

ET SI TON CERVEAU RESSEMBLAIT À UNE STATION DE SKI : CRÉATION D'UN SUPPORT PÉDAGOGIQUE NEURO-ÉDUCATIF QUI PERMET AUX ÉLÈVES DE 7 À 10 ANS DE COMPRENDRE LE FONCTIONNEMENT DU CERVEAU HUMAIN

*Amandine Vuille

CAS en Neurosciences de l'éducation, Université de Fribourg, Suisse

*Auteure correspondante : Mme Amandine Vuille amandine.vuille@rpn.ch

Citation : Vuille A. (2023). Et si ton cerveau ressemblait à une station de ski : création d'un support pédagogique neuro-éducatif qui permet aux élèves de 7 à 10 ans de comprendre le fonctionnement du cerveau humain. Cortica 2(2), 54-90 <https://doi.org/10.26034/cortica.2023.4217>

Résumé

Le présent Cortica Incubator démontre qu'il est possible de sensibiliser les jeunes enfants au fonctionnement du cerveau humain grâce à un support ludique et adapté à leur âge. « Et si ton cerveau ressemblait à une station de ski » est un support pédagogique neuroéducatif qui explique le fonctionnement cérébral au travers de la thématique du ski. L'enfant qui le découvre est invité à voyager au cœur de la station de ski de Zinal-VS. Le support contient un plan des pistes en forme de cerveau, avec des animaux de la montagne qui illustre des régions cérébrales. Des vidéos accompagnent le plan des pistes et expliquent divers fonctionnements cérébraux relater au fonctionnement de la station de ski, i.e.,

réseaux de neurones, synchronisation cérébrale et prise de conscience des décisions. Enfin, des abonnements de ski expliquent les différents états du cerveau (réseau de mode par défaut, réseau de saillance et réseau exécutif). Des cartes de jeux et la possibilité de gagner des médailles mettent les enfants au défi et permettent d'évaluer les connaissances de l'enfant. L'auteure, éducatrice en milieu scolaire, a pu tester le support auprès de trois classes d'élèves de 7 à 10 ans (50 élèves en tout). Cette expérience a permis aux élèves d'appivoiser le fonctionnement de leur cerveau et son caractère ludique a été fortement apprécié par eux.

Mots clés : Cerveau, jeu, préfrontal, insula, amygdale, hippocampe, striatum, réseau de neurone, neurone, école, apprentissage, réseau de mode par défaut, saillance, fonctions exécutives

Abstract

The present Cortica Incubator demonstrates that it is possible to make young children aware of how the human brain works, using a fun, age-appropriate toolkit. "*Et si ton cerveau ressemblait à une station de ski*" is a neuro-educational teaching aid that explains brain function through the theme of skiing. The child who discovers it is invited to travel to the heart of the Zinal-VS ski resort. The toolkit contains a brain-shaped cartoon map, with mountain animals illustrating brain regions. Videos accompany the map and explain various brain functions related to ski resort operations, i.e. neural networks, brain synchronization and decision awareness. Finally, ski card passes explain the different brain states (default mode network, salience network and executive network). Game cards and the possibility of winning medals challenge children and allow them to assess their knowledge. The author, a school educator, was able to test the support with three classes of pupils aged 7 to 10 (50 pupils in all). The experience enabled the children to get to grips with the way their brains work, and its playful nature was much appreciated by them.

Keywords : Brain, gaming, prefrontal, insula, amygdala, hippocampus, striatum, neural network, neuron, school, learning, default mode network, salience, executive functions

1. INTRODUCTION

Les découvertes en neurosciences cognitives permettent de nos jours, de mieux connaître l'architecture et le fonctionnement du cerveau de l'enfant. Un des défis des neurosciences est de diffuser ces connaissances aux professionnels de l'éducation afin que ces derniers et dernières puissent les transmettre aux enfants dans les prémices de leur scolarité. Si les élèves découvrent en partie comment fonctionne leur cerveau, cela pourrait favoriser une meilleure compréhension de leurs processus mentaux ainsi que le développement des connaissances métacognitives, indispensables pour l'apprentissage (Lanoë et al., 2016).

Exerçant depuis peu mon métier d'éducatrice au sein d'une école du canton de Neuchâtel, mon souhait serait de partager mes connaissances en neurosciences au profit des élèves qui la fréquentent. J'ai donc le projet de créer un support pédagogique neuroéducatif et ludique permettant de faire découvrir aux élèves le fonctionnement de leur cerveau. Ce support serait adapté à des élèves de 7 à 10 ans et les termes techniques

neuroscientifiques seraient vulgarisés afin de faciliter leur compréhension et intérêt.

Ce projet serait constitué d'un outil de présentation ainsi que d'un jeu coopératif et participatif autour du ski. Le support principal serait un plan des pistes en forme de cerveau expliquant les différentes fonctions du cerveau. Dessus, on y trouverait également plusieurs animaux de la montagne qui illustreraient différentes régions cérébrales. Des « abonnements de ski » imageraient trois grands états du fonctionnement du cerveau (réseaux neuronaux) et permettraient de former les équipes. Des cartes de jeux complèteraient le support afin de tester les apprentissages des élèves tout au long de la présentation. Elles contiendraient des questions, des liens vidéo présentant des situations vécues durant une journée de ski qui demanderaient d'identifier des abonnements de ski (c.-à-d., réseaux neuronaux), et finalement des liens vidéo avec des questions sur les animaux (c.-à-d., certaines régions cérébrales). Des points seraient comptabilisés pour chaque bonne réponse, mais également pour les erreurs commises, ce qui permettrait de faire gagner des médailles au skieur qui serait représenté par l'enseignante. Le but étant que les trois équipes d'élèves obtiennent le plus de bonnes réponses afin d'offrir la meilleure des médailles pour leur skieur (enseignant).

1.1 Contexte et motivation professionnelle et personnelle

Ma fonction dans le cercle scolaire pour lequel je travaille est récente. Depuis le mois d'août 2021, j'ai comme mission d'accompagner des élèves qui rencontrent des difficultés d'intégration d'importance majeure, dues à un trouble du comportement et/ou un handicap physique et psychique. J'interviens principalement pour des élèves des cycles 1 et 2 (5 à 10 ans). Venant du milieu institutionnel et ayant longtemps travaillé avec des personnes en situation de handicap et plus particulièrement avec un trouble du spectre de l'autisme (TSA), intervenir dans le milieu scolaire est une découverte agréable pour moi, bien que cela représente aussi un défi par moment.

Grâce aux connaissances apprises durant le CAS en neurosciences de l'éducation, j'ai pu expliquer très simplement à de jeunes élèves que j'accompagne, comment leur cerveau peut en partie fonctionner. J'ai souvent utilisé des métaphores pour illustrer leur cerveau, en m'appuyant sur les intérêts de l'enfant. J'ai constaté que les enfants semblaient captivés et intéressés, certains paraissaient soulagés d'en apprendre davantage sur leur fonctionnement. Bien que cela reste mon interprétation, c'était comme si ce n'était plus de leur faute d'avoir des difficultés, mais celle de leur cerveau, de son état de maturation et de la manière dont ses connexions interagissent entre elles. J'ai pu également

sensibiliser les camarades de classe pour leur expliquer à eux aussi comment leur cerveau fonctionne et ainsi faire le parallèle avec le fonctionnement de celui de l'élève en difficulté d'intégration (TSA). Les élèves m'ont semblé intéressés par le sujet et sensibles à la problématique des élèves en difficultés. Le regard et la considération des camarades vis-à-vis des élèves avec TSA m'ont paru évoluer à la suite de ces échanges. Selon moi, leur intégration dans le groupe classe s'en est vu nettement améliorée.

