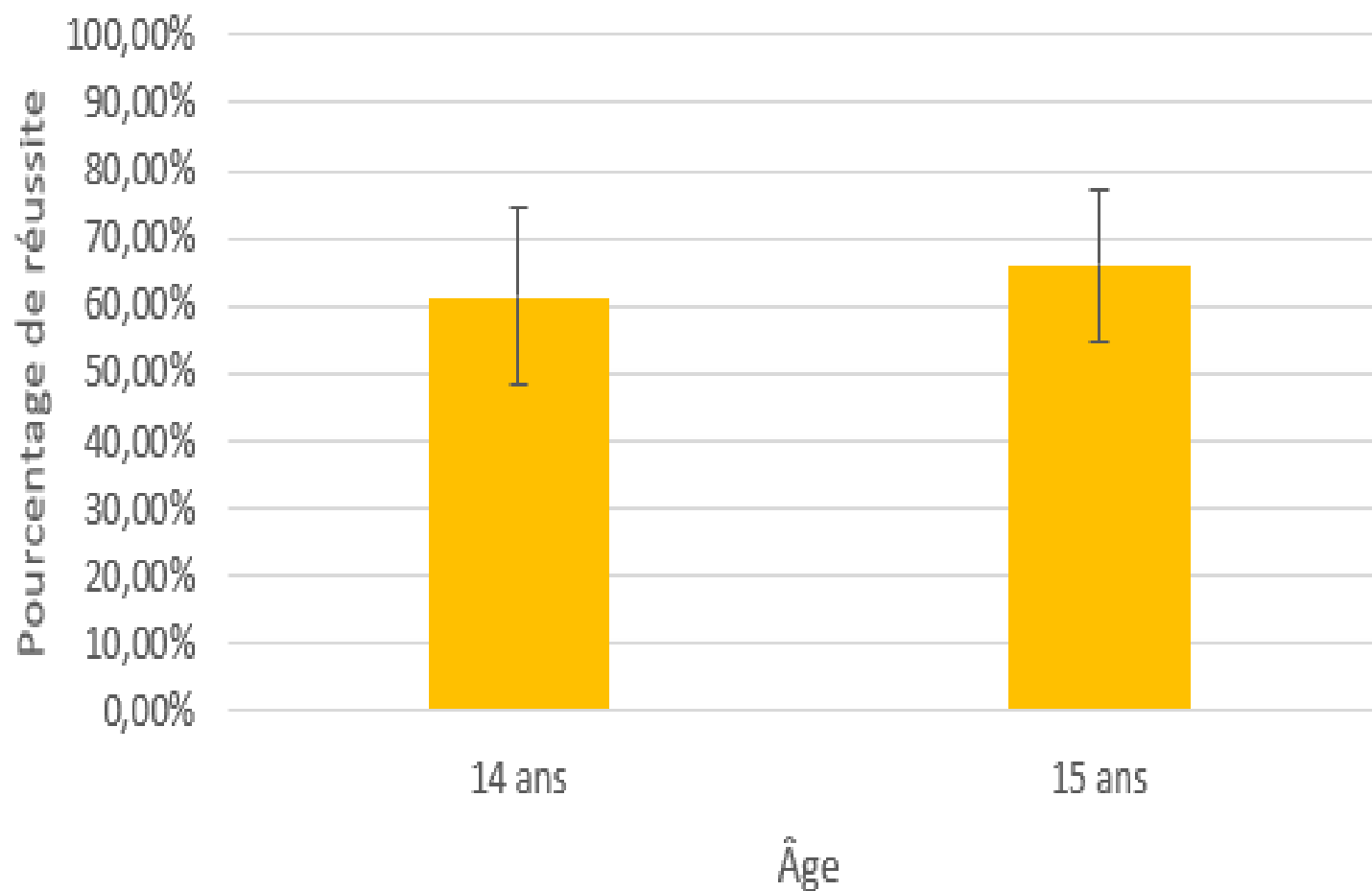
### 3. Résultats

**Tableau 5 :** Les performances des sujets (âgés entre 14 et 15 ans) aux différents tests (Stroop, Corsi et « Digit Span ») effectués le 20 mars 2023 à l'école Liberté Jeunesse située à St-Marthe-sur-le-lac selon leur âge.

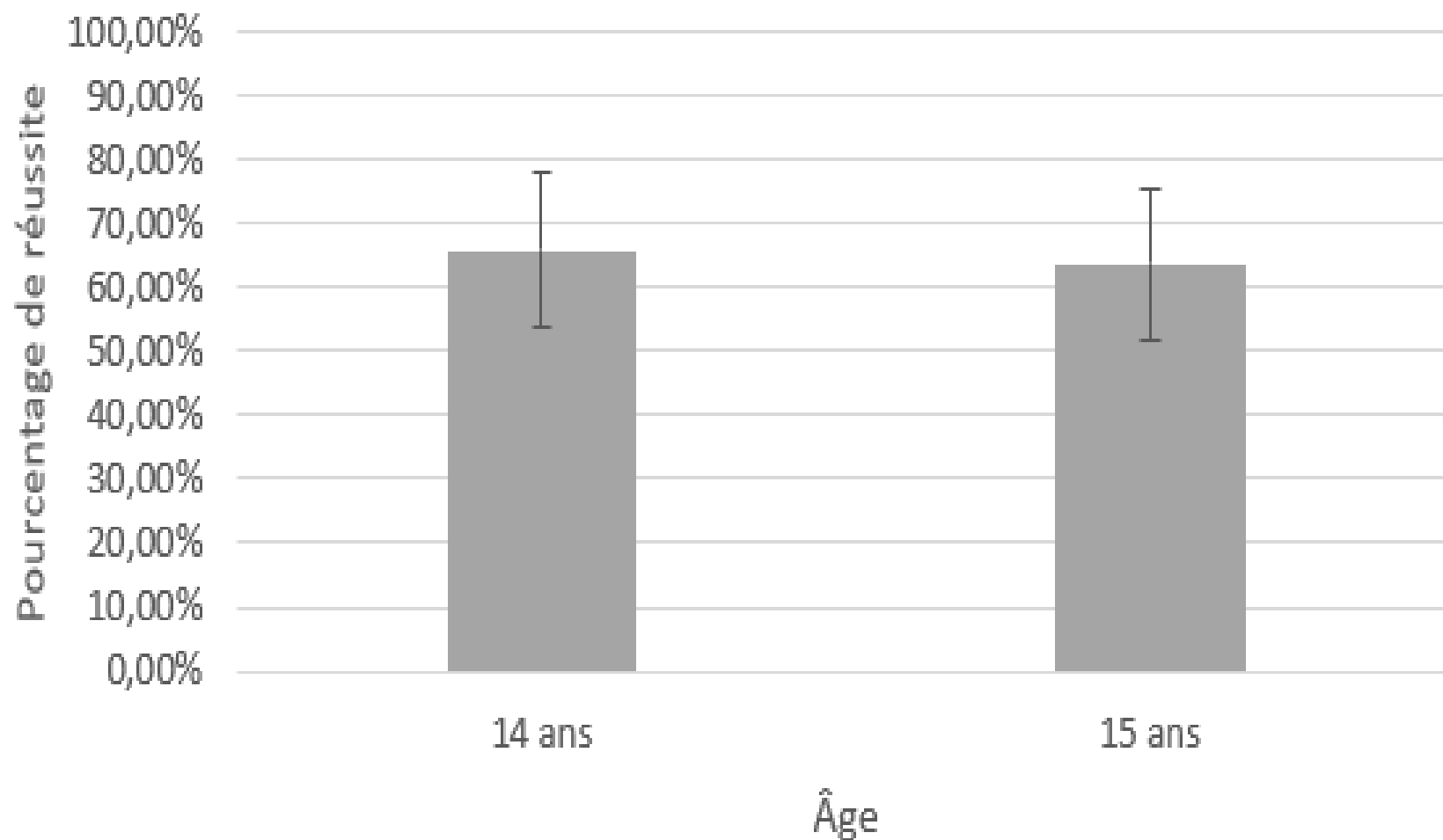
	Pourcentage de réussite moyen au test de Stroop (%)	Écart-type en pourcentage au test de Stroop (%)	Pourcentage de réussite moyen au test de Corsi (%)	Écart-type en pourcentage au test de Corsi (%)	Pourcentage de réussite moyen au test du « Digit Span » (%)	Écart-type en pourcentage au test du « Digit Span » (%)
14 ans	93,76	6,14	61,33	13,22	65,78	12,11
15 ans	93,74	6,32	65,89	11,44	63,67	12,00



**Graphique 3 :** Le pourcentage de réussite des sujets (âgés entre 14 et 15 ans) au test de Stroop effectués le 20 mars 2023 à l'école Liberté Jeunesse située à St-Marthe-sur-le-lac selon leur âge.



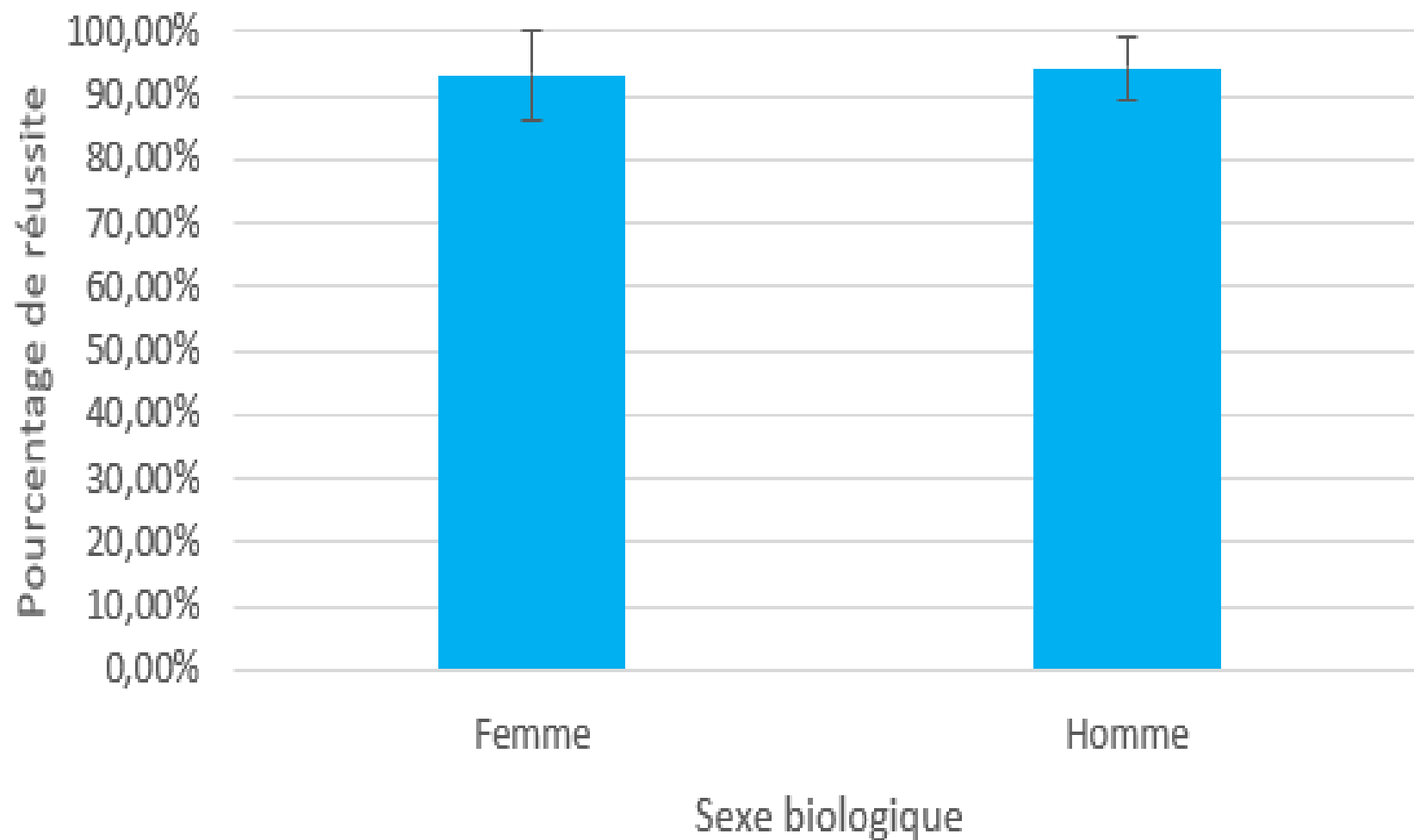
**Graphique 4 :** Le pourcentage de réussite des sujets (âgés entre 14 et 15 ans) au test de Corsi effectués le 20 mars 2023 à l'école Liberté Jeunesse située à St-Marthe-sur-le-lac selon leur âge.



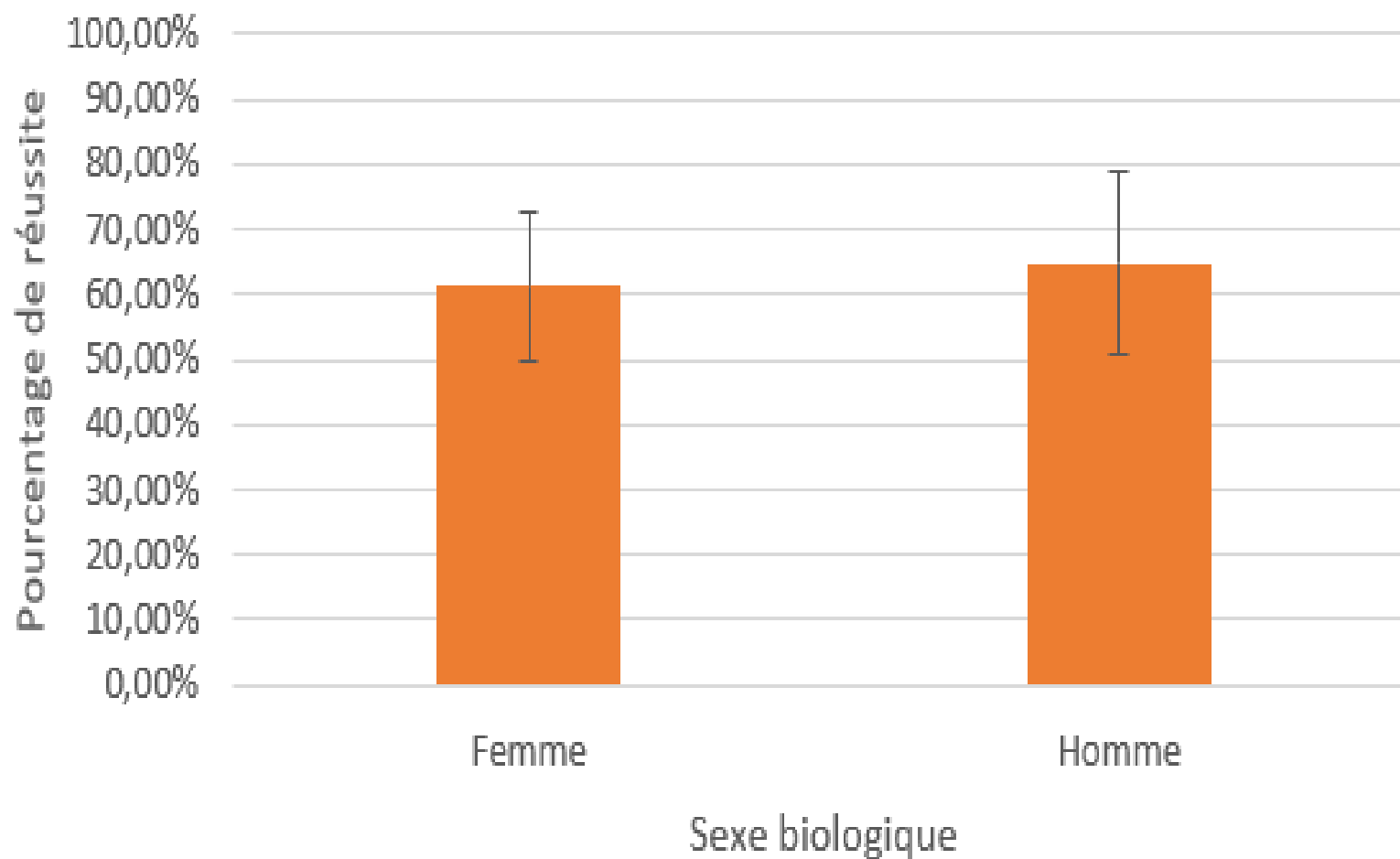
**Graphique 5 :** Le pourcentage de réussite des sujets (âges entre 14 et 15 ans) au test du « Digit Span » effectué le 20 mars 2023 à l'école Liberté Jeunesse située à St-Marthe-sur-le-lac selon leur âge.

**Tableau 6 :** Les performances des sujets (âgés entre 14 et 15 ans) aux différents tests (Stroop, Corsi et « Digit Span ») effectués le 20 mars 2023 à l'école Liberté Jeunesse située à St-Marthe-sur-le-lac selon le sexe biologique (homme/femme).

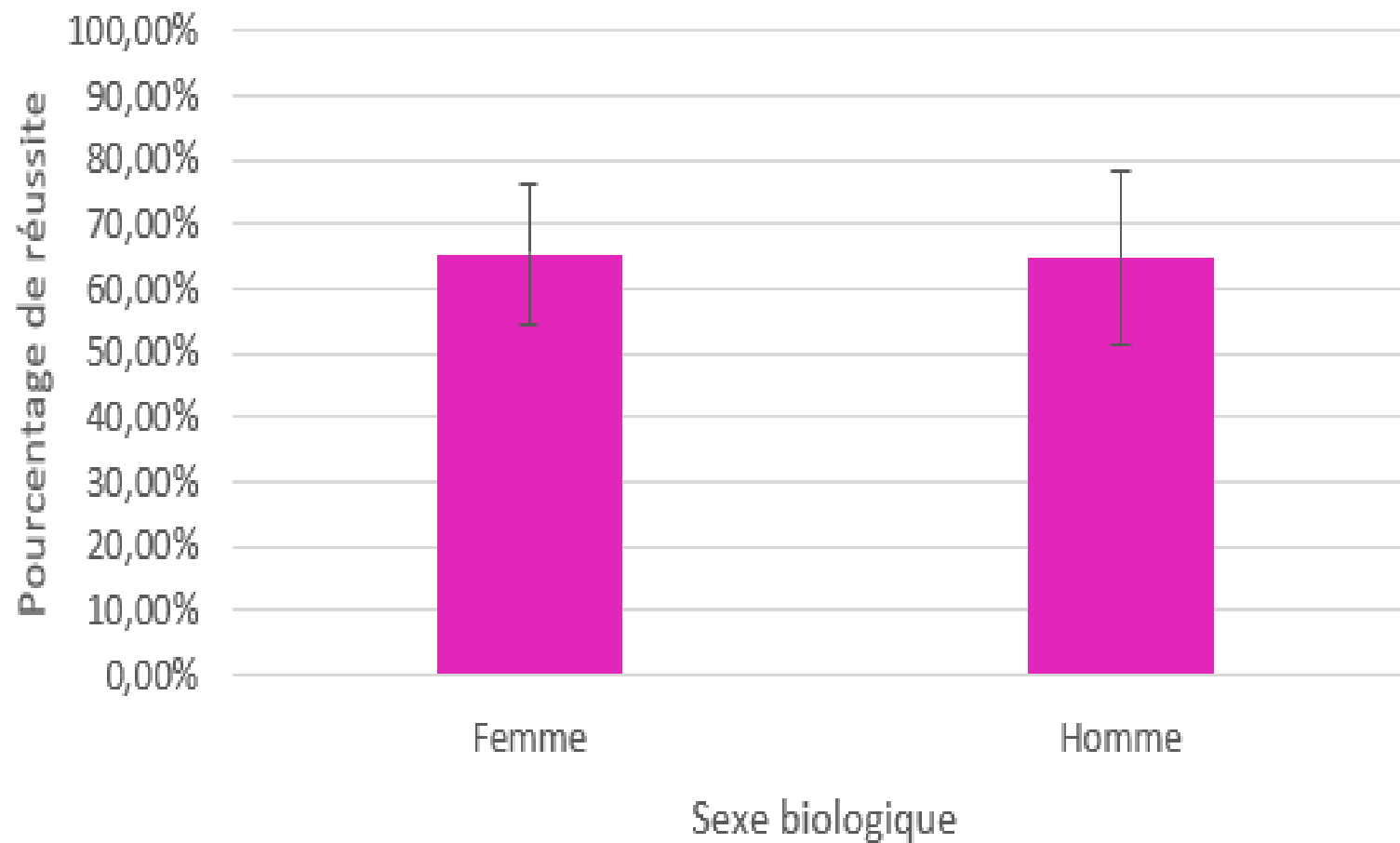
	Pourcentage de réussite moyen au test de Stroop (%)	Écart-type en pourcentage au test de Stroop (%)	Pourcentage de réussite moyen au test de Corsi (%)	Écart-type en pourcentage au test de Corsi (%)	Pourcentage de réussite moyen au test du « Digit Span » (%)	Écart-type en pourcentage au test du « Digit Span » (%)
<b>Femme</b>	93,26	7,02	61,22	11,56	65,33	11,00
<b>Homme</b>	94,34	4,98	64,78	14,00	64,78	13,33



**Graphique 6 :** Le pourcentage de réussite des sujets (âgés entre 14 et 15 ans) au test de Stroop effectué le 20 mars 2023 à l'école Liberté Jeunesse située à St-Marthe-sur-le-lac selon le sexe biologique (homme/femme).



**Graphique 7 :** Le pourcentage de réussite des sujets (âgés entre 14 et 15 ans) au test de Corsi effectué le 20 mars 2023 à l'école Liberté Jeunesse située à St-Marthe-sur-le-lac selon le sexe biologique (homme/femme).

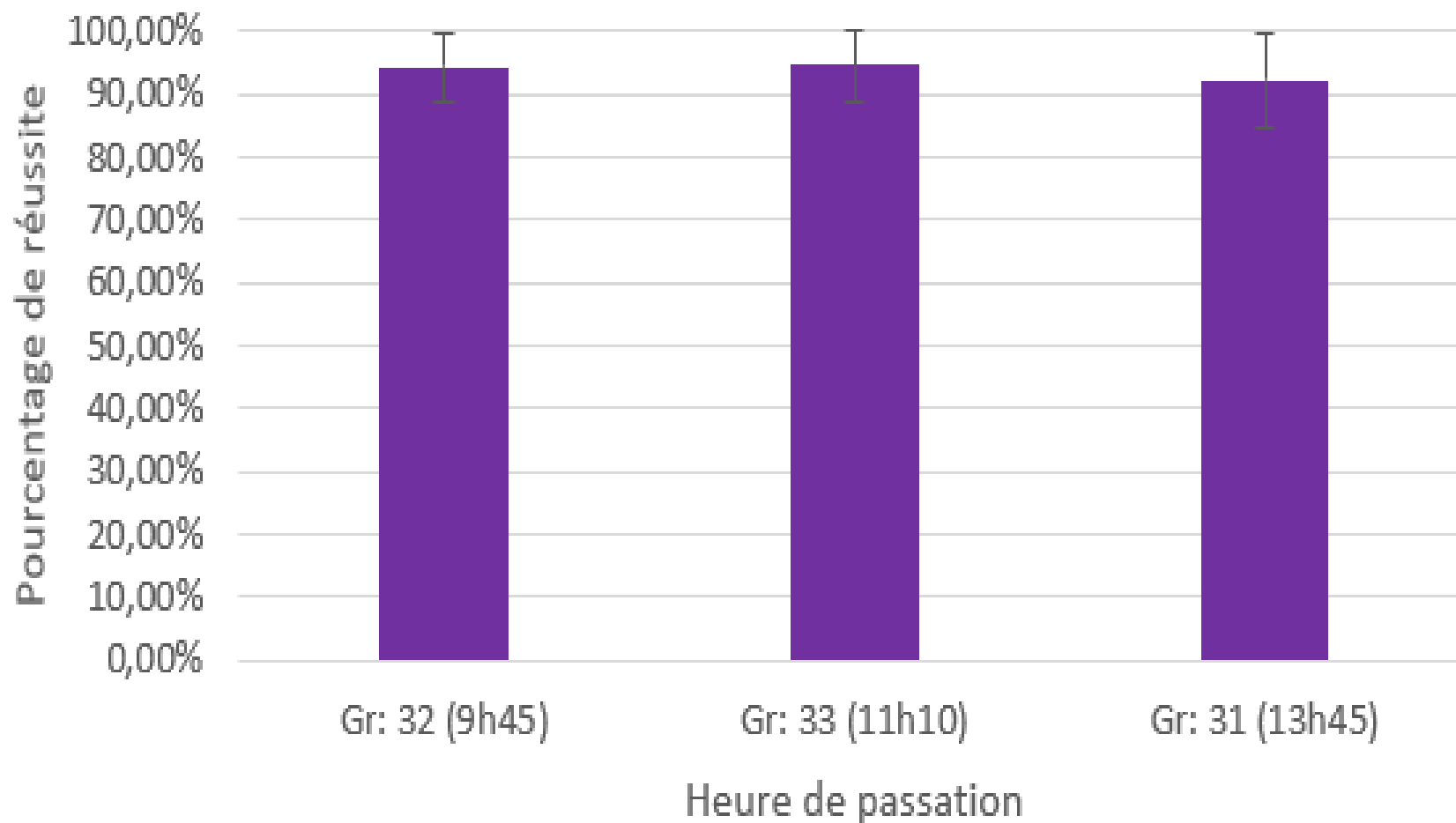


**Graphique 8 :** Le pourcentage de réussite des sujets (âgés entre 14 et 15 ans) au test du « Digit Span » effectué le 20 mars 2023 à l'école Liberté Jeunesse située à St-Marthe-sur-le-lac selon le sexe biologique (homme/femme).



**Tableau 7** : Les performances des sujets (âgés entre 14 et 15 ans) au test de Stroop effectué le 20 mars 2023 à l'école Liberté Jeunesse située à St-Marthe-sur-le-lac selon l'heure de passation (9h45, 11h10 et 13h45).

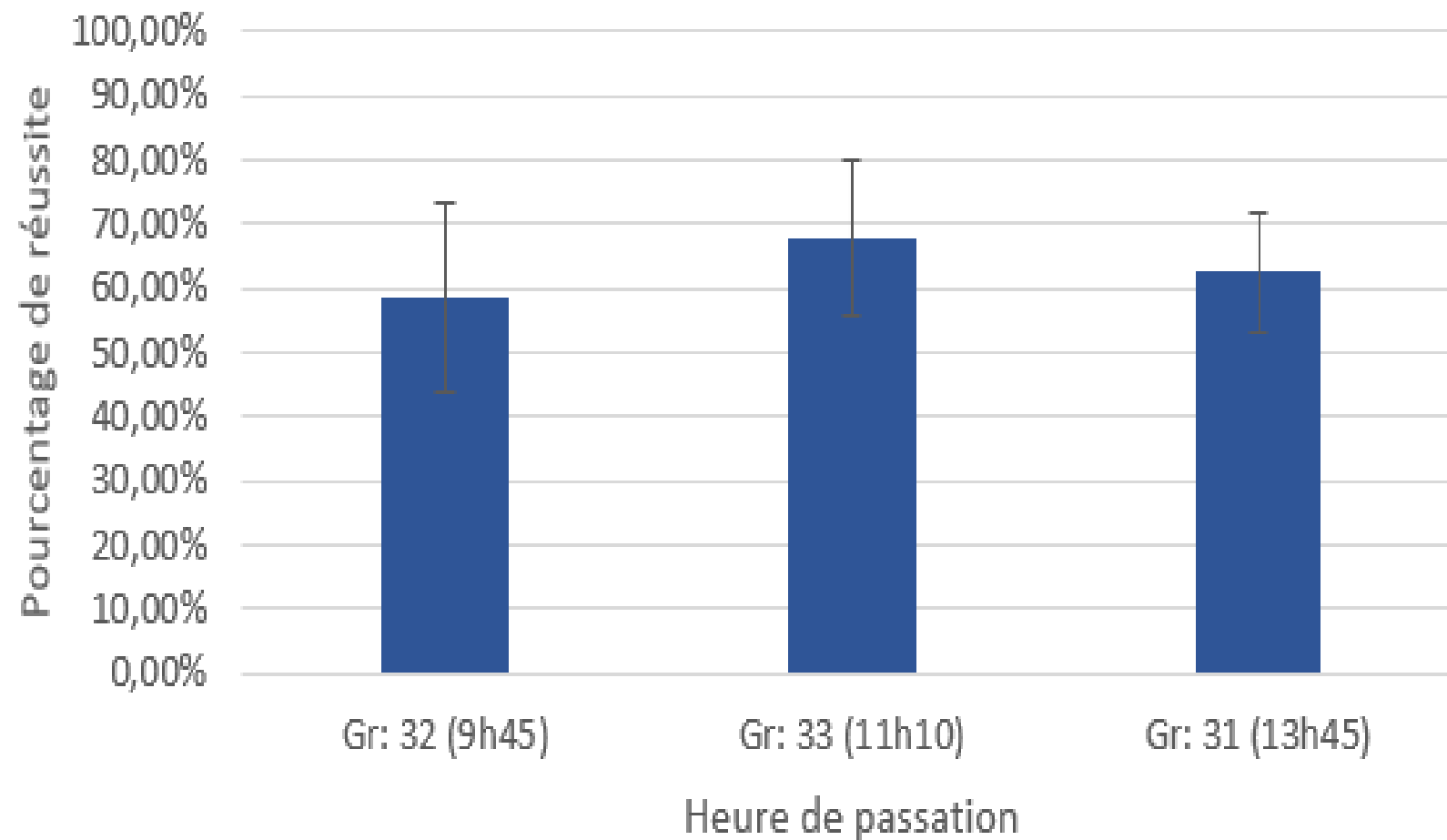
	Moyenne de réussite (%)	Écart-type (%)
Groupe 32 (9h45)	94,32	5,35
Groupe 33 (11h10)	94,52	5,63
Groupe 31 (13h45)	92,22	7,46



**Graphique 9 :** Les performances des sujets (âgés entre 14 et 15 ans) au test de Stroop effectué le 20 mars 2023 à l'école Liberté Jeunesse située à St-Marthe-sur-le-lac selon l'heure de passation (9h45, 11h10 et 13h45).

**Tableau 8 :** Les performances des sujets (âgés entre 14 et 15 ans) au test de Corsi effectué le 20 mars 2023 à l'école Liberté Jeunesse située à St-Marthe-sur-le-lac selon l'heure de passation (9h45, 11h10 et 13h45).