Ces expériences positives m'ont motivée à réfléchir au développement d'un outil permettant de vulgariser le fonctionnement du cerveau et accessible pour tout élève, avec ou sans difficultés d'intégration.

La Direction du cercle scolaire pour lequel je travaille soutient ma formation et est vivement intéressée à utiliser les connaissances que j'acquière. J'ai ainsi l'autorisation d'intervenir dans les classes de mon choix (en parallèle de ma fonction) pour réaliser à bien mon projet de formation.

Afin de mieux comprendre les motivations qui m'animent autour du support choisi pour ce travail, il me paraît essentiel de préciser que je suis une ancienne monitrice de ski et snowboard. Avant d'exercer mon métier d'éducatrice, j'ai ainsi passé plusieurs saisons d'hiver dans le Val d'Anniviers en travaillant

pour l'école suisse de ski de Zinal. J'adore les sports de glisse et, une bonne partie de mon temps libre se passe dans les stations de ski en hiver. J'ai créé de nombreuses amitiés dans le Val d'Anniviers en m'y rendant souvent et je connais très bien cette station et ces différents acteurs. C'est donc naturellement que l'idée m'est venue de choisir le thème du ski.

Enfin, toujours en lien avec mes motivations, il me paraît nécessaire de citer que je porte un intérêt particulier pour les jeux de société. J'adore y jouer, mais j'apprécie également utiliser le jeu dans ma pratique professionnelle. Il existe toutes sortes de jeux socio-éducatifs qui permettent d'apprendre et de travailler certaines notions éducatives avec un élève sans que celui-ci s'en rende compte car il s'amuse autour d'un jeu.

1.2 Buts et objectifs du projet

Le but du projet est de pouvoir initier des élèves au fonctionnement de leur cerveau en utilisant des illustrations ludiques et adaptées à leur âge. En effet, les neurosciences sont un domaine vaste, complexe et rempli de nombreux termes techniques qui ont tous des fonctions différentes ; par conséquent, l'objectif est de le rendre abordable pour les plus jeunes.

Certains termes seront utilisés, notamment pour décrire les différents lobes externes du

cerveau (c.-à-d., lobe frontal, pariétal, occipital et temporal), mais d'autres seront masqués par l'illustration d'animaux de la montagne (par exemple le chamois sera représenté par l'amygdale). Le but est de mobiliser l'intérêt de l'enfant pour lui faire découvrir et apprendre des fonctions de son cerveau sans le perdre avec des termes techniques. En utilisant des métaphores, j'espère ainsi faire en sorte que les informations marquent l'élève et, qu'ainsi, il s'en souvienne comme une histoire qu'il aurait entendue. Les histoires sont mieux retenues que les faits décontextualisés et les principes abstraits (Hattie, 2017).

Le cadre théorique de mon projet s'appuiera sur la synchronisation cérébrale et plus particulièrement sur les « 3 mousquetaires du cerveau » que sont le réseau de saillance, le réseau de mode par défaut et le réseau exécutif (Fahim, 2021, citation personnelle). J'ai choisi cette base théorique car il semblerait que les tâches exigeantes sur le plan cognitif et avec un objectif impliqueraient dans le cerveau humain l'interaction dynamique de ces trois réseaux (B & DhamalaMukesh, 2016). Cela fait sens pour moi, de permettre de sensibiliser les enfants à ces aspects du fonctionnement du cerveau en sachant qu'ils seront souvent confrontés face à des tâches cognitives exigeantes. Cet outil sera destiné aux élèves de 7 à 10 ans, afin de les sensibiliser dès l'entrée au cycle 2 et ainsi favoriser les apprentissages de

connaissances neuroscientifiques utiles à leur scolarité.

L'objectif de mon projet est d'évaluer si le support que je souhaite développer est adapté et compréhensible à cette tranche d'âge. Certaines questions persistent : est-ce-que les illustrations choisies seront compréhensibles et assez percutantes pour les élèves ? Seront-ils intéressés par le sujet ? Afin de vérifier la compatibilité de mon projet avec le public cible, je vais tester mon support pédagogique neuroéducatif avec différentes classes du cercle scolaire dans lequel je travaille. J'interviendrai dans des classes de 4 à 6 HARMOS (7 à 10 ans).

2. PROBLÉMATIQUE

Il n'existe pas de période d'enseignement relative aux sciences cognitives au sein du cercle scolaire pour lequel je travaille. Le plan d'étude romand qui définit les objectifs scolaires par cycle ne fait pas non plus référence aux neurosciences, notamment, au fonctionnement du cerveau. Un axe concernant les capacités transversales aborde les stratégies d'apprentissages. Il fait référence aux capacités de l'élève à analyser, gérer et améliorer ses démarches d'apprentissage et de projets en utilisant des méthodes de travail efficaces. De plus, les enseignants, durant leur processus de formation, peuvent bénéficier selon leur libre

choix de formation continue abordant la thématique du cerveau.

Je fais donc le postulat que les élèves du cercle scolaire pour lequel je travaille ne semblent pas bénéficier de périodes d'enseignement sur la structure et le fonctionnement de leur cerveau. Cependant, cette affirmation reste à vérifier car je n'ai pas rencontré personnellement chaque enseignant du cercle scolaire. Certains enseignants pourraient très bien aborder ce sujet de manière informelle. Je base donc cette hypothèse selon les échanges que j'ai pu avoir avec les quelques enseignants que j'ai rencontrés, des échanges avec la direction et des recherches effectuées dans le plan d'étude romand.

Je remarque par exemple que l'on trouve des périodes d'enseignement sur l'anatomie osseuse et nerveuse, mais qu'il ne semble pas y en avoir sur l'anatomie cérébrale. Or, selon moi, l'anatomie cérébrale et son fonctionnement me semblent être un sujet important à connaître pour les élèves. Ils doivent en effet solliciter leur cerveau en permanence pour exercer leur « métier » d'élève.

2.1 Documentations scientifiques

Eric Gaspar, enseignant, créateur du projet de neuroéducation « Neurosup » adopté par 135 établissements scolaires du Ministère de

l'éducation français, dit : « tout comme un pilote de Formule 1 doit connaître le fonctionnement de sa voiture pour en tirer les meilleures performances, les personnes qui apprennent ou enseignent doivent connaître la façon dont fonctionne le cerveau, au moins dans ses grands principes, ou si vous les lui expliquez, il y a des chances qu'il soit plus enclin à apprendre ! » (Salthun-Lassalle, 2019).