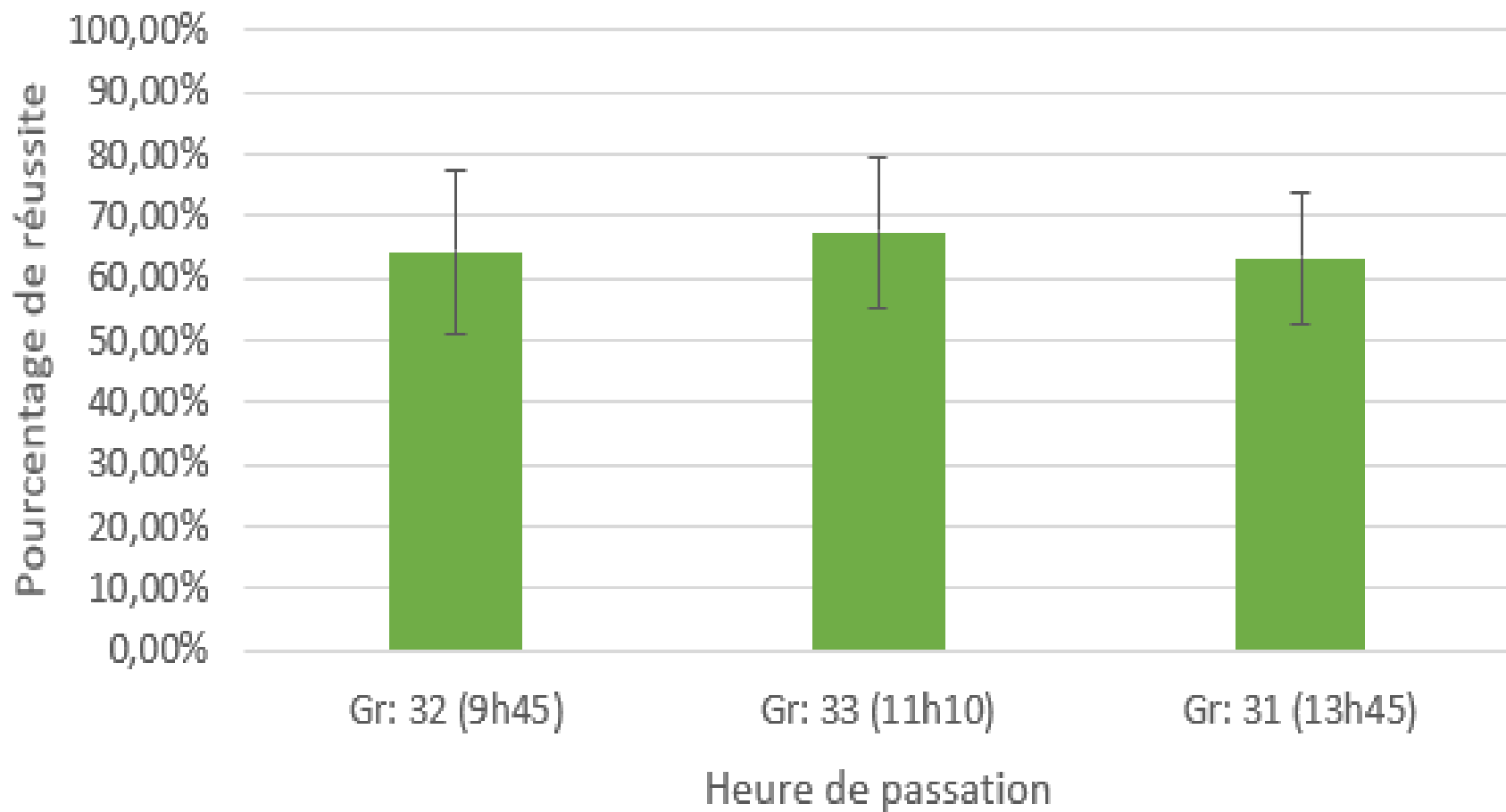
	Moyenne en pourcentage (%)	Écart-type en pourcentage (%)
Groupe 32 (9h45)	58,33	14,67
Groupe 33 (11h10)	67,78	11,96
Groupe 31 (13h45)	62,56	9,32



**Graphique 10** : Les performances des sujets (âgés entre 14 et 15 ans) au test de Corsi effectué le 20 mars 2023 à l'école Liberté Jeunesse située à St-Marthe-sur-le-lac selon l'heure de passation (9h45, 11h10 et 13h45).

**Tableau 9 :** Les performances des sujets (âgés entre 14 et 15 ans) au test de « Digit Span » effectué le 20 mars 2023 à l'école Liberté Jeunesse située à St-Marthe-sur-le-lac selon l'heure de passation (9h45, 11h10 et 13h45).

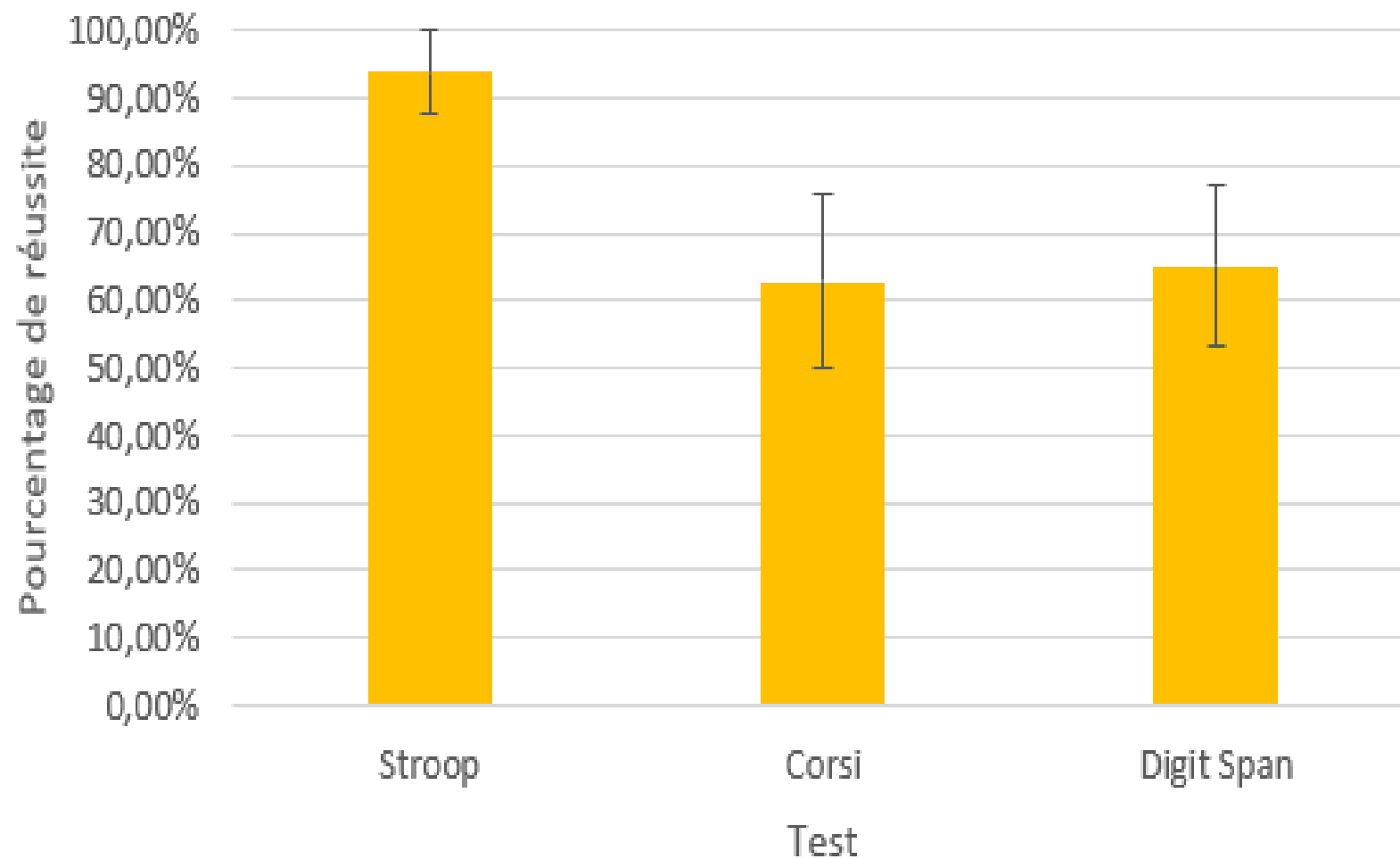
	Moyenne en pourcentage (%)	Écart-type en pourcentage (%)
Groupe 32 (9h45)	64,22	13,11
Groupe 33 (11h10)	67,33	12,11
Groupe 31 (13h45)	63,33	10,56



**Graphique 11** : Les performances des sujets (âgés entre 14 et 15 ans) au test de « Digit Span » effectué le 20 mars 2023 à l'école Liberté Jeunesse située à St-Marthe-sur-le-lac selon l'heure de passation (9h45, 11h10 et 13h45).

**Tableau 10 :** Les résultats des sujets (âgés entre 14 et 15 ans) de tous les groupes (32, 33 et 31) à tous les trois tests (Stroop, Corsi et « Digit Span ») effectués le 20 mars 2023 à l'école Liberté Jeunesse située à St-Marthe-sur-le-lac.

	<b>Stroop</b>	<b>Corsi</b>	<b>« Digit Span »</b>
<b>Moyenne au test en pourcentage (%)</b>	93,76	62,89	65,11
<b>Écart-type au test en pourcentage (%)</b>	6,16	12,81	12,07

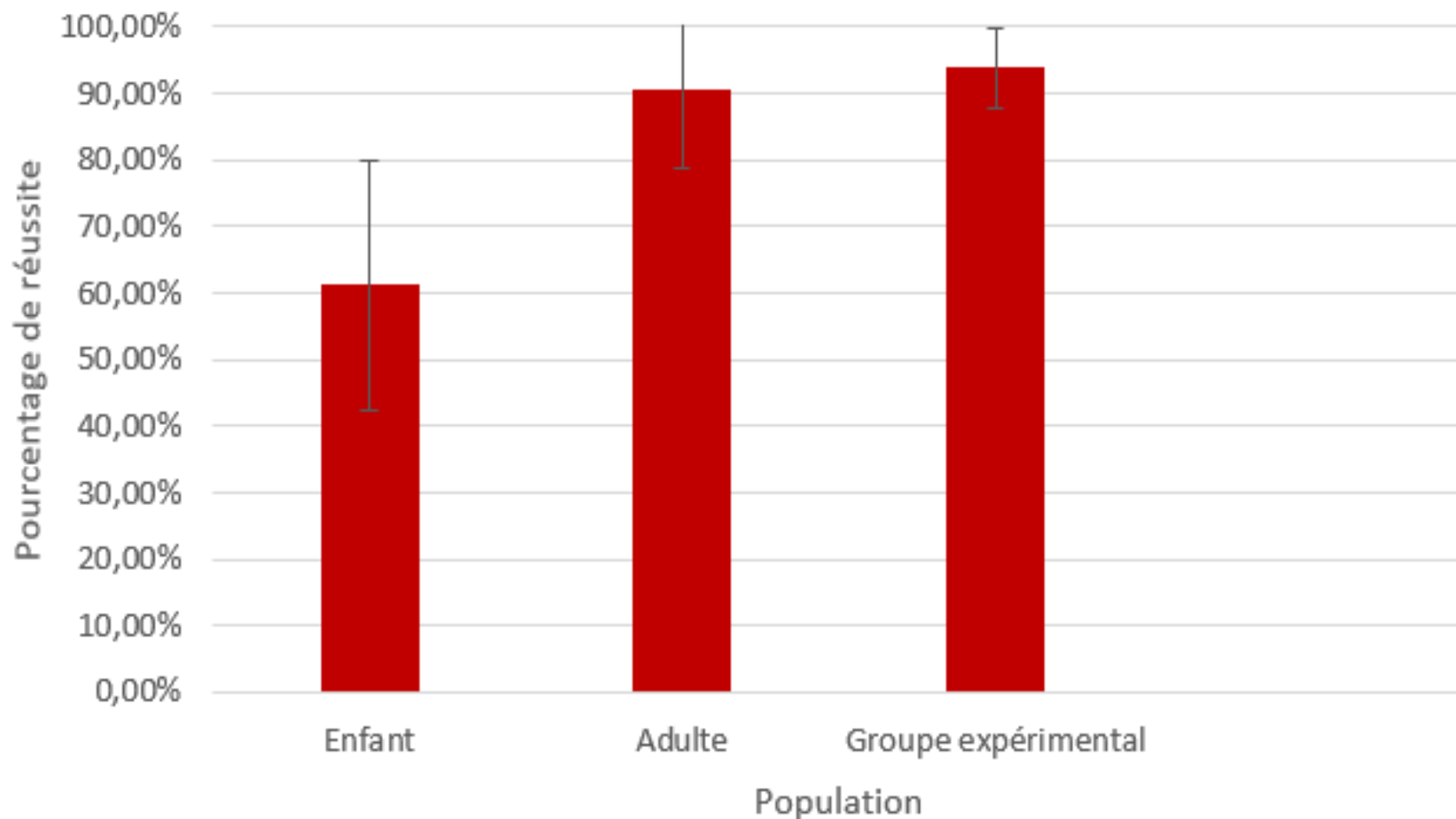


**Graphique 12 :** Les résultats des sujets (âgés entre 14 et 15 ans) de tous les groupes (32, 33 et 31) à tous les trois tests (Stroop, Corsi et « Digit Span ») effectués le 20 mars 2023 à l'école Liberté Jeunesse située à St-Marthe-sur-le-lac.



**Tableau 11** : La comparaison du groupe expérimental (l'ensemble des trois groupes [32, 33 et 31]) dont les tests ont été effectués le 20 mars 2023 à l'école Liberté Jeunesse située à St-Marthe-sur-le-lac avec les autres populations (enfant et adulte) au test de Stroop.

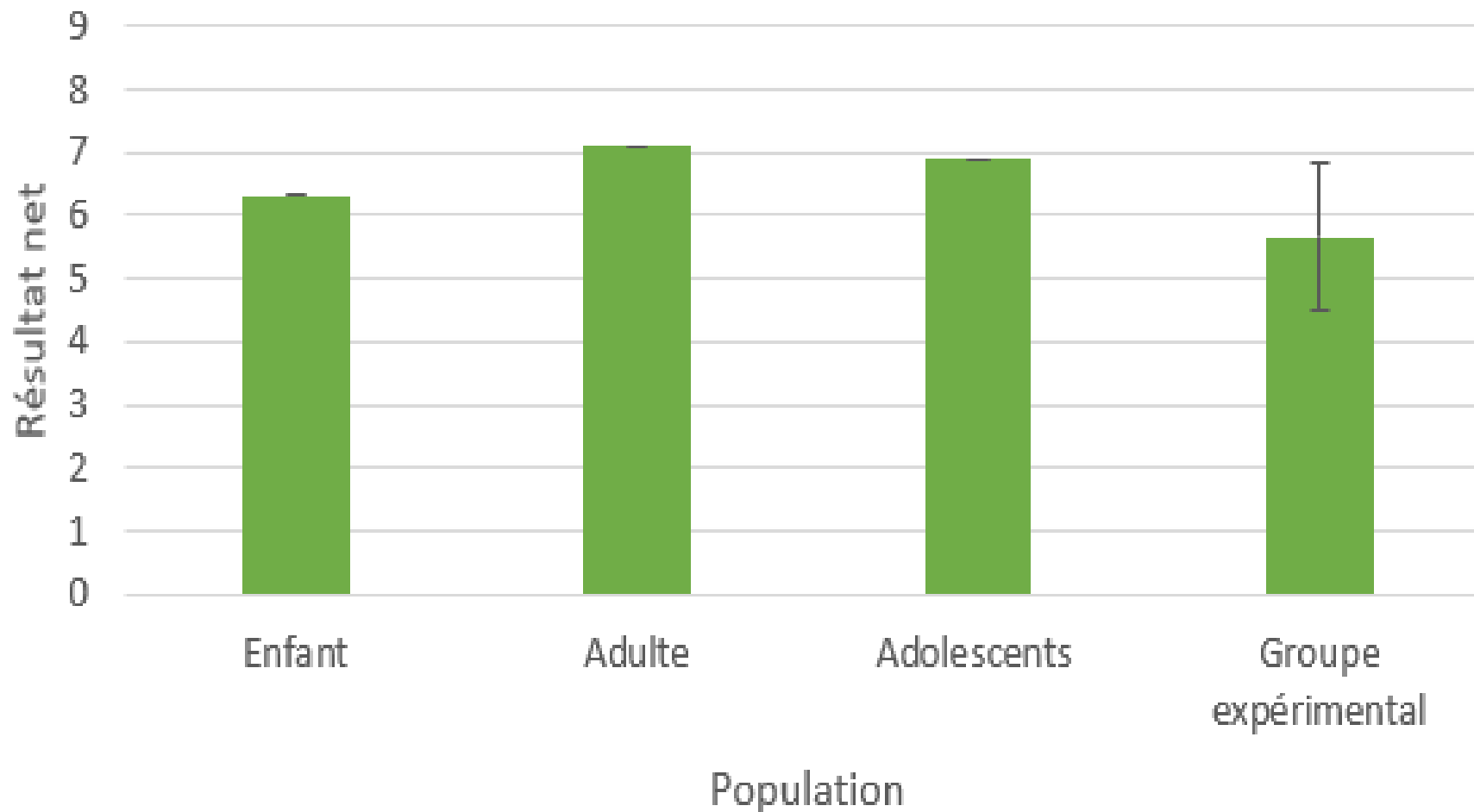
	Enfant	Adulte	Groupe expérimental
<b>Pourcentage de réussite moyen au test de Stroop(%)</b>	61,10	90,50	93,76
<b>Écart-type en pourcentage (%)</b>	18,70	11,90	6,16



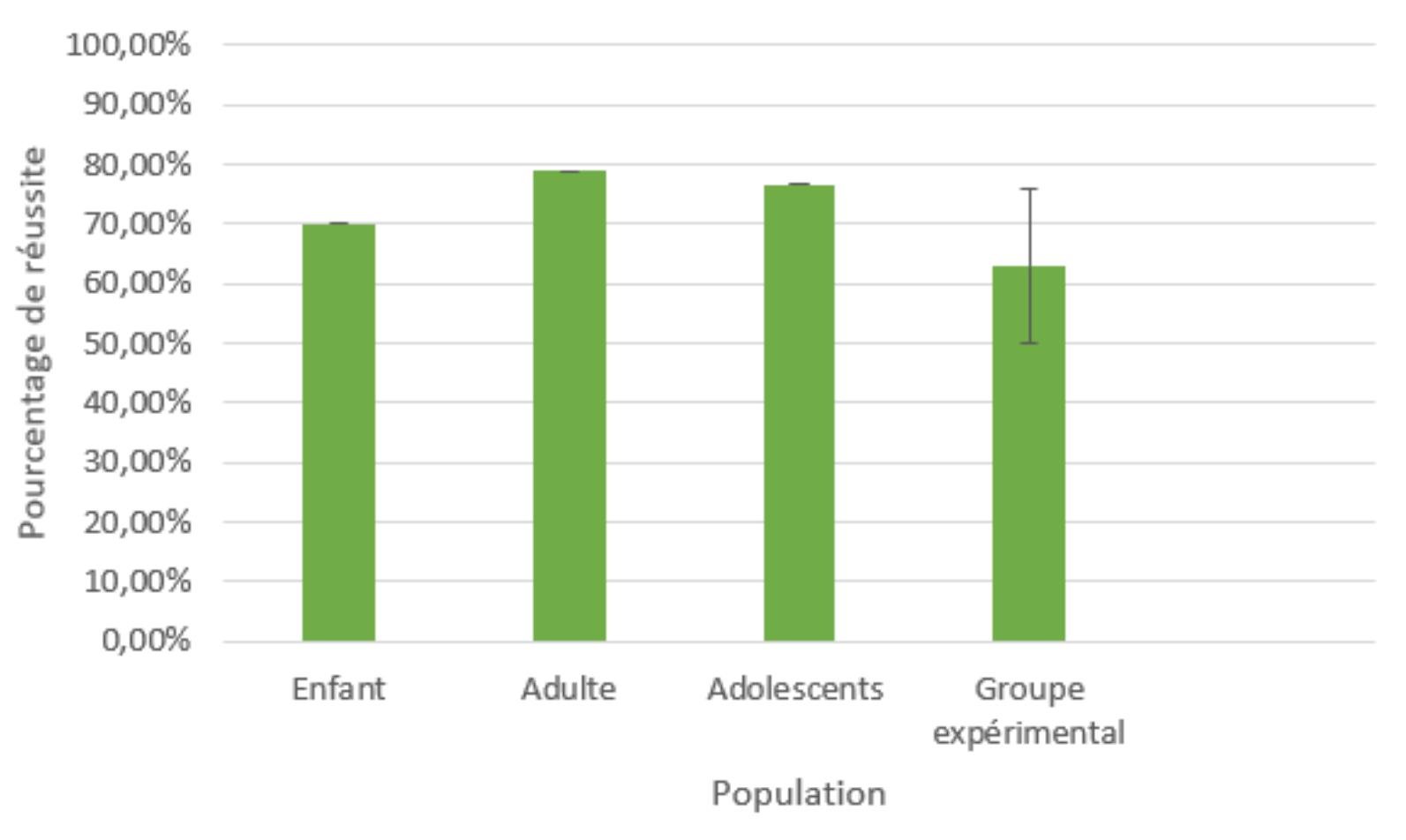
**Graphique 13 :** La comparaison du groupe expérimental (l'ensemble des trois groupes [32, 33 et 31]) dont les tests ont été effectués le 20 mars 2023 à l'école Liberté Jeunesse située à St-Marthe-sur-le-lac avec les autres populations (enfant et adulte) au test de Stroop.

**Tableau 12 :** La comparaison du groupe expérimental (l'ensemble des trois groupes [32, 33 et 31]) dont les tests ont été effectués le 20 mars 2023 à l'école Liberté Jeunesse située à St-Marthe-sur-le-lac avec les autres populations (enfant, adulte et adolescent) au test de Corsi.

	Enfant	Adulte	Adolescent	Groupe expérimental
<b>Pourcentage de réussite moyen au test de Corsi (%)</b>	70,00	78,89	76,67	62,89
<b>Écart-type en pourcentage (%)</b>	N/A	N/A	N/A	12,81
<b>Résultat net au test de Corsi</b>	6,3	7,1	6,9	5,66
<b>Écart-type net</b>	N/A	N/A	N/A	1,15



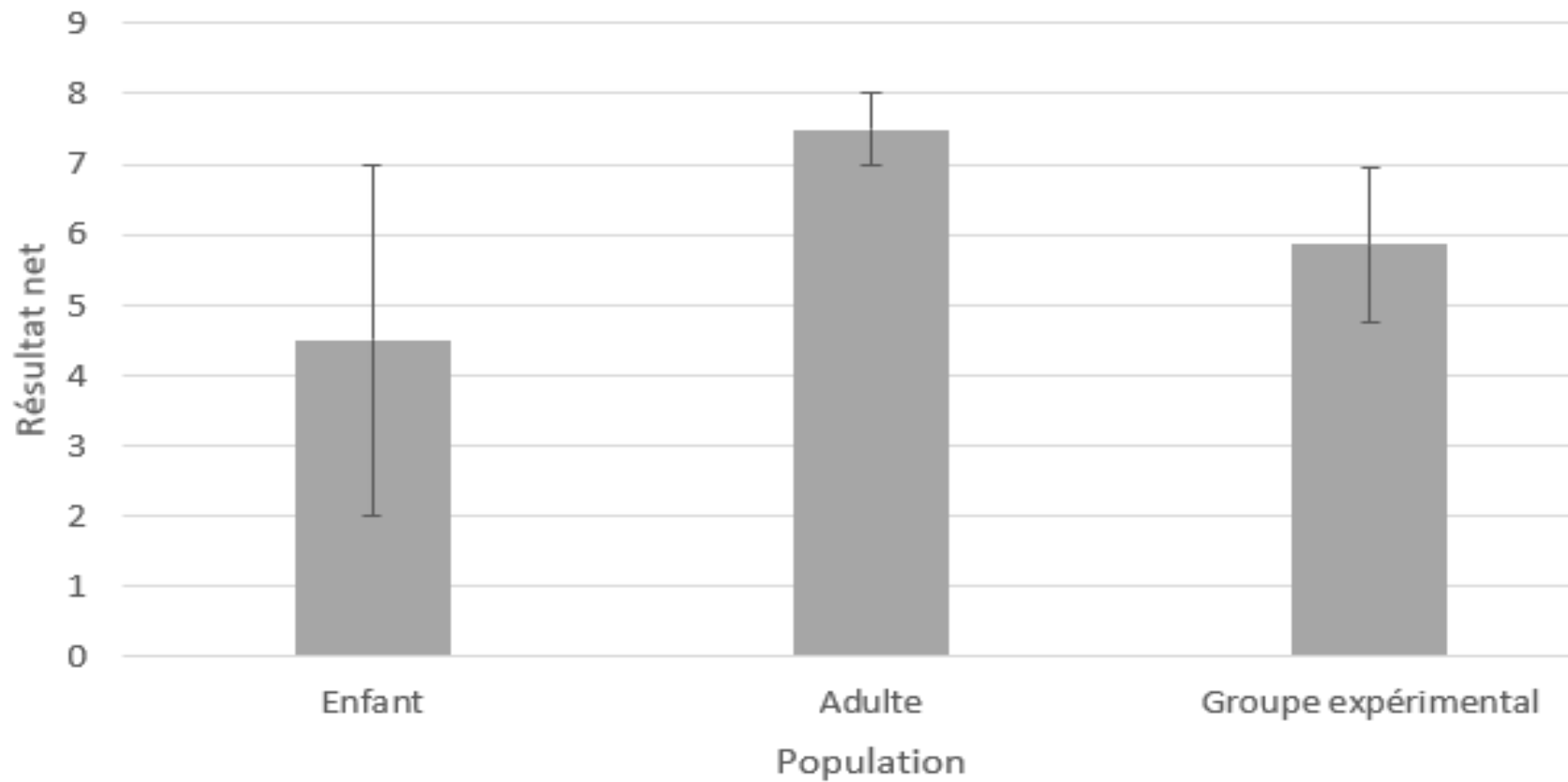
**Graphique 14 :** La comparaison du groupe expérimental (l'ensemble des trois groupes [32, 33 et 31]) dont les tests ont été effectués le 20 mars 2023 à l'école Liberté Jeunesse située à St-Marthe-sur-le-lac avec les autres populations (enfant, adulte et adolescent) au test de Corsi avec les résultats nets.



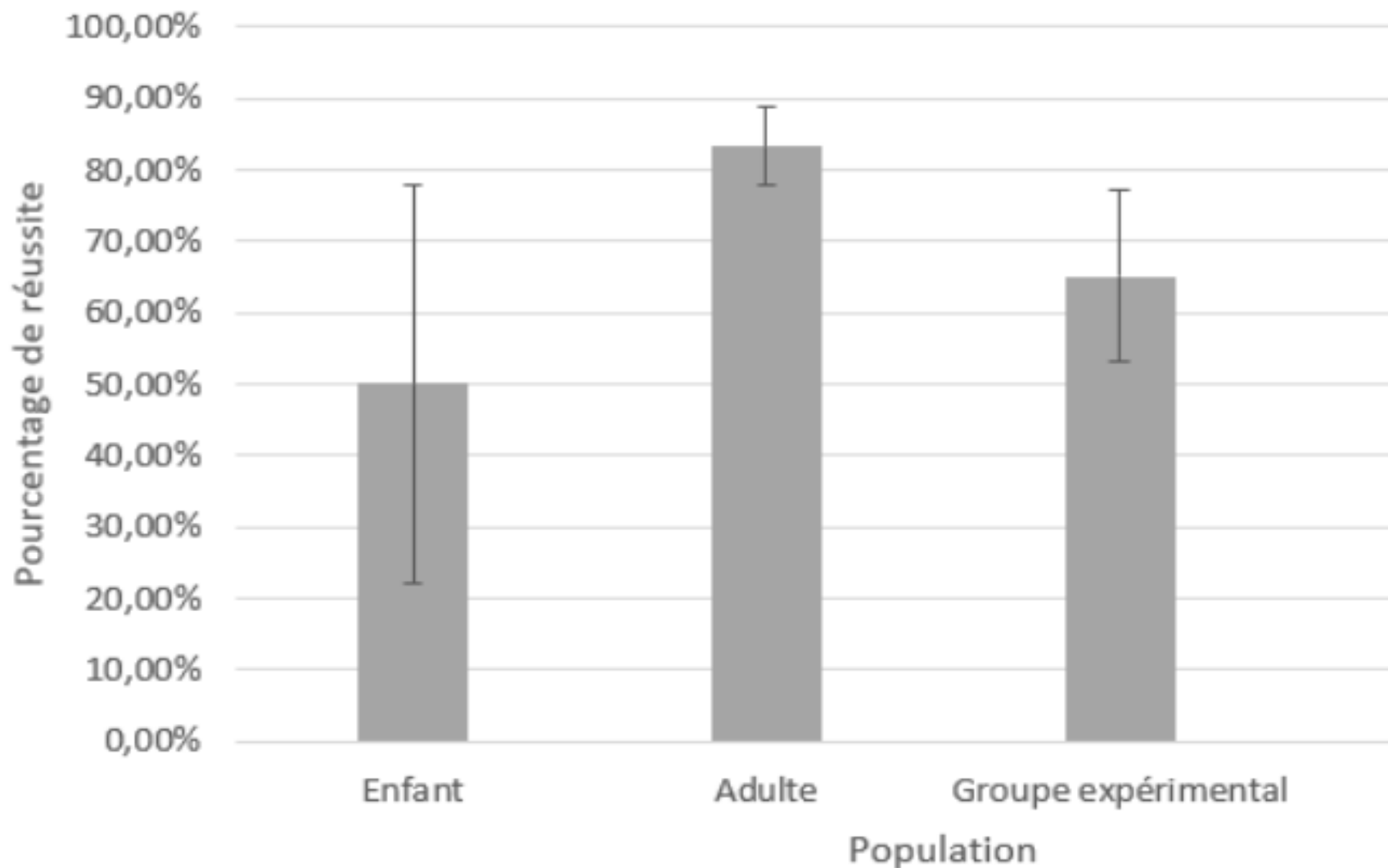
**Graphique 15 :** La comparaison du groupe expérimental (l'ensemble des trois groupes [32, 33 et 31]) dont les tests ont été effectués le 20 mars 2023 à l'école Liberté Jeunesse située à St-Marthe-sur-le-lac avec les autres populations (enfant, adulte et adolescent) au test de Corsi en pourcentage.

**Tableau 13** : La comparaison du groupe expérimental (l'ensemble des trois groupes [32, 33 et 31]) dont les tests ont été effectués le 20 mars 2023 à l'école Liberté Jeunesse située à St-Marthe-sur-le-lac avec les autres populations (enfant, adulte et adolescent) au test de « Digit Span ».

	Enfant	Adulte	Groupe expérimental
<b>Pourcentage de réussite moyen au test du « Digit Span » (%)</b>	50,00	83,34	65,11
<b>Écart-type en pourcentage (%)</b>	27,78	5,56	12,07
<b>Résultat net au test du « Digit Span »</b>	4,5	7,5	5,86
<b>Écart-type net</b>	2,5	0,5	1,09



**Graphique 16 :** La comparaison du groupe expérimental (l'ensemble des trois groupes [32, 33 et 31]) dont les tests ont été effectués le 20 mars 2023 à l'école Liberté Jeunesse située à St-Marthe-sur-le-lac avec les autres populations (enfant, adulte et adolescent) au test de « Digit Span » avec les résultats nets.



**Graphique 17 :** La comparaison du groupe expérimental (l'ensemble des trois groupes [32, 33 et 31]) dont les tests ont été effectués le 20 mars 2023 à l'école Liberté Jeunesse située à St-Marthe-sur-le-lac avec les autres populations (enfant, adulte et adolescent) au test de « Digit Span » en pourcentage.



## 4. Discussion

### 4.1. Description de la population

Concernant la description de l'échantillon de la population prélevée pour cette expérimentation, la population était mixte et l'âge des élèves participants à l'étude se situait entre 14 et 15 ans. Pour chacun des groupes d'âge, le nombre d'hommes et de femmes était sensiblement le même. Les garçons de 14 et 15 ans étaient respectivement au nombre de 28 et 13 au total. Les filles étaient respectivement au nombre de 32 et 17 au total. Donc, les hommes étaient 41 à répondre aux tests et les femmes étaient plus nombreuses, étant 49 à répondre aux tests ( $49 > 41$ ). La population totale était de 90 individus pour l'expérience.

Pour des raisons méthodologiques, il n'a pas été possible de procéder à la passation des tests à l'ensemble de la population au même moment. En effet, ayant trois groupes à la disposition de cette expérience, il y a eu trois moments différents de la journée où l'expérimentation s'est déroulée, soit 9h45, 11h10 et 13h45. N'étant pas tous des groupes homogènes en nombre, le groupe de 9h45 possédait 32 individus, celui de 11h10 en possédait 31 et celui de 13h45 en possédait 27. Toujours pour un total de 90 sujets.