D'après une étude menée en France sur des enfants de 4 à 13 ans, les psychologues Marshall et Comalli ont constaté que les enfants ne connaissent ni les fonctions, ni le fonctionnement de leur cerveau (Lanoë et al., 2015). Le cerveau étant l'organe de l'apprentissage, il semble donc important de former les élèves, mais aussi les enseignants sur son fonctionnement. Introduire les sciences cognitives à l'école, dès le plus jeune âge, permettrait aux élèves de mieux comprendre leurs processus mentaux afin de développer des connaissances métacognitives (Lanoë et al., 2015). Lanoë, Lubin et Rossi (2017), ont créé un ouvrage pour fournir aux enseignants de nouveaux supports pédagogiques pouvant favoriser la construction des outils pour structurer sa pensée au cycle 1. Cet ouvrage permet de mieux comprendre comment fonctionne le cerveau, pour ensuite, favoriser un meilleur usage des fonctions exécutives (c.-à-d., attention, inhibition, flexibilité mentale) essentielles aux apprentissages scolaires.

Les séquences pédagogiques fournies dans l'ouvrage favorisent une approche métacognitive amenant les élèves à penser leurs processus de pensée. Mon projet est davantage dédié aux différentes régions cérébrales qui constitue le cerveau. Il est vulgarisé sous forme de jeu, ce qui n'est pas le cas du livre de Lanoë, Lubin et Rossi. De plus, mon travail est destiné aux élèves du cycle 2 et non à ceux du cycle 1. J'imagine donc que mon support pourrait être un complément et/ou une suite à la publication de Lanoë, Lubin et Rossi.

Carol Dweck (2016), psychologue américaine spécialisée dans les questions de motivation chez l'enfant, a légitimé les avantages que les enfants peuvent retirer en connaissant mieux leur cerveau : ils abordent plus positivement les erreurs car ils savent que leur cerveau est plastique et qu'il leur permet de développer de nouvelles compétences en travaillant. Enfin, Lanoë et al., (2015) a démontré l'importance de développer chez les élèves, des écoles régulières, des connaissances en neurosciences, notamment pour les élèves en difficultés scolaires, afin qu'ils retrouvent motivation et confiance en leur potentiel intellectuel.

3. THÉORIE

Comme illustré dans la Figure 1, le cerveau est divisé en plusieurs parties que l'on nomme les lobes (Carter, 2019).

- 👁 **Le lobe occipital** est situé à l'arrière du cerveau et il est relié à la vision. Il permet l'intégration des messages visuels (Carter, 2019).
- 👂 **Le lobe temporal** est situé sur le côté, près des tempes. Il contient le centre de l'audition, de la mémoire et du langage (Carter, 2019).
- ✦ **Le lobe pariétal** se trouve sur le dessus et le côté du cerveau. Il sert à se repérer dans l'espace. Il contient le siège de la conscience du corps et de l'espace environnant (Carter, 2019).
- 👃 **Le lobe frontal** est situé à l'avant du cerveau. Il forme des plans, des pensées et des jugements. Il contient le raisonnement, la réflexion et la décision. C'est ici que les émotions deviennent conscientes (Carter, 2019).

Suspendu sous l'arrière du cerveau on trouve **le cervelet**. Il contrôle l'équilibre et la coordination des mouvements. Enfin **le tronc cérébral** relie le cerveau à la moelle épinière. Il est responsable de la régulation de la respiration et du rythme cardiaque (Carter, 2019).

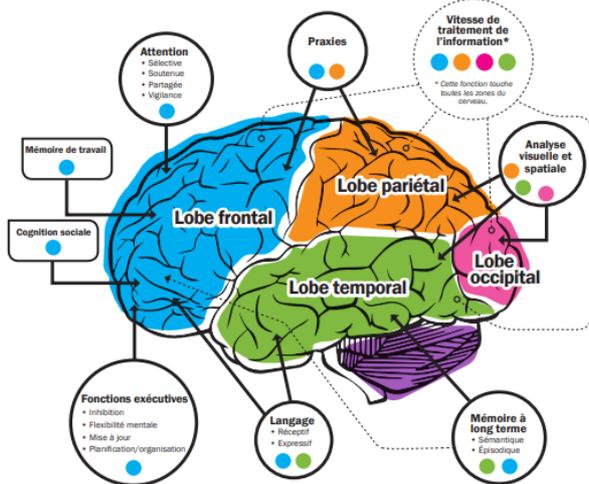


Figure 1 : les différents lobes du cerveau (Cerveau, Compréhension et prévention des atteintes neuropsychologique, Trousse d'information s'adressant à l'ensemble des professionnels œuvrant auprès de la clientèle jeunesse et adulte, Volet théorique, Université de Laval, Québec).

Les informations circulent dans ces lobes à travers différents réseaux (Ip et al., 2021). Le neurone (figure 2) est une cellule nerveuse qui permet de traiter les informations (Ip et al., 2021). Il est constitué de dendrites qui permettent de recevoir l'information d'autres neurones (Ip et al., 2021). L'axone est la branche principale qui se développe à partir du corps cellulaire (partie centrale du neurone). Cette branche transmet l'information (Ip et al., 2021). Elle est recouverte d'une gaine de myéline (matière blanche) qui sert à accélérer la transmission de l'information (Ip et al., 2021). Les synapses permettent finalement au neurone de se joindre à un autre neurone et ainsi,

l'information franchit l'espace à l'aide de molécules microscopiques nommées les neurotransmetteurs chimiques (dopamine, sérotonine, noradrénaline, glutamate, etc.) (Ip et al., 2021).

L'ensemble des neurones forme la matière grise (Ip et al., 2021).

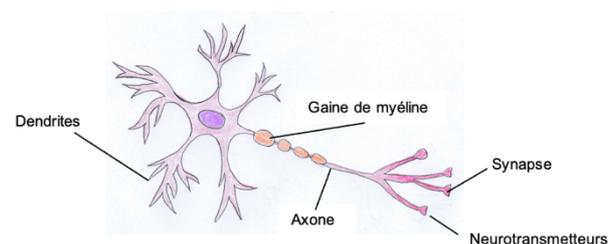


Figure 2 : le neurone ((Fahim, C. (2022). PRESENCE enraciné dans le cerveau par une prédisposition génétique et tissé par l'épigénétique, Cortica 1 (1) 1-3, dessiné par Amandine Vuille selon image vue pendant le CAS en neuroscience de l'éducation).

3.1 Les 3 mousquetaires du cerveau : Réseau de Saillance, Réseau de mode par défaut et Réseau exécutif

Dans le cerveau humain, les tâches guidées par des informations sensorielles et orientées vers un objectif sur le plan cognitif impliquent l'interaction dynamique de plusieurs réseaux de neurones, notamment le réseau de mode par défaut de l'anglais « Default Mode Network » (DMN), le réseau de saillance de l'anglais « Salience Network » (SN) et le réseau exécutif central de l'anglais

« Executive Control Network » (CEN) (B & DhamalaMukesh, 2016).

3.1.1 Réseau de Saillance (SN)

Il joue un rôle important dans la capture attentionnelle des événements pertinents qui entourent la personne (Seeley, 2019). Il répond aux stimuli et aux résultats homéostatiquement pertinents que leur valence soit négative (pénalisante) ou positive (renforçante) pour ensuite guider le comportement (Seeley, 2019). Son travail consiste, en partie, à engager le réseau exécutif (réseau du contrôle des tâches) afin qu'il puisse maintenir l'ensemble des tâches les plus pertinentes aussi longtemps que les stimulus saillants demeurent (Seeley, 2019). Il peut aussi orchestrer le passage à un nouvel ensemble de tâches en réponse aux changements dans le paysage de saillance (Seeley, 2019).