### 4.2. Analyse sur les résultats concernant le test de Stroop

Au test de Stroop, plusieurs facteurs ont été analysés afin de savoir si ceux-ci avaient un impact sur la performance de l'administrateur central au niveau de sa fonction d'inhibition. Les facteurs qui ont été relevés sont l'âge, le sexe biologique et l'heure de passation. Des tableaux et des graphiques ont été formés à partir de ces composantes. Celles-ci auraient pu être multiples, en effet, plusieurs autres facteurs auraient pu être analysés pour l'ensemble des tests de cette recherche. Par exemple, le niveau de sommeil, l'alimentation préalable, l'humeur, l'activité physique précédente, etc. (21,23). Seulement, par faute de moyens et pour de nombreuses raisons méthodologiques, ces facteurs d'influences ne seront pas abordés. De plus, également pour des raisons méthodologiques, il aurait été judicieux de demander un rapport d'état de santé oculaire chez les sujets. En effet, un problème de vision pourrait entraver les performances puisque cela pourrait nuire à l'encodage d'informations puisque cette même information n'aurait pas pu faire son chemin vers l'administrateur central, ce ne serait donc pas la faute de ce dernier. Encore une fois pour des raisons méthodologiques, ce facteur n'a pas pu être pris en compte. Il est important de préciser que cette influence dont il est question ici peut autant affecter les résultats de manière positive ou négative. De ce fait, si l'expérimentation s'était déroulée un jour plus tôt ou plus tard, les données ne seraient pas identiques. En mesurant des facteurs extérieurs, il est possible d'avoir une meilleure interprétation du test de Stroop et de savoir à quel point la fonction d'inhibition de l'administrateur central a bien inhibé la distraction du mot de couleur afin d'investir en priorité l'attention sur la couleur du mot en elle-même (4).

Pour débiter sur l'analyse des résultats, les résultats sont très près les uns des autres lorsqu'il y a une comparaison entre les deux âges possibles, soit 14 et 15 ans. Il en est de même pour les écarts-types qui ne semblent pas se dissocier. Il est possible de le constater avec le test d'hypothèse afin de vérifier si les écarts sont significatifs (voir la section: annexe) (3). En effet, pour le test de Stroop, la résultante du test statistique est de 0,014. Ce résultat est en deçà de 1,645 (3). Celui-ci représente un pourcentage d'écart inférieur à 5%, cette donnée provient de la Table de la loi normale (3). L'écart n'est donc pas significatif (3). Il est important de préciser que le test d'hypothèse a été utilisé pour tous les facteurs pouvant influencer les performances excepté un: l'heure de passation. Les raisons de ce choix seront expliquées plus loin. Ceci veut dire que l'âge du sujet n'influence aucunement les performances au test de Stroop et qu'il n'est pas nécessaire de prendre ce facteur en considération pour cette expérience pour ce qui est du test de Stroop. Puisqu'il n'y a pas de différence entre les deux âges possibles du groupe, soit 14 et 15 ans, il est possible de prendre le groupe comme étant comparable sur la question de l'âge au test de Stroop.

Ensuite, le sexe biologique du sujet a également été pris en compte afin de savoir si le fait d'être biologiquement un garçon ou une fille influençait les résultats obtenus. Il a été vu dans une étude portant sur la mémoire de travail chez les enfants de moins de 12 ans de l'université Lorraine, une institution française, que les garçons performaient généralement mieux que les filles à un très bas âge pour ce qui concerne la mémoire de travail (20). Seulement, avec l'âge, l'écart s'est davantage resserré jusqu'au point où il n'y avait plus de différence significative entre les deux sexes (20). Ainsi, il faudrait s'attendre pour le test de Stroop qu'il n'y ait pas de différence puisqu'à partir de 12 ans, la parité serait atteinte (20). C'est effectivement ce qui a été observé, en effet, pour le test de Stroop, les résultats et les écarts-types ont semblé être relativement assez proches les uns des autres lorsqu'ils sont comparés avec leur homologue. Par contre, le sexe biologique semble avoir une plus grande disparité que l'âge au test de Stroop. Au test d'hypothèse, le résultat était de 0,850. Ainsi, tout comme l'âge, le sexe biologique n'influence pas les performances de la fonction d'inhibition de l'administrateur central non plus, comme il était prévu. Donc, il est possible, tout comme avec la question de l'âge, de prendre le groupe comme étant comparable sur la question du sexe biologique au test de Stroop.

Pour finir sur les facteurs analysés pouvant influencer les performances de la fonction d'inhibition de l'administrateur central, il faut aborder la variable de l'heure de passation des tests. Comme mentionné plus tôt, tous les groupes de sujets n'ont pu passer l'expérimentation au même moment. Il faut donc prendre en considération si l'heure de passation a eu un impact significatif sur les performances des sujets à l'étude. Ayant trois groupes à l'étude, il y a donc trois données par test effectué. Puisqu'il faut prendre en compte trois données en même temps et non deux comme pour le facteur de l'âge et du sexe biologique, un autre test a dû être employé afin de voir si les écarts entre les résultats étaient significatifs. En effet, le test d'hypothèse a été rejeté au profit de la loi de Student. N'étant pas le même outil, le chiffre représentant la ligne entre un écart significatif ou non n'est plus de 1,645, mais bien de 1,706. Cette donnée provient également de la Table de la loi normale mentionnée plus tôt dans l'analyse de ce rapport.

Ensuite, concernant les performances au test de Stroop selon l'heure de passation, il est possible de voir que les résultats et les écarts-types des groupes semblent être assez proches entre eux.

Afin de confirmer mathématiquement cette tendance, la loi de Student a été employée comme il est mentionné dans le paragraphe précédent. L'écart entre le groupe de 9h45 et de 11h10 se révèle à être de 0,036. Pour l'écart entre le groupe de 9h45 et de 13h45, il est question de 0,333. Finalement, le résultat entre le groupe de 11 h 10 et de 13h45 est de 0,357. De ce fait, il est possible de constater que les écarts ne sont pas significatifs entre eux concernant le test de Stroop selon l'heure de passation. En revanche, il est possible de voir que le groupe de 9h45 et le groupe de 11h10 sont les deux parcelles qui se ressemblent le plus au niveau de performance. Effectivement,  $0,036 < 0,333 < 0,357$ . Le groupe de l'après-midi se distingue donc plus des groupes du matin. Par contre, puisque tous les écarts ne sont pas significatifs, il est possible de considérer les trois groupes comme étant comparables sur les performances au test de Stroop concernant l'heure de passation. Selon les trois facteurs analysés dans cette expérimentation, aucun n'a eu un impact majeur sur les résultats. De ce fait, il est donc possible de considérer l'échantillon comme étant entièrement homogène au test de Stroop. Il est possible de la comparer avec les autres populations mentionnées dans les hypothèses de départ.

Pour poursuivre, il est important de se rappeler le but de cette expérimentation, soit de comparer un échantillon de sujets représentant une population âgée de 14 à 15 ans avec une population d'enfants âgés de moins de 12 ans et une population adulte. Pour ce faire, chacun des tests possède un tableau et un graphique respectif afin de pouvoir comparer les valeurs observées avec les valeurs attendues. En faisant cette comparaison, la vérification de la véracité des hypothèses de départ sera possible. Il a fallu utiliser un autre test statistique que le test d'hypothèse et la loi de Student (3). En effet, à ce moment, l'objectif n'est pas de vérifier si les écarts entre les résultats sont significatifs, mais plutôt de vérifier sur la valeur obtenue est proche de la valeur attendue (3). Ainsi, il est question ici du test d'hypothèse avec une moyenne (3). Le chiffre pouvant déterminer si la valeur obtenue est proche de la valeur attendue est de 1,645, tout comme avec le test d'hypothèse (3). Ce chiffre fait également référence à la Table de la loi normale (3).

Après avoir déterminé que l'échantillonnage testé était homogène selon les facteurs observés préalablement au test de Stroop, il est possible de répondre à l'hypothèse de départ suivante: pour le test de Stroop, il est prévu qu'il y ait un taux de réussite, pour la population testée, de 75,80% avec un écart-type de 14,70% (en faisant la moyenne théorique entre la population des enfants et des adultes), il y aurait donc une supériorité vis-à-vis de la population des enfants et une infériorité vis-à-vis des adultes. Pour commencer, il est possible de voir que le groupe expérimental est la population avec le plus haut taux de réussite, surpassant largement les enfants et de quelques pourcents les adultes. L'écart-type est également très faible en comparaison avec les autres populations pour le groupe expérimental. Puisqu'en théorie, au test de Stroop, un test mesurant la fonction d'inhibition de l'administrateur central, le développement de l'administrateur central se fait entre 11 et 15 ans et que le groupe expérimental est âgé de 14 à 15 ans (22), il a fallu faire une moyenne entre le taux de réussite théorique des enfants et des adultes. En effet, en théorie, les adolescents sont censés mieux performer que les enfants tout en demeurant hypoperformant en comparaison avec les adultes. De plus, le développement étant très variable, soit entre 11 et 15 ans, il est impossible de prédire avec exactitude la performance d'un individu en avance, ceci vient donc justifier encore plus l'emploi d'une moyenne entre le taux

de réussite des enfants et des adultes. Pour enchaîner, la valeur attendue est de 75,80% de taux de réussite avec 14,70% en écart-type. En faisant le test d'hypothèse avec une moyenne avec le résultat obtenu. L'écart entre le résultat attendu et le résultat obtenu est de 27,613. Tout comme le test d'hypothèse, le premier test statistique utilisé, le chiffre représentant la ligne entre un écart significatif ou non est de 1,645. De ce fait, l'écart est significatif pour ce qui est du test de Stroop. Ainsi, la prédiction de la performance de la population des adolescents testés ne vient pas rejoindre le résultat obtenu. Cependant, il est possible de voir que les adolescents ont une meilleure performance généralement que les enfants, ceci vient corrélérer avec l'hypothèse initiale. Par contre, le groupe expérimental a mieux performé que les adultes, ceci ne faisait pas partie des prédictions initiales. De ce fait, l'hypothèse de départ n'est que partiellement correcte lorsqu'il est question du test de Stroop. Afin d'expliquer cet écart avec la théorie et la pratique, les causes d'erreurs commises de l'expérience au test de Stroop seront décrites dans le prochain paragraphe.

Comme dans toute expérience, des causes d'erreurs ont été commises lors de l'expérimentation concernant ce rapport. En effet, celles-ci ont eu un impact non négligeable sur les résultats mesurés au test de Stroop, il est possible de le voir avec l'écart significatif mesuré au paragraphe précédent concernant la comparaison du groupe expérimental avec les deux autres populations. La cause d'erreur responsable de l'hyperperformance moyenne au test du Stroop est le temps alloué aux sujets pour sélectionner la couleur du mot. Effectivement, lors de la programmation du site contenant les trois tests, il a été décidé que le temps de réponse maximum serait de deux secondes par choix de réponse. Seulement, les études sur lesquelles les résultats attendus ont procédé avec une seconde au maximum pour répondre. De plus, le neuropsychologue Jean Villemagne a mentionné lors d'une entrevue exclusive les propos suivants: « Il faut donner une seconde par mot, c'est ça habituellement le test Stroop. S'il y a une extension jusqu'à deux secondes, beaucoup moins de gens vont faire d'erreurs (26). » Ayant eu plus de temps pour répondre aux questions, les sujets ont eu un temps de réflexion possible plus long et de ce fait, la difficulté du test se retrouve à être beaucoup plus faible. Les résultats obtenus sont donc plus élevés que les résultats attendus. À cause de cela, il n'est donc pas possible d'arriver à la conclusion que le groupe expérimental composé d'adolescents âgés de 14 à 15 ans est meilleur que sa tranche d'âge et même meilleur qu'une population adulte qui est complètement développée au niveau de son administrateur central. Aussi, il y a une autre cause d'erreur probable. En effet, les sujets n'étaient pas seuls. Ainsi, même si les expérimentateurs se sont efforcés de garder la classe en silence et concentré à leur tâche, il n'est pas impossible qu'il y ait eu des interférences interélèves qui auraient également pu avoir un impact négatif sur les performances et altérer du même coup les mesures. Finalement, après avoir demandé l'avis des sujets concernant le test de Stroop, il a été retenu que le test commençait trop rapidement lorsque la page allait vers la suivante. En effet, un très faible délai a été laissé pour les sujets pour se familiariser avec l'interface. Ceci ne vient donc pas mesurer la fonction d'inhibition de l'administrateur central comme le veut cette recherche. Les résultats ont pu être impactés négativement par ce trop faible délai. Afin d'améliorer l'expérience concernant le test de Stroop, il faudrait donc appliquer une seule seconde entre les choix de réponse, tout comme il est conseillé par le neuropsychologue Jean Villemagne et par les autres études sur lesquelles les valeurs théoriques sont basées. De plus, il aurait fallu trouver un moyen pour assurer un silence

dans le local où l'expérimentation s'est déroulée afin de minimiser l'impact du bruit, l'isolation de chacun des individus ou bien leur faire faire le test un par un. Ces améliorations d'expérience proposées ont pour but d'avoir des résultats mesurés plus fiables lors d'une expérimentation ultérieure.

### 4.3. Analyse sur les résultats concernant le test de Corsi

Tout comme le test de Stroop, les mêmes facteurs ont été analysés afin de voir leur impact sur le calepin visuo-spatial des sujets à l'étude. Concernant l'âge des participants, les pourcentages de réussite et les écarts-types sont plus éloignés que les autres tests. Le test d'hypothèse le prouve, le résultat est de 1,688. Celui-ci se retrouve donc supérieur à 1,645. Cette donnée provient de la Table de la loi normale (3). L'écart se retrouve donc à être significatif concernant le test de Corsi. Cela signifie donc que l'âge a réellement eu un impact sur les performances des sujets et qu'il n'est pas possible de considérer le groupe comme étant comparable concernant l'âge au test de Corsi. Cet écart peut tout à fait être expliqué de façon logique. En effet, au sein de l'échantillon analysé, il y a 60 sujets âgés de 14 ans et 30 sujets âgés de 15 ans. Ainsi, il y a très peu d'individus chez les 15 ans en comparaison avec les 14 ans qui sont deux fois plus nombreux. Aussi, ayant un chiffre qui ne fait qu'égaliser la trentaine, une seule donnée aberrante pourrait avoir pu déséquilibrer tout l'échantillonnage des 15 ans. Si, dans un cas hypothétique où il y aurait une donnée aberrante qui se serait glissée à l'intérieur des données récoltées, cette dernière serait retirée, il serait tout à fait probable que l'écart se resserre et que celui-ci ne soit plus significatif. Autrement, en ayant un échantillon plus élevé en nombre pour la population des individus de 15 ans, il serait probable de voir, en théorie, une tendance plus forte se rapprochant plus de la performance des individus ayant 14 ans. Aussi, l'écart entre 1,645 et 1,688 est minime. En vérité, il n'y a que quatre centièmes de trop pour considérer l'écart comme étant non significatif, ainsi, il s'en est fallu de peu pour considérer le groupe comme étant homogène concernant l'âge au test de Corsi. En effet, selon la littérature scientifique, il n'est pas censé avoir de différence entre les individus âgés de 14 et 15 ans puisque l'âge adulte est atteint à partir de l'âge de 12 ans pour ce qui concerne le calepin visuo-spatial (20). Ainsi, il serait logique de justifier cet écart par la faible proportion de sujets de 15 ans dans l'expérience dont il est question ici.

Pour poursuivre, il faut se pencher sur la présence ou l'absence d'impact du sexe biologique sur les résultats du groupe expérimental. Les résultats et les écarts-types semblent être relativement assez proches les uns des autres lorsqu'ils sont comparés avec leur homologue, ce qui est contraire à ce qui a été observé sur le facteur de l'âge. Le résultat au test d'hypothèse était 1,289. L'écart n'est pas significatif et donc, le sexe biologique n'a eu aucun impact sur les performances des sujets. Le groupe expérimental est donc considéré comme étant comparable lorsqu'il est question du test de Corsi selon le sexe biologique. Tout comme il a été mentionné plus tôt dans la sous-section portant sur les résultats du test de Stroop, en bas âge, les garçons ont des performances plus fortes que les filles, mais l'écart se resserre progressivement vers l'âge de 12 ans (20). Il est donc normal de ne voir aucun écart significatif entre les deux sexes biologiques.

Ensuite, pour ce qui est des résultats au test de Corsi selon l'heure de passation, il est difficile de voir si les écarts semblent être assez proches ou non à première vue. En effet, en comparaison avec le test de Stroop, le tout semble être plus disparate concernant le moment de la journée. La loi de Student démontre qu'entre le groupe de 9h45 et de 11h10, l'écart était de 0,706. Pour le groupe de 9h45 et de 13h45, l'écart était de 0,481. Pour le groupe de 11h10 et de 13h45, l'écart était de 0,338. Tout comme le test de Stroop, les résultats du test de Corsi n'ont aucun écart significatif entre eux selon l'heure de passation puisque tous les résultats à la loi de Student sont en deçà de 1,706 ici, la limite déterminant si l'écart est significatif ou non. De ce fait, l'heure de passation des tests n'a eu aucun impact sur les performances du calepin visuo-spatial et il est possible de considérer l'échantillonnage comme étant comparable au test de Corsi selon le moment de la journée où le test a eu lieu.

Pour poursuivre, il faut répondre à l'hypothèse de départ, soit : pour le test de Corsi, il devrait y avoir un taux de réussite pour la population testée de 76,67% ou bien de 6,9 éléments, soit supérieure à la population des enfants et inférieure à la population des adultes. Il est possible de voir que les enfants ont le taux de réussite théorique le plus faible. Avec l'âge, les performances s'améliorent. En effet, en théorie, les adolescents sont meilleurs que les enfants et les adultes sont à la première place du classement. En revanche, en observant la valeur obtenue par le groupe expérimental, il est possible de voir que l'échantillon est hypoperformant vis-à-vis de toutes les autres populations. L'hypothèse de départ prévoit une performance de 76,67%, ou bien 6,9 éléments nets. Or, le groupe expérimental possède un pourcentage de réussite de seulement 62,89%, ou bien 5,66 éléments. En effectuant le test d'hypothèse avec une moyenne, il est possible de voir un écart de -10,205, l'écart entre la valeur obtenue et attendue est donc significatif pour le test de Corsi puisqu'il surpasse la valeur de 1,645. Comme il a été mentionné dans l'hypothèse de départ, il était prévu que l'échantillon soit hypoperformant vis-à-vis des adultes et c'est effectivement le cas. Par contre, il a été prévu que les enfants soient inférieurs au niveau des résultats en comparaison avec la population adolescente testée, ce n'est pas le cas ici-présent. Il est donc possible d'arriver à la conclusion que l'hypothèse de départ est donc partiellement juste. Cependant, plusieurs causes d'erreurs viennent expliquer un tel dénouement.

Après une entrevue avec le neuropsychologue Jean Villemagne, plusieurs questions ont été posées afin de minimiser le plus possible les causes d'erreurs pouvant être impliquées lors de l'expérience. Il a été mentionner qu'« il faut faire attention. Dans l'administration du test, un des biais possibles, c'est que les gens ont tendance à aller directement vers les positions déterminées par la séquence à retenir. Cela vient créer des motifs puisqu'ils viennent retenir la position de la main de l'administrateur. Cela facilite l'encodage spatial comme tel. Ce n'est pas erroné [les résultats], mais il faut prendre cela en considération (26). » Afin d'empêcher cette éventualité, la décision de l'utilisation d'un site a été invoquée. La réponse fut la suivante: « C'est une version intéressante, il n'y aurait plus de main qui viendrait faciliter l'encodage d'information. » Il y a donc confirmation que le biais de la main n'est pas un enjeu à prendre en compte grâce à cette alternative. Par contre, il est toujours possible de constater un écart entre le résultat attendu et le résultat théorique. En effet, selon M. Villemagne, « La norme de l'adulte en donne 7 [nombre de

cubes maximum retenu à l'intérieur d'une séquence] habituellement, c'est ce qui est attendu. Est-ce qu'à 15 ans c'est déjà bien établi? C'est censé être oui, les études le démontraient (26). » Afin de justifier cet écart significatif, des causes d'erreurs ont été commises au courant du test de Corsi, tout comme avec le test de Stroop. En effet, l'impossibilité d'assurer un silence complet pour tous les sujets au moment de la complétion des tests a pu être un facteur qui aurait pu impacter négativement les résultats. Seulement, d'autres raisons peuvent venir expliquer cette performance en deçà des attentes. Après avoir demandé les impressions de chacun des sujets après l'expérimentation, certaines réponses sont revenues plus souvent que d'autres. Pour le test de Corsi, l'illumination des cubes lors des séquences était trop rapide. À cause de cela, le sujet peut se tromper dans la séquence tout simplement parce qu'il n'aurait pas vu un cube s'illuminer et non parce que son calepin visuo-spatial a atteint sa capacité maximale. Le choix de la couleur jaune pour l'illumination des cubes aurait aussi été problématique selon les sujets. En effet, les cubes étaient, au repos, de couleur rose pâle. Or, le jaune choisi était aussi très pâle. Il y a donc un manque de contraste entre les deux couleurs et cela aurait pu complexifier la détection de la séquence sur l'écran de leur ordinateur. De surcroît, il a été aussi mentionné que l'impossibilité d'effacer sa réponse avant de la soumettre était un défaut. Effectivement, le site ne permettait pas de rectifier sa réponse. Alors, si jamais un sujet venait à appuyer par inadvertance sur un cube erroné ou bien s'il se rendait compte avant la fin de sa séquence qu'elle était mauvaise, il était impossible de revenir en arrière. Cela vient donc contrecarrer la mesure de la capacité du calepin visuo-spatial et cela vient augmenter le niveau de difficulté du test inutilement. Afin d'améliorer la passation de ce test en particulier, il faudra tenter d'assurer un silence complet lors de l'expérimentation ou bien d'isoler chaque sujet lors du test pour éviter toute interférence. Il faudra également ralentir la vitesse d'illumination des cubes et changer la couleur d'illumination pour une couleur contrastant plus avec le rose pâle afin d'éviter de compliquer la détection de la séquence. Aussi, la possibilité de se corriger devra être disponible pour les sujets afin d'éviter les appuis accidentels ou tout autres problèmes possibles du même type.

#### 4.4. Analyse sur les résultats concernant le test du « Digit Span »

Tout d'abord, il a été vu que l'âge a eu un impact sur les performances du calepin visuo-spatial. Il serait intéressant aussi de savoir si c'est également le cas pour la boucle phonologique des sujets. Dans le tableau et le graphique relatif à l'âge au test du « Digit Span », les résultats et les écarts-types sont très près les uns des autres respectivement. Le groupe d'âge des 14 ans a obtenu un pourcentage de réussite moyen de 65,78% avec un écart-type de 12,11%. Le groupe d'âge des 15 ans a obtenu un pourcentage de réussite moyen de 63,67% avec un écart-type de 12,99%. Aucune dissociation claire n'est visible. Le test d'hypothèse vient le prouver avec un résultat de 0,784, soit un résultat inférieur à 1,645. L'écart n'est donc pas significatif comme il l'était pour le test de Corsi. L'âge n'a donc aucun effet sur les résultats de la boucle phonologique, tout comme sur l'administrateur central, dans cette expérience. Il est alors possible de considérer les groupes d'âge de 14 et 15 ans comme un seul groupe homogène. Cette conclusion confirme la théorie, puisque la capacité de stockage phonologique atteint son efficacité maximum à partir de l'âge de 12 ans (20). Les adolescents de 14 à 15 ans se retrouvent alors dans le même groupe (20).

Concernant le sexe biologique, il reste à déterminer si ce facteur possède une influence considérable sur la boucle phonologique au test du « Digit Span ». En observant le graphique et le tableau relatif à ce paramètre, tout comme les deux autres tests, les résultats et écarts-types sont tous très proches les uns des autres. Les garçons ont obtenu un pourcentage de réussite moyen de 65,33% avec un écart-type de 11,00%. Les filles ont obtenu un pourcentage de réussite moyen de 64,78% avec un écart-type de 13,33%. Tout comme pour le test de Stroop, le sexe biologique semble avoir une plus grande divergence entre les résultats qu'avec l'âge. En effectuant le test d'hypothèse, le résultat obtenu a été de 0,213, soit un résultat inférieur à 1,645. L'écart n'est donc toujours pas significatif et il est possible de déterminer que le sexe n'a pas d'influence sur les performances de la boucle phonologique. Les deux sexes peuvent alors être considérés comme un seul groupe homogène. Cette conclusion confirme la théorie: une étude de l'Université de Lorraine avait déterminé en 2013 que les garçons et les filles atteignent tous deux l'efficacité maximale de la boucle phonologique à partir de l'âge de 12 ans.

Enfin, concernant les performances au test du « Digit Span » selon l'heure de passation. Tous les écarts-types semblent être assez proches les uns des autres. Le groupe de 9h45 (gr. 32) a obtenu un pourcentage de réussite moyen de 64,22% avec un écart-type de 13,11%. Le groupe de 11h10 (gr. 33) a obtenu un pourcentage de réussite moyen de 67,33% avec un écart-type de 12,11%. Le groupe de 13h45 (gr. 31) a obtenu un pourcentage de réussite moyen de 63,33% avec un écart-type de 10,56%. Par contre, même si le groupe de 9h45 et de 13h45 possède des résultats assez proches, le groupe de 11h10 paraît plus éloigné. La loi de Student démontre que l'écart n'est pas significatif entre le groupe de 9h45 et celui de 11h10, puisque le résultat est de 0,246, soit un résultat inférieur à 1,706. Pour le groupe de 9h45 en comparaison avec le groupe de 13h45, il est question de 0,074. Pour finir, le groupe de 11h10 et de 13h45 a un écart de 0,350. Ainsi, les écarts ne sont pas significatifs non plus pour le test du « Digit Span ». L'heure de passation n'ayant aucun impact sur les résultats, il est alors possible de considérer les trois groupes comme un seul groupe homogène. L'âge, le sexe et l'heure de passation n'ayant aucun impact sur les résultats, il est alors possible de considérer les trois groupes comme un seul groupe homogène.

Les résultats des participants à l'étude étant indépendants des trois variables considérées, les participants peuvent être assemblés dans un groupe homogène. De ce fait, le taux de réussite de ce groupe peut être comparé au taux de réussite des autres populations, sans tenir compte de ces variables. Le taux de réussite de la population expérimentale de 14 à 15 ans est de 65,11% avec un écart-type de 12,07%, soit un nombre de 5,86 éléments réussis sur 9 avec un écart-type de 1,09 élément. Au test du « Digit Span », l'hypothèse était que la population des 14 à 15 ans obtiendrait le même taux de réussite que la population adulte des 18 à 60 ans; et un taux plus élevé que la population des enfants de 5 à 12 ans. La population des 14 à 15 ans devait avoir un taux de réussite de 83,34 % avec un écart-type de 5,56%, soit un nombre de 7,5 éléments réussis sur 9 avec un écart-type de 0,5 élément. La population des 14 à 15 ans devait alors être de pair avec les adultes, qui eux ont obtenu le même résultat. Quant à elle, la population des 5 à 12 ans



a obtenu un taux de réussite de 50,00% avec un écart-type de 27,78%, soit un nombre de 4,5 éléments réussis sur 9 avec un écart-type de 2,5 éléments. Selon les résultats obtenus, la population expérimentale de 14 à 15 ans se situerait alors en réalité entre le groupe des enfants et celui des adultes. Cela va en partie à l'encontre de la littérature. D'une part, le groupe des adolescents de 14 à 15 ans a obtenu un taux de réussite supérieur à celui du groupe des enfants comme prévu. D'une autre, celui-ci a obtenu un taux de réussite inférieur au taux du groupe des adultes. Pourtant, le groupe d'adolescents devrait avoir le même taux que les adultes, puisque l'efficacité de la boucle phonologique devrait être atteinte à l'âge de 12 ans. L'hypothèse initialement posée est donc en partie infirmée. De plus, le taux de réussite attendu pour la population de 14 à 15 ans n'a pas été atteint par le groupe expérimental. À l'aide du test d'hypothèse avec une moyenne, un écart de -14,328 entre le taux de réussite attendu et obtenu a été calculé. Cet écart est significatif, puisqu'il dépasse la limite de 1,645. Cette déviation évidente par rapport aux résultats et tendances attendus peut s'expliquer par plusieurs causes d'erreurs.

Plusieurs causes d'erreur pourraient justifier l'hypoperformance du groupe expérimental des 14 à 15 ans par rapport aux adultes et au groupe théorique des adolescents de 14 à 15 ans. La première cause d'erreur serait l'impossibilité de retirer un chiffre sélectionné pour corriger une erreur de frappe lors de la passation du test sur le site. De par le nombre élevé de participants ayant relevé l'absence de cette fonctionnalité, il est possible de dire qu'elle a joué un rôle important dans le résultat de ceux-ci. Il aurait donc fallu leur en donner la possibilité. La deuxième cause d'erreur serait l'absence de son lors du test. Le test du « Digit Span » sert à tester l'efficacité de la boucle phonologique. La boucle phonologique est utilisée pour stocker l'information lue et entendue. C'est pourquoi, dans les études ayant déjà été réalisées dans le passé, les chiffres à retenir étaient également lus à voix haute par l'expérimentateur. Le groupe expérimental de 14 à 15 ans a été désavantagé et leur taux de réussite a donc été plus faible qu'il n'aurait dû l'être. Cette fonctionnalité aurait donc dû être implémentée sur le site pour permettre aux participants d'entendre la suite de chiffres. Cependant, les sujets n'avaient pas d'écouteurs en leurs possessions: il aurait fallu leur en fournir. Ceci n'aurait pas été optimal, puisque les écouteurs de l'école secondaire n'étaient pas de bonne qualité. Ainsi, l'implémentation du son n'a pas pu être faite pour des raisons méthodologiques. La troisième cause d'erreur serait la méthode de transmission de la réponse des participants. Pour faciliter la passation du test, celui-ci a été administré à l'aide d'un site. Les participants ont alors dû sélectionner les chiffres dans le bon ordre sur un clavier implémenté sur ce dernier. En revanche, les études déjà existantes ont toutes administré le test en personne, sans utiliser un ordinateur. C'est un expérimentateur qui présentait les suites de chiffres et le participant pouvait alors communiquer à voix haute sa réponse. Dans cette expérience, les participants n'avaient pas non plus accès à des souris d'ordinateur, ce qui a ralenti la sélection des chiffres sur le clavier. L'interaction avec un ordinateur, ainsi que le délai de réponse entraîné par celle-ci, aurait pu occasionner l'oubli plus rapide de la séquence de chiffres présentée. Il aurait alors fallu administrer le test à chaque participant en personne. Les participants auraient alors effectué le test dans les mêmes conditions que les populations avec lesquelles ils ont été comparés dans cette expérience. La quatrième cause d'erreur serait les distractions entraînées par l'environnement dans lequel les participants ont fait leur test. En effet,

certaines des élèves des classes testées communiquaient entre eux avant et pendant la durée des tests. Pour que cela n'arrive pas, il aurait fallu administrer le test à chaque élève individuellement. Le taux de réussite du groupe expérimental aurait été davantage comparable à celui des adultes.

#### 4.5. Analyse sur le taux de réussite du groupe expérimental entre les tests

Après avoir fait la comparaison entre les groupes sur différents facteurs à étudier, l'ensemble des sujets ont été intégrés à un seul groupe afin de pouvoir comparer le taux de réussite entre les différents tests. En observant le tableau et le graphique correspondants, deux figures exposant la même situation, il est possible de voir que le test de Corsi et le test du « Digit Span » semblent avoir des résultats à peu près similaires avec des écarts-types aussi à peu près similaires au niveau du taux de réussite. En opposition avec ses deux homologues, le test de Stroop possède un taux de réussite beaucoup plus élevé avec un écart-type environ deux fois faible. En effet, le test de Corsi possède un pourcentage de réussite de 62,89% et le test du « Digit Span » de 65,11%. Le test de Stroop, en opposition, possède un pourcentage de réussite de 93,76%. La raison de cette disparité peut s'expliquer par le fait que lors de la programmation du site web regroupant les différents sites, les sujets avaient deux secondes pour sélectionner la couleur du mot. Or, il a été spécifié par le neuropsychologue, Jean Villemagne, qu'« il faut donner une seconde par mot, c'est ça habituellement le test Stroop. S'il y a une extension jusqu'à deux secondes, beaucoup moins de gens vont faire d'erreurs (26). » De plus, les valeurs attendues provenant de la littérature scientifique ont également été mesurées avec un test de Stroop limité à une seconde pour répondre par mot. De ce fait, en ayant facilité la passation du test, il est normal de voir un taux de réussite anormalement élevé en comparaison avec les autres tests effectués, qui eux n'ont pas eu d'agents facilitants, lors de l'expérimentation du lundi 20 mars 2023.