Le SN implique **le cortex cingulaire antérieur (CCA)** (moniteur de l'erreur associé à la résolution de conflits et au contrôle cognitif émotionnel), les régions fronto-insulaires (empathie, sensations viscérales) ainsi que des structures limbiques et sous-corticales : **amygdale (peur)**, les ganglions de la base incluant **le striatum** ventral notamment (système de récompense et motivation), l'hypothalamus (thermorégulation, faim, éveil et activité sexuelle), **le thalamus** (station relais et intégration des informations

sensorielles – sommeil) et des noyaux spécifiques du tronc cérébral (respiration et rythme cardiaque)(Seeley, 2019). Grâce à des interactions les unes avec les autres, ces différentes structures formeraient une boucle de traitement de l'information pour représenter et répondre à des stimuli internes ou externes pertinents sur le plan homéostatique et imprégner ces stimuli d'un poids émotionnel (Seeley, 2019).

L'amygdale, les ganglions de la base, **l'hippocampe**, l'hypothalamus, **le thalamus** et **le cortex cingulaire** forment le système limbique (figure 3) (Carter, 2019). Si une menace est perçue, ce système va activer une réaction de combat ou de fuite. Si au contraire, il ressent quelque chose de désirable, il peut diriger le corps pour le poursuivre (Carter, 2019).

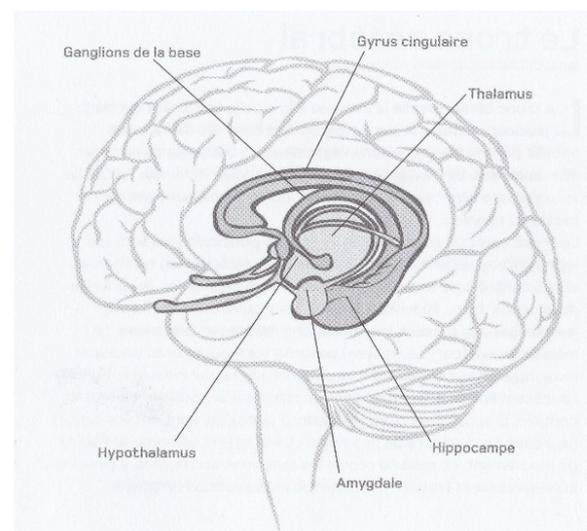


Figure 3 : le système limbique (Carter. Neurosciences minute. Editions Contre-dires. P. 58)

Le cortex insulaire, également connu sous le nom d'« île » est décrit comme étant le cortex d'intégration paralimbique ou limbique (Uddin et al., 2017). Il est donc richement connecté avec les régions limbiques. Il est impliqué dans le traitement des sensations corporelles et des émotions (Damasio et al., 2013). L'insula permet de traiter de nombreuses informations sur la localisation et l'état du corps, ses états émotionnels et les caractéristiques de l'environnement qu'il est capable de lier en temps réel à notre sens du « moi » (Carter, 2019).

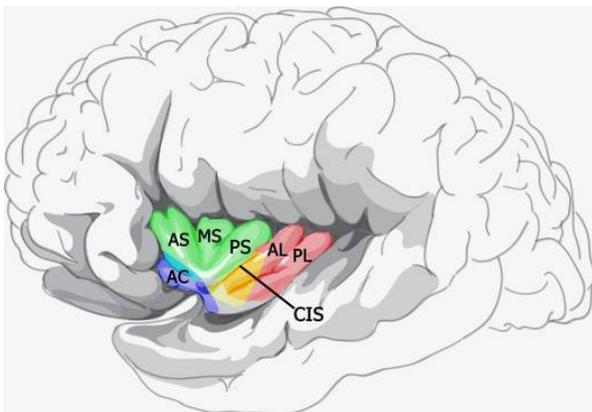


Figure 4 : illustration du cortex insulaire humain (Uddin et al. Structure and Function of the Human Insula. J Clin Neurophysiol. 2017)

Le SN est responsable de la communication entre le DMN et le CEN (Goulden et al., 2014).

3.1.2 Réseau de Mode par défaut (DMN)

Ce réseau s'active lorsqu'un individu est au repos plutôt que lorsqu'il est engagé dans une

tâche cognitive. Le réseau comprend : le **cortex cingulaire postérieur (CCP)** (évaluation – mémoire), le cortex préfrontal médial, ventral et dorsal (observation, sélection), le cortex pariétal inférieur (formation de concept et pensée abstraite) et le lobe temporal interne (fonction somato-sensitive) (Bastin, 2018).

Des études ont démontré l'implication du DMN dans diverses tâches, comme la récupération en mémoire épisodique et en mémoire autobiographique, la projection dans le futur, les traitements autoréférentiels et la théorie de l'esprit (Bastin, 2018). Toutes ces tâches refléteraient son rôle général dans la modélisation mentale de scénarios potentiels et l'intégration personnelle des événements perçus et remémorés afin de préparer les individus à réagir aux événements à venir (Bastin, 2018). La découverte du DMN démontre une autre vision du cerveau, considérant qu'il s'agit d'un organe possédant une activité intrinsèque permettant d'encoder les demandes de l'environnement. Selon ce point de vue, le cerveau serait donc perpétuellement en activité, même si l'individu n'est pas activement engagé dans une tâche (Bastin, 2018).

Le DMN montre une activité opposée à celle impliquée dans les tâches cognitives exigeantes sur le plan attentionnel. Ainsi, lorsque les régions fronto-pariétales (CEN)

sont activées par une tâche, le DMN voit son activité diminuer et réciproquement (Bastin, 2018).

L'individu va donc activer son DMN lorsqu'il est laissé libre du contenu de ses pensées, il va spontanément se remémorer des souvenirs personnels, réfléchir sur lui-même et/ou planifier ses activités futures, s'engageant ainsi dans une activité mentale (Bastin, 2018).

3.1.3 Réseau exécutif (CEN)

Le fonctionnement exécutif englobe un ensemble de processus cognitifs dont le rôle principal est de faciliter l'adaptation de l'individu aux situations nouvelles et /ou complexes, en particulier lorsque les habilités cognitives sur-appriées ne suffisent plus (Roy, 2015). En effet, si la plupart de nos activités quotidiennes peuvent être réalisées de façon routinière et sans y prêter une attention particulière, un certain nombre de situations nécessitent, pour produire un comportement efficace et approprié au contexte, l'intervention de mécanisme de contrôle (Roy, 2015).

Les habilités identifiées dans le CEN se déclinent en plusieurs processus, tels que l'inhibition, la planification et la résolution de problèmes, la flexibilité cognitive, les capacités de mémoire de travail (MDT), le jugement et la prise de décision (Roy, 2015). Ces aspects cognitifs qui sollicitent le

raisonnement logique sans état émotionnel particulier représentent le fonctionnement exécutif froid, « cold » ou « cool ». A l'inverse, ceux qui ont une composante affective, émotionnelle et/ou motivationnelle (incluant par exemple la théorie de l'esprit et le traitement des émotions) se réfèrent au fonctionnement exécutif chaud, « hot » (Roy, 2015).

Grâce à l'imagerie par résonance magnétique, des études démontrent l'implication des régions préfrontales et pariétales lors de la réalisation de tâches exécutives. Le réseau comprend notamment : le sillon intrapariétal gauche (flexibilité), le sillon intrapariétal droit (attention sélective) le **cortex orbitofrontal** (inhibition et prise de décision) et le gyrus frontal moyen/supérieur droit (inhibition) et des régions fronto-pariétales (mémoire de travail) (Collette & Salmon, 2014). Reineberg et al. ont mis en relation l'activité cérébrale au repos et les capacités exécutives. Ils suggèrent que l'organisation du cerveau au repos (DMN) soit associée à l'efficacité du fonctionnement exécutif (CEN) (Collette & Salmon, 2014).

Le CEN a donc pour fonction de réguler le comportement, de l'adapter et de l'orienter en fonction d'un but précis (Roy, 2015). Les liens identifiés entre contrôle exécutif et réussite à l'école, qualité de vie ou encore santé psychique et physiologique, confirment l'idée que les fonctions exécutives sont au cœur du

développement de l'être humain au sens large (Roy, 2015). Une étude (Lee et al., 2013) consacrée à l'enfant indique que les fonctions exécutives sont indifférenciées durant l'âge de la période préscolaire (2 à 5ans). Une différenciation progressive s'opère ensuite, à partir de 6 ans (Roy, 2015). C'est le contrôle inhibiteur et la MDT qui sont considérés comme les précurseurs du développement ultérieur de la flexibilité cognitive, puis des fonctions exécutives de plus haut niveau incluant la planification et la résolution de problème (Roy, 2015). Enfin, l'émergence des aptitudes de contrôle exécutif peut difficilement s'envisager sans tenir compte du contexte sociodémographique et de l'environnement dans lesquels l'enfant naît et évolue (Roy, 2015). La qualité des interactions entre l'enfant et ses parents ou les pratiques éducatives ont un impact sur le développement des habilités exécutives (Roy, 2015). Les travaux émergents dans ce domaine (Thorell et al., 2013) favorisent l'idée selon laquelle ce développement est soumis à l'influence de la culture dans laquelle évolue l'enfant, phénomène que l'on peut retrouver à travers la relation entre fonctions exécutives et réussite scolaire (Roy, 2015).

Selon Bourassa et al. (2017) « Nous devons convenir, croire et affirmer que, face à un élève, aucune de nos paroles et de nos attitudes, aucun de nos actes, n'est jamais sans effet et que, si nous pouvons d'un mot le renvoyer dans les ténèbres, nous pouvons

aussi, par plus de lucidité, de rigueur et d'imagination, le faire grandir et grandir avec lui » (p.421). Nos attitudes convergent et synchronisent les réseaux de neurones des élèves que nous accompagnons.

3.1.4 Convergence et synchronie entre les trois réseaux

Pour un fonctionnement optimal du cerveau, il faut la synchronisation et l'équilibre des trois réseaux. L'union fait la force, « Tous pour un, un pour tous ». Toutes les parties du cerveau doivent communiquer entre elles (Fahim, 2021, citation personnelle).

En neuroscience, on parle de potentialisation à long terme (LTP). C'est un processus qui permet le renforcement synaptique suivant une brève stimulation à haute fréquence (Schiffmann, 2001). Ce phénomène initialement découvert dans l'hippocampe, mais observé ensuite dans diverses régions du système nerveux, a été présenté comme un mécanisme moléculaire connu sous le terme de « processus de mémoire et d'apprentissage » (Schiffmann, 2001). Dans des modèles expérimentaux *in vitro* (en dehors du milieu naturel), cette potentialisation peut durer des heures mais *in vivo* (dans le vivant) elle est détectée pendant plusieurs jours qui suivent la stimulation à haute fréquence (Schiffmann, 2001). L'enchaînement des événements cellulaires qui vont être sollicités au cours de ce

phénomène est initié par l'activation d'un récepteur du neurotransmetteur excitateur : le glutamate. Celui-ci possède des caractéristiques particulières qui lui permettent de jouer un rôle de détecteur de coïncidences très utile dans le processus de mémoire et d'apprentissage. On parle également à l'inverse de dépression à long terme (LTD). C'est lorsqu'il y a une baisse persistante de l'efficacité synaptique suite à certains types de stimulation. (Schiffmann, 2001). La notion de convergence signifie qu'une fonction cognitive ne réside pas dans un module cérébral spécifique mais se développe à travers l'interaction et la reconfiguration permanente des éléments du réseau (Baum et al., 2017).

Pour permettre une signalisation et une communication neuronale efficace, le réseau de connectivité du cerveau humain possède des « hubs » (van den Heuvel & Sporns, 2013). Ce sont des points de rencontre dans lesquels l'information doit passer. Grâce à la présence de ces nœuds (hubs) très peu d'intermédiaires sont nécessaires pour aller d'un neurone ou d'une aire cérébrale à l'autre ce qui rend le transfert d'information très efficace. On peut les comparer à de grands aéroports par lesquels on transite lors d'un long voyage. Enfin, « les fonctions cognitives ne demeurent pas fonctionnellement stables dans le temps et dans l'espace. Elles obéissent à la neuroplasticité » (Fahim, 2021, citation personnelle).

3.2 Neuroplasticité

C'est la capacité du cerveau à se modifier et à se remodeler tout au long de la vie. La recherche dans le domaine de la neurobiologie de l'apprentissage démontre que tout nouvel apprentissage est soutenu par un changement dans le système nerveux. Ainsi, lorsque deux neurones s'activent simultanément, ils créent ou renforcent leur connexion via leurs synapses, ce qui facilitera l'activation de l'un par l'autre à l'avenir. Pour que ce processus fonctionne, il est nécessaire de le répéter suffisamment de fois pour ancrer la relation entre les deux neurones. Au fil des expériences, des réseaux solides se construisent comme le réseau du langage. Dans le fonctionnement normal, le cerveau remodèle constamment ses réseaux afin d'encoder de nouvelles expériences. En revanche, si les neurones ne sont plus associés et activés, leurs liens s'affaiblissent, on appelle cela le processus de l'élagage synaptique (suppression des synapses inutilisées pour permettre un traitement plus efficace et complexe de l'information) (Mina et al., 2015).

4. MÉTHODOLOGIE

La méthodologie choisie pour l'élaboration de mon travail est la recherche-intervention (RI). Comme son nom l'indique, c'est une démarche de recherche qui intervient directement sur le terrain, ayant pour objectif

de produire des connaissances capables de combiner actions et transformations. La RI a pour but de contribuer au développement des connaissances face à une problématique donnée et de poser des actions, dans le milieu, en vue de la résolution de cette problématique (Duchesne & Leurebourg, 2012). L'intervention que je vais mettre en place en vue de résoudre la problématique exprimée dans les paragraphes précédents est la présentation d'un support pédagogique neuroéducatif pour expliquer les bases du fonctionnement du cerveau.

Dans un premier temps afin de me rendre compte de l'impact et de l'intérêt de l'outil, mon travail se concentrera sur la réalisation d'une ébauche « projet-pilote » du support, afin de pouvoir le tester avec quelques élèves de l'école. Dans un deuxième temps, qui interviendra après ce travail, j'aimerais poursuivre le développement de ce jeu, en l'ajustant et le complétant en fonction des résultats de la première phase, afin de pouvoir l'utiliser à plus grande échelle. En effet, c'est un projet qui va demander du temps et de l'engagement. Je souhaite donc le faire en deux phases. Je pourrai ainsi respecter les délais imposés par la formation en me concentrant seulement sur le projet-pilote dans un premier temps.