#### 4.7. Critiques de l'expérimentation

Afin d'améliorer l'expérience qui a été effectuée, il y a plusieurs points à aborder. Tout d'abord, il aurait fallu augmenter le nombre de participants dans le but d'avoir des résultats plus solides et plus fiables. Cependant, ceci n'a pas pu être fait pour diverses raisons méthodologiques. En effet, il a été difficile de trouver un établissement scolaire laissant les expérimentateurs prendre leurs mesures et l'opportunité saisie a été modeste. Cette modeste sélection a dû être faite puisqu'une contrainte de temps a été appliquée à ce groupe de recherche. De surcroît, un plus grand nombre d'individus composant l'échantillonnage permet l'analyse de plus de variables. En effet, en ayant déjà un petit groupe sous la main, subdiviser encore plus l'échantillon afin d'avoir un bassin de population possédant des caractéristiques plus précises devient impertinent. Comme il a été abordé précédemment avec la composante de l'âge, il n'y avait qu'une trentaine de participants d'un âge précis. Statistiquement parlant, il serait préférable d'avoir un plus grand groupe afin de minimiser l'impact d'une donnée aberrante sur les résultats compilés.

Pour poursuivre, le questionnaire aurait pu être plus détaillé. En effet, le sexe, l'âge, le groupe et un diagnostic de daltonisme, s'il y a omission des résultats évidemment, ont tous été demandés à chacun des participants. D'autres questions auraient pu être posées. En effet, comme il a été mentionné plus tôt dans cette analyse, divers facteurs peuvent grandement influencer les résultats. Il aurait été pertinent de demander si le sujet avait mangé ce matin. Il aurait également été judicieux de demander si celui-ci avait dormi au moins 8,7 heures, soit la moyenne du nombre d'heures de sommeil chez les adolescents typiques, la nuit précédant l'expérimentation (2). Bien sûr, ce ne sont que des exemples et bien d'autres questions auraient pu être sujettes à l'analyse. Par exemple, il aurait été important de demander aux sujets, toujours de manière anonyme afin d'éviter tout embarras pouvant provoquer un mal-être ou un mensonge, s'il y avait un diagnostic d'un trouble neurodéveloppemental quelconque émis par un professionnel. Ces questions auraient guidé les recherches préliminaires et les sujets abordés au sein de l'introduction de ce rapport et celui-ci aurait été plus complet. De plus, ayant plus de composantes à prendre en considération, l'analyse aurait pu être plus profonde et aurait couvert plus de points pertinents. Bref, l'expérience aurait été généralement plus significative scientifiquement parlant.

Pour poursuivre, un autre point majeur a été omis dans cette expérimentation, en effet, aucun sujet n'a été isolé à aucun moment pendant la passation des tests. Ceci aurait pu grandement affecter les performances du groupe expérimental dans son ensemble. N'ayant que trois membres de l'équipe de recherche sur place au moment de l'expérimentation pour surveiller la passation des tests pour une trentaine d'élèves au même moment, il est difficile d'assurer un silence complet et, du même coup, toute interférence pouvant déranger un sujet. Ne suffisant que d'un élément perturbateur au sein d'un groupe, la fiabilité des résultats s'en trouve touchée. Ce n'était pas le cas pour les études où les résultats théoriques ont été prélevés. Effectivement, leurs sujets ont tous été placés dans un contexte de silence et d'isolation par rapport à toute interférence possible pouvant venir déranger la passation d'un test. Ceci peut donc venir expliquer l'hypoperformance au test de Corsi et au test du « Digit Span » puisque, n'étant pas dans les mêmes conditions, le niveau de difficulté n'est absolument pas le même. De ce fait, pour pouvoir véritablement comparer les résultats théoriques avec les résultats collectés, il faut mettre le groupe expérimental dans des conditions similaires aux groupes théoriques. Seulement, pour des raisons méthodologiques, il n'a pas été possible de prévenir cette situation compromettante.

Pour ce qui est des tests en eux-mêmes, les améliorations à apporter ont déjà été abordées dans les sous-sections respectives à chacun des tests lorsqu'il était le moment de discuter des causes d'erreurs commises au courant de l'expérimentation.

Afin de rendre l'expérimentation plus efficace et plus complète, il aurait été judicieux de pouvoir faire la passation des tests au même moment pour tous les participants de la recherche. Il aurait été également pertinent de récolter l'ensemble des informations nécessaires des participants, incluant les résultats, de manières numériques pour ainsi automatiser la compilation des résultats, l'élaboration de moyennes, l'élaboration d'écarts-types, la mise en place de tableaux et la formation de graphiques. Aussi, le fait que le sujet doit réécrire son résultat sur une feuille de

papier, ouvre la porte à des erreurs de retranscription, ainsi, il est impossible de garantir que les résultats inscrits sur le questionnaire reflètent réellement la performance du sujet. Les tests statistiques, donc le test d'hypothèse, la loi de Student et le test d'hypothèse avec une moyenne, auraient également pu être faits par un système automatisé. Ceci aurait grandement simplifié et accéléré tout le processus lors de l'élaboration de la section résultat de ce rapport. De surcroît, il serait intéressant de rendre le formulaire de consentement en ligne disponible pour tous les participants. Un processus fait par courriel aurait grandement simplifié la récolte de ces formulaires qui s'est avérée laborieuse dans ce cas-ci sans toutefois remettre en doute la validité du consentement émis par le participant. Toutes ces améliorations n'ont pas pu être appliquées pour des raisons méthodologiques encore une fois.

## 5. Conclusion

Pour conclure cette expérimentation, il faut faire mention des différents facteurs qui ont été analysés. Concernant l'âge, aucun écart n'a été significatif excepté l'âge au test de Corsi. Cependant, les explications explicitant cette disparité ont déjà été mentionnées dans la section de la discussion. Concernant le sexe biologique et l'heure de passation des tests, aucun écart significatif n'a été déploré. Ainsi, il a été possible de comparer tout l'échantillonnage avec les autres populations dont il est question dans cette recherche. Il faut refaire mention des hypothèses de départ. La première concerne le test de Stroop: il était prévu qu'il y ait un taux de réussite, pour la population testée, de 75,80% avec un écart-type de 14,70% (en faisant la moyenne théorique entre la population des enfants et des adultes), il y aurait donc une supériorité vis-à-vis de la population des enfants et une infériorité vis-à-vis des adultes. L'hypothèse est en partie infirmée. En effet, le groupe expérimental a eu des performances supérieures à la population des enfants. Cependant, contrairement à ce qui était prévu, il y a eu aussi une hyperperformance par rapport aux adultes et à la valeur théorique, soit 93,73% au lieu de 75,80% comme il était prévu initialement. La deuxième concerne, cette fois-ci, l'hypothèse de départ pour le test de Corsi était la suivante: il devrait y avoir un taux de réussite pour la population testée de 76,67% ou bien de 6,9 éléments, soit supérieure à la population des enfants et inférieure à la population des adultes. Tout comme pour le test de Stroop, l'hypothèse est également en partie infirmée. Comme il était prévu, le groupe expérimental a effectivement été hypoperformant en comparaison à la population des adultes. Néanmoins, il y a aussi eu une sous-performance en comparaison avec les enfants et, du même coup, le pourcentage de réussite de 76,67% n'a pas été atteint puisque l'échantillon a obtenu 62,90%. La troisième concerne le test du « Digit Span », l'hypothèse de départ était la suivante: il était prévu qu'un taux de réussite pour la population testée de 83,34% soit observé avec un écart-type de 5,56%, soit 7,5 éléments avec un écart-type de 0,5 élément, soit une supériorité en comparaison avec les enfants et des résultats s'approchant de ceux des adultes. L'hypothèse est en partie infirmée. En effet, le groupe expérimental a effectivement une meilleure performance que la population des enfants. En opposition, il a été prévu que les populations adulte et adolescente aient des résultats similaires, seulement, ce n'est pas le cas, les adultes sont supérieurs. À tous les tests, les écarts ont été significatifs, les causes d'erreurs de l'expérimentation ont été énumérées dans la section de la discussion. Afin de pousser l'expérimentation encore plus loin, il aurait été pertinent de plus détailler le questionnaire distribuer aux participants. En effet, en ayant plus de facteurs à prendre en considération et à analyser, la richesse scientifique de cette recherche en aurait été bonifiée. Finalement, pour une prochaine expérimentation, il serait judicieux de tester la mémoire épisodique et la mémoire sémantique des différentes populations et de comparer leurs performances entres-elles afin d'avoir un portrait complet de la mémoire à court et long terme pour l'ensemble de la population.



## 6. Médiagraphie

1. ALLAIN, Philippe; AUBIN, Ghislaine; FLISS, Rafika; HAVET-THOMASSIN, Valérie; LE GALL, Didier; PINON, Karine et THEZE, Charline. *Étude clinique des niveaux de perturbation de la métacognition sociale et du contrôle exécutif dans la pathologie frontale. Revue de neuropsychologie*, 2013, Vol. 5, pages 9 à 19.
2. ALVINE, Patrick. **La fatigue à l'adolescence, un symptôme carrefour**, Hôpital Bicêtre, Paris, France.
3. AMYOTTE, Luc. **Complément de méthodes quantitatives**, 2e édition, ERPI, Montréal, 2017.
4. ANDERSON, Michael C.; BADDELEY, Alan et EYSENCK, Michael W. **Memory**, 3e édition, les éditions Routledge, Londres et New York, 2020.
5. ATKINSON, Richard C. et SHIFFRIN, Richard M. (1968). *Human memory: A proposed system and its control processes*. In K. W. Spence & J. T. Spence (Eds.), **The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory**, 1968, Vol. 2, pages 89 à 195.
6. AUBRY, Alexandre; BOURDIN, Béatrice; GONTHIER, Corentin et HAINSELIN, Mathieu. **Mesurer le développement de la mémoire de travail: Exemple d'une tâche d'empan complexe adaptative**, Université de Picardie Jules Vernes, 2018.
7. BARASH, Jeffrey Andrew. *L'abîme de la mémoire. La mémoire collective entre expérience personnelle et identité politique. Cités*, 2007, Vol. 29, pages 105 à 116.
8. BARTOK, John A.; BUSCH, Robyn M.; FARRELL PAGULAYAN, Kathleen; KRIKORIAN, Robert et MEDINA, Krista L. *Normative Developmental Data for the Corsi Block-Tapping Task. Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 2006, Vol. 28., page 1043 à 1052.

9. BERTHOZ, Alain; DAVIET, Jean-Christophe; HENRY, Elise; MANDIGOUT, Stéphane; PERROCHON, Anaïck et SORIA-GARCIA, Nicolas. *Évaluation de la mémoire de travail visuo-spatiale lors de tâches de navigation spatiale avec et sans repères spatiaux chez des sujets jeunes et âgés*. **Neurophysiologie Clinique**, 2017, Vol. 47, page 346.
10. CSSMI PST. **Programme alternatif**, <https://pst.cssmi.qc.ca/programmes/programmes-particuliers/#:~:text=Programme%20Alternatif,-Le%20volet%20Alternatif&text=Il%20offre%20la%20possibilit%C3%A9%20aux,projets%20et%20d%27engagement%20communautaire>, page consultée le 22 mars 2023.
11. DEMPSTER, Frank N. *Memory Span: Sources of Individual and Developmental Differences*. **Psychological Bulletin**, 1981, Vol. 89, pages 63 à 100.
12. DUPONT, Jean-Claude. *Mémoire et héritage scientifique de William James*. **Archives de philosophie**, 2006, Vol. 69, pages 443 à 460.
13. FOSSARD, Marion et MACOIR, Joël. *Mémoire à long terme et langage : différenciation entre l'accès aux mots en mémoire déclarative et l'application de règles en mémoire procédurale*, **SPECTRUM**, 2008, Vol. 1, pages 1 à 9.
14. GARDE, Paul. **Vie et mort de la Yougoslavie**, 1re édition, les éditions Fayard, Paris, 1992.
15. HOANG, Duc Ha. **Étude anatomofonctionnelle par IRM de la mémoire de travail chez des enfants traités pour un médulloblastome**, Université de Grenoble, 2014.
16. KOSMA, Alexandra. *Le fonctionnement spécifique de la mémoire de travail en traduction*. **Meta**, 2007, Vol. 52, pages 22 à 28.
17. LAURENCET, Patricia. **Le développement de la mise à jour chez l'enfant entre 4 et 6 ans**, Université de Genève, 2011.
18. LE CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX. **Mémoire et apprentissage**, [https://lecerveau.mcgill.ca/flash/i/i\\_07/i\\_07\\_p/i\\_07\\_p\\_tra/i\\_07\\_p\\_tra.html](https://lecerveau.mcgill.ca/flash/i/i_07/i_07_p/i_07_p_tra/i_07_p_tra.html), page consultée le 15 février 2023.



19. METZIGER, Marc. **Effet de la répartition espacée et testage sur l'apprentissage de compétences en milieu professionnel dans un contexte d'e-learning**, *Mémoire réalisé en vue de l'obtention du master MALT (Master in Learning and Teaching Technology)*, Université de Genève, 2020.
20. MOLLIERE Anaïs. **Remaniement et étalonnage d'un protocole évaluant la mémoire de travail chez les enfants de CE2-CM1-CM2**, *Mémoire en vue de l'obtention du Certificat de Capacité d'Orthophoniste*, Université de Lorraine, 2012-2013.
21. PÉTRIN-POMERLEAU, Philippe. **Adaptation et validation du test de Stroop sur une plateforme en ligne auprès de la population franco-qubécoise adulte**, *Thèse de spécialisation présentée comme exigence partielle du baccalauréat en psychologie*, Université du Québec à Montréal, 2021.
22. RICHARD, Sylvie Sabine. **L'inhibition chez les enfants d'âge préscolaire**, Université de Genève, 2011.
23. ST-ONGE, Florence. **Effet d'un entraînement moteur sur le taux de concentration sérique du facteur neurotrophique dérivé du cerveau chez les personnes âgées**, *Mémoire présenté en vue de l'obtention du grade de Maîtrise ès Sciences en Sciences biomédicales option Sciences du vieillissement*, Université de Montréal, 2016.
24. SYLVAIN-ROY, Stéphanie. **Contrôle attentionnel et vieillissement normal : Contribution à la mémoire de travail et variabilité interindividuelle**, *Thèse présentée à la Faculté des études supérieures et postdoctorales en vue de l'obtention du grade de Philosophiae Doctor (Ph.D.) en psychologie-recherche et intervention option neuropsychologie clinique*, Université de Montréal, 2013.
25. TAREK, Bellaj. **Effets de l'âge et du niveau de scolarité sur l'inhibition et la flexibilité au test de Stroop**, Université de Tunis, 2006.
26. VILLEMAGNE, Jean. **Neuropsychologue**, entrevue faite le 31 janvier à 13h00.