Ayant le désir d'utiliser la métaphore pour imaginer le fonctionnement du cerveau, j'ai

réfléchi à un centre d'intérêt qui pourrait être commun à un grand nombre d'élève afin d'espérer pouvoir les captiver et les motiver.

J'ai choisi le sujet du ski et de la montagne. Le sujet du ski me semble être idéal car les camps de ski sont une activité connue par beaucoup d'élèves. L'école pour laquelle je travaille se situe dans les Montagnes Neuchâteloises et le ski est souvent une discipline pratiquée par la majorité des élèves. Je souhaite donc que les élèves puissent imaginer leur cerveau comme étant une station de ski. Et si leur cerveau ressemblait à une station de ski ? Qu'est-ce qu'on y trouverait ? Comment la station serait-elle organisée ? Comment fonctionnerait-elle ? Je souhaite donc utiliser l'allégorie du domaine skiable et des éléments qui s'y rapportent pour illustrer le cerveau et expliquer quelques-unes de ses fonctions.

Selon l'ouvrage de Van Dijk (2019), pour capter et maintenir l'attention des apprenants, il faut solliciter les sens, varier les rythmes et utiliser le levier émotionnel en créant des surprises, en utilisant des vidéos, en les faisant jouer, en racontant des histoires, etc. Ensuite pour susciter l'engagement actif de l'apprenant il faut lui proposer d'expérimenter et de le faire réfléchir à une problématique ou une énigme à laquelle la formation va ensuite répondre (Van Dijk, 2019). Finalement, le retour sur l'erreur est primordial dans les

apprentissages. L'erreur correspond à l'écart entre ce que l'on a observé ou produit et ce qui est attendu par nous-même ou par les autres (notre prédiction). Notre cerveau va lancer une prédiction, recevoir en retour des informations sensorielles qui vont lui permettre de corriger, si une erreur est détectée, avant de lancer une nouvelle prédiction et ainsi de suite. L'apprenant apprend de ses erreurs et de celles des autres (Van Dijk, 2019). D'autre part, pour faciliter les apprentissages, il est utile de : multiplier et varier les exemples afin de permettre une meilleure compréhension des concepts abstraits ; proposer des défis pour favoriser une meilleure mémorisation à long terme (Hattie, 2017). En me basant sur les quelques éléments ci-dessus, fondamentaux à l'apprentissage et partant de la théorie sur la synchronisation cérébrale, je vais créer un support pédagogique sur la base d'un jeu.

4.1 Le jeu

« Et si ton cerveau ressemblait à une station de ski » sera un jeu neuroéducatif de coopération. Ludique, attractif et agrémenté de plusieurs supports vidéo, il permettra à l'enfant d'en apprendre davantage sur le fonctionnement de son cerveau tout en jouant.

4.1.1 Le matériel du jeu (c.f. annexe pour les supports papier)

✎ **Livret « aide -mémoire »**

Livret contenant le déroulement de la présentation et les explications des différents acteurs du domaine skiable (abonnements et animaux). Il peut être lu par l'animateur au cours de la présentation afin d'enseigner les notions contenues dans le support.

✎ **Présentation du domaine skiable en vidéo**

Deux vidéos présentent le domaine skiable de la station de Zinal. La première abordera le réseau de neurones du cerveau à travers les pistes de ski et la télécabine qu'il faut prendre pour y accéder. Les pistes de ski illustrent les neurones et les skieurs les informations qui circulent. Le tronc cérébral y est représenté par les télécabines qui conduisent à la station de ski. Des notions quant à l'importance du contrôle de la respiration dans des situations de stress pour ainsi le voir diminuer y sont expliquées en comparaison du vent qui fait bouger les télécabines et ainsi fermer la station de ski.

La deuxième vidéo dévoile la neuroplasticité du cerveau par l'énorme travail des dameuses pour préparer les pistes de ski et l'importance de la présence de la neige pour les ouvrir, mais aussi, la difficulté lorsqu'il y a de trop grandes quantités de neige qui complique le travail des dameuses. Ces dernières illustrent les apprentissages et les expériences de la vie. La neige, elle, représente les erreurs que l'on peut faire au quotidien et l'importance d'en

faire pour ajuster son comportement et ses prédictions.

✚ **Le plan des pistes en forme de cerveau**

Support cartonné en 2D d'un domaine skiable en forme de cerveau sur lequel on pourra voir correspondre différents endroits d'une station de ski qui respecte les fonctions du lobe sur lesquels ils se trouvent (Figure 5).

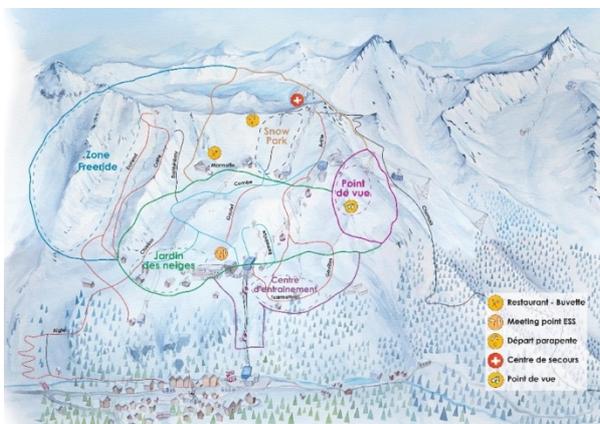


Figure 5 : illustration du support « Le plan des pistes » (Création : Vuille A. Inspiration : Livre « Explore ton cerveau » KiDiDOC, Houdé O. et al. Réalisation : Tinguely. L. Impression : Fondation Alfaset, Image du support pédagogique neuroéducatif « Et si ton cerveau ressemblait à une station de ski ».)

Chaque lobe pourra être ouvert et un bref résumé de la fonction du lobe ainsi que de son nom sera notifié au verso. Cela permettra d'expliquer les différents lobes du cerveau et leur fonction en les imageant avec la station de ski et en ayant des repères visuels pour savoir quel lobe à quelle fonction. Par

exemple, pour illustrer le lobe occipital qui est impliqué dans la vision, il y aura le point de vue panoramique de la station de ski. Pour aider les élèves à bien comprendre le rôle de ses différents lobes, des vidéos complètent le support pour les imaginer et les expliquer. Des astuces mnémotechniques sont également données pour se souvenir du nom des lobes. Par exemple, pour le lobe occipital, je pense au « O » de œil. Une vidéo pour expliquer le rôle du cervelet sera également disponible.

✚ **Les abonnements « réseaux neuronaux »**

Pour illustrer les trois réseaux (SN, DMN, et CEN), j'ai fait le choix de les allier à des éléments indispensables pour partir skier. Les accessoires (masque de ski, casque, gants, combinaison de ski, etc.), l'équipement (skis, bâtons et chaussures) et finalement la préparation mentale. Le support ressemblera à trois abonnements de ski sur lequel il y aura pour chacun une image qui correspond au réseau et au verso un bref explicatif de son utilité. L'animateur complétera les fonctions lors de la présentation des cartes.

Les accessoires (c.-à-d., le SN) illustrent des objets qui permettent la capture attentionnelle d'éléments pertinents lorsqu'on skie (masque de ski pour bien voir les éléments visuels, casque pour protéger notre tête et nos oreilles et bien entendre, etc.) L'équipement (c.-à-d., le CEN) fait référence au matériel de ski

indispensable pour exécuter le ski. En skiant, on planifie nos virages, on reste flexible dans nos mouvements et on inhibe les mauvaises postures. Enfin la préparation mentale (c.-à-d., le DMN), nous prépare pour aller skier. On modélise des scénarios potentiels et on imagine (« il a beaucoup neigé, il y aura de la poudre, je ferai de belles descentes dans le domaine freeride », ou alors « c'est les vacances scolaires, il y aura beaucoup de monde sur les pistes, je devrai être attentif aux autres », etc.). L'animateur précisera également que comme un abonnement de ski permet l'accès d'une vallée à une autre, les réseaux permettent de passer d'un état à un autre (actif, intermédiaire et au repos).

🚩 **Les animaux de la montagne**

Pour illustrer les principales et différentes régions contenues dans les trois réseaux, je vais les imaginer par des animaux de la montagne :

- ❄ Le chamois : L'Amygdale
- ❄ La marmotte : Le Thalamus
- ❄ La perdrix des neiges : L'Insula
- ❄ L'aigle royal : Le cortex cingulaire antérieur (CCA)
- ❄ Le bouquetin : Le cortex orbitofrontal
- ❄ Snowli (mascotte de l'Ecole Suisse de Ski (ESS)) : L'Hippocampe
- ❄ Le lapin : Striatum
- ❄ Le vautour fauve : Le cortex cingulaire postérieur (CCP)

Les animaux n'ont pas été choisis au hasard, du fait de leur fonctionnement ou leurs caractéristiques, ils ont des similitudes avec la région cérébrale concernée. Chaque animal sera imprimé sur le plan des pistes à l'intérieur du cerveau. Il aura une expression ou posture qui exprime sa fonction (figure 6). Ils seront disposés à l'endroit où on les situe dans le cerveau humain. Dans l'aide-mémoire, une phrase résumera le rôle de l'animal. Les animaux seront présentés par l'animateur qui pourra approfondir la fonction de chaque animal.



Figure 6 : illustration de Chamy, le chamois qui représente l'amygdale du cerveau (Création : Vuille A. Réalisation : Tinguely. L. Impression : Fondation Alfaset, Images du support pédagogique neuroéducatif « Et si ton cerveau ressemblait à une station de ski ».)

Par exemple, Chamy est un chamois peureux et craintif qui s'alarme lorsqu'il a peur. Il peut réagir de trois manières différentes face à un danger. Fuir, combattre ou se figer sur place. Un poster avec le nom de chaque animal viendra soutenir les explications de

l'animateur et permettra à l'élève de visualiser l'animal en fonction de son nom et il pourra ainsi le retrouver sur le plan des pistes. Le nom de l'animal est un mélange entre son nom d'animal et le nom de la partie cérébrale à laquelle il correspond.

🚩 **Les cartes noires questions**

Plusieurs cartes contiendront des questions sur les présentations vidéo du domaine skiable et sur le plan des pistes et les différents lobes du cerveau. Les élèves se concerteront par équipe pour donner leur réponse. L'animateur pourra consulter la réponse au bas de la carte.

🚩 **Les cartes rouges et bleues lien vidéo**

Plusieurs cartes rouges décriront des situations vécues lors d'une journée à ski. Elles se réfèrent à des liens vidéo dans lesquels les élèves peuvent visionner les situations. Ils devront alors brandir l'abonnement de ski (réseaux neuronaux) qui concerne la situation, ceci dans un laps de temps signalé. Ils découvriront la bonne réponse à la fin du visionnage de la vidéo.

Les cartes bleues contiendront l'image d'un animal de la montagne avec un numéro qui renvoie à un lien vidéo. Dans ce lien, une question en image concernant l'animal de la carte sera posée aux élèves. Ils pourront se concerter par équipe pour donner leur

réponse. L'animateur pourra consulter l'aide-mémoire pour vérifier les réponses.

🚩 **Les jetons dameuse et les boules de neige**

Des jetons en bois avec une image de dameuse serviront pour récompenser les bonnes réponses des élèves et des boules de neige en ouate pour les pénaliser lors de mauvaises réponses. Comme il leur aura été expliqué que sans erreur, il n'y a pas d'apprentissage et que sans neige il n'y a pas de piste de ski, les jetons dameuses, mais aussi les boules de neige seront utiles dans le décompte des points. C'est le nombre de boules de neige et de jetons dameuse qui définira la couleur de la médaille gagnée.

🚩 **Les médailles**

Des médailles pour récompenser les points obtenus durant le jeu. Elles ressembleront à celle de la Swiss Snow League qui récompense les élèves de l'Ecole Suisse de Ski qui suivent des cours de ski. On trouve 4 types de médailles : « Kids – vert, Beginner – bleu, Advanced – rouge, Expert – noir ».

4.1.2 Déroulement de l'atelier et but du jeu

L'animateur formera trois équipes d'élèves au hasard disposées autour de trois tables devant un écran géant. L'animateur aidé par le livret « aide-mémoire » démarre l'atelier de présentation. Il débute avec la projection des deux vidéos de présentation du domaine

skiable. Il présentera ensuite le support « le plan des pistes en forme de cerveau ». À la fin de ces deux présentations, l'animateur expliquera les règles et le but du jeu qui débutera par les cartes noires de questions.

Ensuite, il expliquera et distribuera les abonnements de ski qui représentent les éléments indispensables pour aller skier. Chaque équipe sera garante de l'abonnement qu'elle reçoit, c'est-à-dire, que chaque équipe sera un des trois réseaux. L'animateur expliquera que ces trois équipes devront travailler ensemble (jeu de coopération) pour que le skieur (l'enseignant) puisse se déplacer dans les différents endroits du domaine skiable (le cerveau). À nouveau, une pause jeu sera proposée en utilisant les cartes rouges des situations vécues lors d'une journée de ski (liens vidéo) pour vérifier la compréhension des abonnements de ski.

Pour terminer l'atelier, l'animateur présentera les animaux de la montagne à l'aide du poster avec le nom des animaux. Il demandera aux élèves de se référer au plan des pistes et d'ouvrir le cerveau pour observer les animaux et leur expression. Il nommera un animal et demandera aux élèves de deviner le rôle de l'animal (partie du cerveau) en fonction de l'expression dessinée. Ensuite, il présentera le rôle de l'animal et les élèves pourront vérifier leur prédiction. Finalement, la dernière partie du jeu sera jouée à l'aide des cartes bleues qui

se réfèrent à un lien vidéo contenant une question sur un animal.

Tout au long du jeu, l'animateur, aidé par l'enseignant, vérifiera les réponses des élèves et des jetons dameuses ou des boules de neige seront distribués à chaque groupe. A la fin de la présentation, le décompte commun des jetons et des boules de neige est fait pour découvrir quelle médaille les élèves ont fait gagner à leur enseignant. Une photo souvenir pour la classe est réalisée, sur laquelle, les élèves peuvent poser avec un objet de la présentation. L'animateur réalise ensuite un diplôme souvenir avec l'image de la médaille reçue et le transmet à la classe (c.f exemple d'un diplôme en annexe).