# Annexe I

## Calculs statistiques

1. Valeur à laquelle l'écart est significatif

= 1,645 (référence à la table de la loi normale)(5% d'écart)

2. Définition des variables

$n$ : nombre d'individus

$\bar{x}$ : moyenne au test

$s$ : écart – type propre au résultat

3. Test d'hypothèse pour le test de Stroop selon le sexe biologique

$$z = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(s_1)^2}{n_1} + \frac{(s_2)^2}{n_2}}} = \frac{47,17 - 46,63}{\sqrt{\frac{(2,49)^2}{41} + \frac{(3,51)^2}{49}}} \approx 0,850 < 1,645 \quad (\text{écart non significatif})$$

4. Test d'hypothèse pour le test de Corsi selon le sexe biologique

$$z = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(s_1)^2}{n_1} + \frac{(s_2)^2}{n_2}}} = \frac{5,83 - 5,51}{\sqrt{\frac{(1,26)^2}{41} + \frac{(1,04)^2}{49}}} \approx 1,298 < 1,645 \quad (\text{écart non significatif})$$

5. Test d'hypothèse pour le test du Digit Span selon le sexe biologique

$$z = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(s_1)^2}{n_1} + \frac{(s_2)^2}{n_2}}} = \frac{5,88 - 5,83}{\sqrt{\frac{(0,99)^2}{49} + \frac{(1,20)^2}{41}}} \approx 0,213 < 1,645 \quad (\text{écart non significatif})$$

6. Test d'hypothèse pour le test de Stroop selon l'âge

$$z = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(s_1)^2}{n_1} + \frac{(s_2)^2}{n_2}}} = \frac{46,88 - 46,87}{\sqrt{\frac{(3,07)^2}{60} + \frac{(3,16)^2}{30}}} \approx 0,014 < 1,645 \quad (\text{écart non significatif})$$

7. Test d'hypothèse pour le test de Corsi selon l'âge

$$z = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(s_1)^2}{n_1} + \frac{(s_2)^2}{n_2}}} = \frac{5,93 - 5,52}{\sqrt{\frac{(1,03)^2}{30} + \frac{(1,19)^2}{60}}} \approx 1,688 > 1,645 \quad (\text{écart significatif})$$

8. Test d'hypothèse pour le test du Digit Span selon l'âge

$$z = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(s_1)^2}{n_1} + \frac{(s_2)^2}{n_2}}} = \frac{5,92 - 5,73}{\sqrt{\frac{(1,09)^2}{60} + \frac{(1,08)^2}{30}}} \approx 0,784 < 1,645 \quad (\text{écart non significatif})$$

9. Ayant 3 données pour chaque test à chaque heure de passation, il faut appliqué la loi de Student.

10. Valeur à laquelle l'écart est significatif = 1,706 (référence à la table de la loi normale)

11. La loi de Student entre le groupe 9h45 et 11h10 au test de Stroop

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1)s_1^2 + (n_2-1)s_2^2}{n_1+n_2-2}}} = \frac{47,26 - 47,16}{\sqrt{\frac{(31-1)(2,82)^2 + (32-1)(2,68)^2}{31+32-2}}} = 0,036 < 1,706 \quad (\text{écart non significatif})$$

12. La loi de Student entre le groupe 9h45 et 13h45 au test de Stroop

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1)s_1^2 + (n_2-1)s_2^2}{n_1+n_2-2}}} = \frac{47,16 - 46,11}{\sqrt{\frac{(32-1)(2,68)^2 + (27-1)(3,63)^2}{32+27-2}}} = 0,333 < 1,706 \quad (\text{écart non significatif})$$

13. La loi de Student entre le groupe 11h10 et 13h45 au test de Stroop

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1)s_1^2 + (n_2-1)s_2^2}{n_1+n_2-2}}} = \frac{47,26 - 46,11}{\sqrt{\frac{(31-1)(2,82)^2 + (27-1)(3,63)^2}{31+27-2}}} = 0,357 < 1,706 \quad (\text{écart non significatif})$$

14. La loi de Student entre le groupe 9h45 et 11h10 au test de Corsi

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1)s_1^2 + (n_2-1)s_2^2}{n_1+n_2-2}}} = \frac{6,10 - 5,25}{\sqrt{\frac{(32-1)(1,08)^2 + (31-1)(1,32)^2}{32+31-2}}} = 0,706 < 1,706 \quad (\text{écart non significatif})$$

14. La loi de Student entre le groupe 9h45 et 13h45 au test de Corsi

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1)s_1^2 + (n_2-1)s_2^2}{n_1+n_2-2}}} = \frac{6,10 - 5,63}{\sqrt{\frac{(32-1)(1,08)^2 + (27-1)(0,84)^2}{32+27-2}}} = 0,481 < 1,706 \quad (\text{écart non significatif})$$

15. La loi de Student entre le groupe 11h10 et 13h45 au test de Corsi

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1)s_1^2 + (n_2-1)s_2^2}{n_1+n_2-2}}} = \frac{5,63-5,25}{\sqrt{\frac{(27-1)(0,84)^2 + (31-1)(1,32)^2}{31+27-2}}} = 0,338 < 1,706 \quad (\text{écart non significatif})$$

16. La loi de Student entre le groupe 9h45 et 11h10 au test du Digit Span

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1)s_1^2 + (n_2-1)s_2^2}{n_1+n_2-2}}} = \frac{6,06-5,78}{\sqrt{\frac{(31-1)(1,09)^2 + (32-1)(1,18)^2}{31+32-2}}} = 0,246 < 1,706 \quad (\text{écart non significatif})$$

17. La loi de Student entre le groupe 9h45 et 13h45 au test du Digit Span

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1)s_1^2 + (n_2-1)s_2^2}{n_1+n_2-2}}} = \frac{5,78-5,70}{\sqrt{\frac{(32-1)(1,18)^2 + (27-1)(0,95)^2}{32+27-2}}} = 0,074 < 1,706 \quad (\text{écart non significatif})$$

17. La loi de Student entre le groupe 11h10 et 13h45 au test du Digit Span

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1)s_1^2 + (n_2-1)s_2^2}{n_1+n_2-2}}} = \frac{6,06-5,70}{\sqrt{\frac{(31-1)(1,09)^2 + (27-1)(0,95)^2}{31+27-2}}} = 0,350 < 1,706 \quad (\text{écart non significatif})$$

18. Définition de variables

$\bar{x}_0$ : valeur observée

$\mu$ : valeur attendue

$n$ : nombre d'individus

$s$ : écart – type propre au résultat

19. Test d'hypothèse avec une moyenne au test de Stroop

$$z = \frac{\bar{x}_0 - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}} = \frac{93,73 - 75,80}{\frac{6,16}{\sqrt{90}}} = 27,613 > 1,645 \quad (\text{écart significatif})$$

20. Test d'hypothèse avec une moyenne au test de Corsi

$$z = \frac{\bar{x}_0 - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}} = \frac{62,89 - 76,67}{\frac{12,81}{\sqrt{90}}} = -10,205 < 1,645 \quad (\text{écart significatif})$$

21. Test d'hypothèse avec une moyenne au test du Digit Span

$$z = \frac{\bar{x}_0 - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}} = \frac{65,11 - 83,34}{\frac{12,07}{\sqrt{90}}} = -14,328 < 1,645 \quad (\text{écart significatif})$$

## 22. Exemple de moyenne avec la moyenne de tous les groupes au test de Corsi

Moyenne

$$= \frac{4+7+5+4+7+6+4+7+4+3+5+5+5+6+4+8+6+6+6+6+6+8+7+6+8+8+7+6+6+6+7+7+6+6+6+6+5+4+5+5+5+5+6+8+5+5+6+5+4+7+6+5+6+5+6+6+1+6+6+5+5+5+6+5+5+5+5+5+5+6+7+7+7+6+5+6+6+5+5+6+6+5+5+6+6+5+5+6+6+5+5+6+4+4+7+6+6+6+5+6}{90} = 5,66$$

## 23. Exemple d'un taux de réussite avec la moyenne de tous les groupes au test de Corsi

$$\text{Taux de réussite} = \frac{5,66}{9} \times 100 = 62,89\%$$

# Annexe II

## Formulaire de consentement



### Formulaire de consentement

Je, \_\_\_\_\_ (prénom et nom de l'étudiant.e), consens à ce que des renseignements non nominatifs me concernant soient utilisés uniquement dans le cadre de cours-projet d'intégration des apprentissages (360-713-TB) du Cégep de Lanaudière à Terrebonne. Ces renseignements seront conservés pendant 6 mois suivant la passation du 20 mars 2023. Ce projet vise à mieux comprendre la mémoire de travail. J'autorise donc, Razvan Gosman, Andrée-Anne Paradis et William Vaillancourt à effectuer l'étude et à administrer les différents tests pédagogiques.

L'équipe de recherche s'engage à garder anonymes les résultats des tests ainsi que toute autre information jugée pertinente. Le consentement peut être révoqué à tout moment.

#### Description

Trois tests seront utilisés : le test de Corsi, le test du « Digit Span » et le test de Stroop. L'ensemble des tests devrait avoir une durée de variant de 60 à 75 minutes.

Le test de Corsi consiste à montrer une séquence d'objets numérotés durant une courte période de temps. Il faudra ensuite reproduire la séquence.

Le « Digit Span » consiste à écouter une série de chiffres et à reproduire cette même suite dans le bon ordre. Il faut retenir le dernier mot de chacune des phrases.

Finalement, le test de Stroop consiste à identifier la couleur d'un mot affiché représentant une autre couleur.

Vous êtes invité.e.s à faire vos propres recherches si vous désirez en apprendre davantage. Pour toutes questions, veuillez écrire un courriel à l'adresse suivante:

*Andrée-Anne Paradis, responsable des communications*  
[paradisaa04@outlook.fr](mailto:paradisaa04@outlook.fr)

*Razvan Gosman*  
[gosmanrazvan@gmail.com](mailto:gosmanrazvan@gmail.com)

*William Vaillancourt*  
[williamvaillancourt01@gmail.com](mailto:williamvaillancourt01@gmail.com)

*Mathieu Rainville*  
Enseignant et superviseur du projet d'intégration  
Cégep Régional de Lanaudière à Terrebonne  
[mathieu.rainville@cegep-lanaudiere.qc.ca](mailto:mathieu.rainville@cegep-lanaudiere.qc.ca)

Signature de l'étudiant.e: \_\_\_\_\_ Date : \_\_\_\_\_

Signature d'un parent ou du tuteur légal: \_\_\_\_\_ Date : \_\_\_\_\_





## Annexe III

### PowerPoint présenté à l'échantillonnage



The title slide features a large blue circle with a white border. Inside the circle, the text is as follows:

# Mémoire de travail

Chez les jeunes de 14 à 15 ans

Razvan Gosman, Andrée-Anne Paradis

---

William Vaillancourt

### Ordre du jour

1. Introduction	4. Test de Corsi
2. Préparation	5. Test de « Digit Span »
3. Test de Stroop	6. Résultats

2



# Préparation

1. Remplir la fiche de résultats
  - Groupe
  - Âge
  - Sexe: (homme / femme)
  - Daltonisme: (oui / non)
  - Résultat: (\_\_, \_\_, \_\_)
2. Démarrer l'ordinateur
3. Accéder à Classroom
4. Cliquer sur le lien

ROUGE

BLEU

JAUNE

VERT

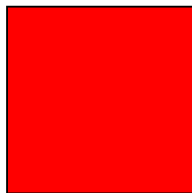
4

# Test de Stroop

## Test de Stroop

### *Description*

- Une série de mots qui défilent
- Mots de couleur écrits d'une autre couleur
- Sélectionner la couleur du mot



Ex: BLEU

- Le sens du mot de couleur est **bleu**
- La couleur du mot est **rouge**

# Test de Stroop

*Vidéo explicative*



7

# Test de Stroop

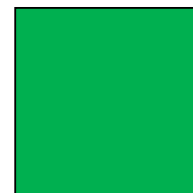
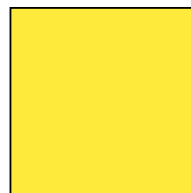
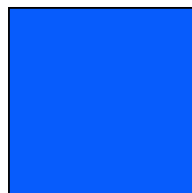
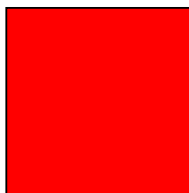
*Déroulement*

- Un mot de couleur apparaît écrit d'une autre couleur
- Deux secondes pour appuyer sur la bonne couleur (la couleur du mot)

Exemple :

JAUNE

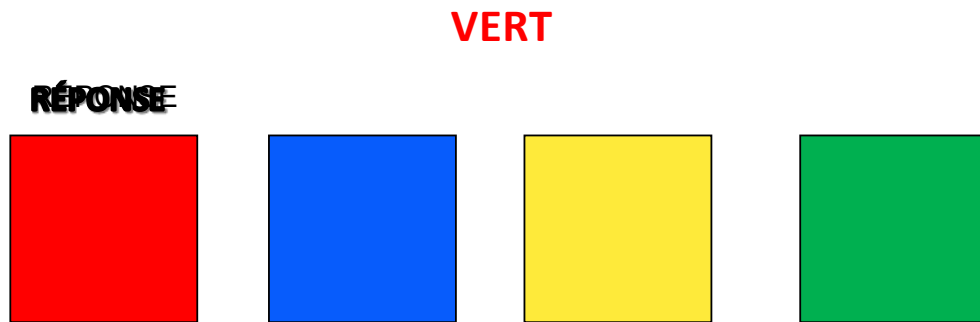
**RÉPONSE**



8

## Test de Stroop

*Exemple*



9

## Test de Stroop

*Début du test*

CODE D'ACTIVATION  
**muffin**

10

# Test de Corsi

## Test de Corsi

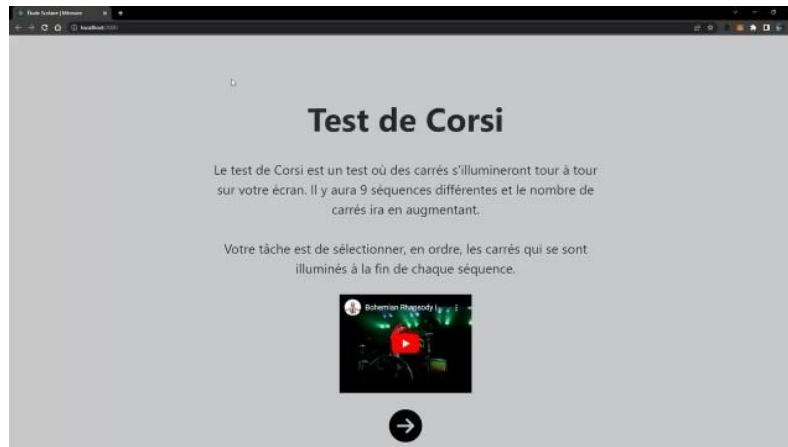
### *Description*

- Neuf carrés sont affichés
- Les carrés s'illuminent successivement
- Reproduire la séquence dans l'ordre d'illumination
- Le nombre de carrés s'illuminant augmentent d'une séquence réussie à l'autre



# Test de Corsi

*Vidéo explicative*

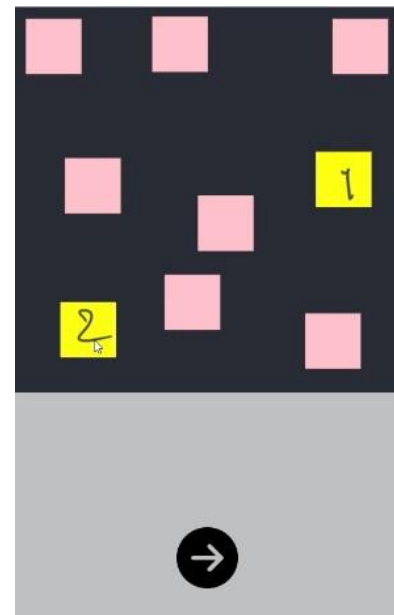


13

# Test de Corsi

*Déroulement*

- Une séquence de carrés s'illumine
- Reproduire dans l'ordre de la séquence
- Cliquer sur la flèche noire au bas de l'écran



14

## Test de Corsi

*Début du test*

CODE D'ACTIVATION

**texas**

15



Test de « Digit Span »

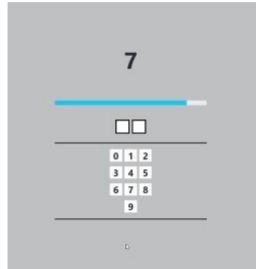
---



## Test de « Digit Span »

### *Description*

- Une séquence de chiffres apparaît
- Reproduire la séquence dans l'ordre d'apparition
- Le nombre de chiffres augmentent d'une séquence réussite à l'autre



17

## Test de « Digit Span »

### *Vidéo explicative*

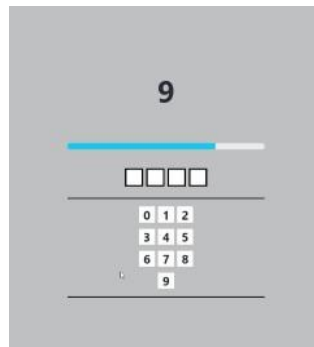


18

## Test de « Digit Span »

### *Déroulement*

- Une séquence de chiffre apparaît
- Reproduire dans l'ordre la séquence sur le clavier au bas de l'écran



19

## Test de « Digit Span »

### *Début du test*

CODE D'ACTIVATION  
**chemise**

20

# Résultats

## Résultats

- Écrire sur la fiche de résultats les trois chiffres dans l'ordre

Exemple : ( 9 , 1 , 1 )

**Merci de votre  
participation!**

**(9 | 1 | 1)**