4.1.3 Partenariat

Pour réaliser ce support, je me suis entourée de plusieurs personnes afin d'avoir des dessins et des vidéos pour illustrer mon idée. Étant sensible à la valorisation du milieu du handicap, c'est un bénéficiaire de la fondation ALFASET du canton de Neuchâtel (c.-à-d., fondation qui accompagne des personnes en situation de handicap) qui a réalisé les illustrations du support et du jeu. Le support du plan des pistes de la station en forme de cerveau est inspiré du plan original de Zinal. J'ai retravaillé ce plan, afin que les diverses zones correspondent aux lobes du cerveau. J'ai collaboré avec les remontées mécaniques de Grimentz-Zinal pour avoir des images

vidéo et j'ai fait certaines prises de vue dans cette station. Enfin, j'ai collaboré avec deux amis, Christian Novoa et Jonas Monnin qui maîtrisent parfaitement le ski (ski de compétition et freeride) pour qu'ils réalisent des vidéos qui illustrent mes situations de jeux. J'ai moi-même créé les montages vidéo en utilisant le logiciel « Wondershare ». Finalement, j'ai collaboré avec la fondation ALFASET et son service d'imprimerie pour la mise en page et l'impression des différents supports.

4.2 L'échantillonnage

Pour tester l'outil, je me rendrai dans trois classes de 4, 5 et 6^{ème} Harmos du cercle scolaire pour lequel je travaille. J'irai dans un collège où j'ai effectué des suivis, ainsi je ne serai pas inconnue des élèves et de l'enseignante. Cela me permettra de gagner du temps et réaliser la méthodologie plus rapidement sans devoir créer un lien nouveau avec les élèves, le rapport de confiance étant déjà établi. En effet, j'ai déjà parlé de ma formation dans ces classes et comme mon outil sera un test, il me semblait important de pouvoir intervenir dans des classes où un lien est déjà présent. Je serai ainsi plus à l'aise pour le défendre. De plus, comme les élèves me connaissent, je suppose qu'ils pourront librement me dire s'ils apprécient ce jeu ou non. Les classes sont composées de 15 à 18 élèves. Je pourrai donc tester l'outil sur une cinquantaine d'enfants de 7 à 10 ans. Comme expliqué dans mon introduction, l'idée étant de

pouvoir sensibiliser les élèves dès l'entrée au cycle 2 afin de leur offrir des connaissances neuroscientifiques qui pourraient leur être utiles tout au long de leur scolarité.

4.3 L'évaluation de la pertinence de l'outil

Dans le but de comparer et d'observer l'évolution de leurs connaissances sur le cerveau et son fonctionnement, je solliciterai les enseignantes pour qu'elles demandent à leurs élèves de dessiner leur cerveau avant ma présentation. La consigne sera de dessiner la représentation qu'ils se font de leur cerveau, en complétant le dessin par une phrase explicative quant à son fonctionnement. Je demanderai qu'ils redessinent à nouveau leur cerveau quelques jours après ma présentation, ainsi je pourrai comparer leur représentation avant et après mon passage.

Durant et à la fin de ma présentation en présence des élèves, je les questionnerai afin qu'ils évaluent l'outil pour constater s'ils l'ont compris et s'ils l'ont apprécié.

4.4 L'utilisation future du support

Dès le mois de décembre 2022, je travaillerai (toujours dans le cercle scolaire actuel) dans une structure qui accueillera des élèves en rupture scolaire avec difficultés de comportement. Ils fréquenteront la structure quelques jours par semaine, tout en continuant de fréquenter leur classe régulière.

Le but de cette structure sera de travailler sur leurs difficultés de comportement tout en préservant un lien avec la classe d'origine et en favorisant leur réintégration.

Mon souhait serait d'expliquer le fonctionnement du cerveau aux élèves qui seront accueillis dans cette structure en utilisant notamment le support « Et si ton cerveau ressemblait à une station de ski ». En parallèle, les outils « TECOOL » pourront être enseignés aux élèves de la structure. Ils pourront ainsi apprendre à réguler et contrôler les différents animaux qui vivent dans leur station de ski. Afin de favoriser le lien avec le reste de la classe régulière et dans le but de valoriser l'élève en difficulté, il aurait l'occasion de présenter ses nouvelles connaissances apprises (en utilisant notamment ce support) au reste de sa classe. Ainsi des discussions autour de la gestion des animaux vivant dans la station et l'importance de la cohésion des trois abonnements (réseaux) pourraient expliquer la complexité des comportements. L'expérimentation que le cerveau est plastique et peut donc évoluer toute la vie pourrait démontrer aux élèves que la situation de l'élève en difficulté peut se transformer et ne pas rester figée.

Lors de mon expérience au sein des classes, j'ai parfois pu constater que les élèves qui présentent des difficultés de comportement pouvaient être stigmatisés par leurs

enseignants et leurs camarades comme étant un élément perturbateur et parfois non désiré dans la classe. Avec cet outil, mais aussi en ayant des discussions en lien avec ce dernier, j'espère influencer le regard porté à l'élève en difficulté. Tout comme j'ai expliqué aux camarades des élèves TSA que j'ai accompagnés le fonctionnement de leur cerveau et les raisons de leur différence, j'aimerais en faire de même pour ces élèves qui présentent des difficultés de comportement.

5. ANALYSE ET INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

5.1 Intervention dans les classes

Durant la fin du mois de septembre, je suis intervenue dans trois classes (4^e à 6^e) dans un collège du cercle scolaire pour lequel je travaille. Pour des raisons d'organisation, j'ai débuté par la classe de 5^e, ensuite 4^e pour terminer avec celle de 6^e. J'avais 2 périodes (1h30) à disposition et selon mes entraînements, ma présentation durait minimum 1h sans question. Mon premier constat est que j'ai manqué de temps pour présenter l'ensemble de mon support. En effet, les élèves posaient des questions et alimentaient la discussion en partageant des situations vécues. J'ai également pris le temps de reformuler certaines notions et je leur ai laissé le temps de découvrir les différents supports, notamment le plan des pistes. Ces diverses interventions n'avaient pas été prise

en compte lors de mes entraînements. Ainsi, les 4^e et 5^e n'ont pas visionné la vidéo qui illustre le cervelet par le centre d'entraînement et seul les animaux principaux (marmotte, chamois, Snowli, bouquetin et lapin) ont pu leur être présentés.

Les 6^e ayant eu moins de questions et/ou ayant plus vite compris les notions abordées, ont vu l'ensemble des vidéos et supports.

Avant de débiter ma présentation, je me suis assurée que l'ensemble des élèves connaissaient le ski ou en avait déjà fait. Je me suis également assurée qu'ils comprenaient les termes « freeride, snowpark ou télécabine ». Sur les 50 élèves rencontrés, seul un élève n'avait jamais fait de ski.

5.1.1 Vidéos de présentation de la station de ski (réseau de neurones et neuroplasticité)

J'ai démarré en présentant le support à une classe de 5^e, composée d'élèves de 8 à 9 ans. Au terme de la présentation et grâce à leurs questions, j'ai constaté que les élèves avaient eu du mal à comprendre la 1^{ère} vidéo qui comparait les pistes de ski aux neurones, et les skieurs aux informations qui circulent de neurone en neurone. Dans cette même vidéo, le tronc cérébral est nommé et expliqué à travers l'image d'une télécabine qui fait la liaison entre la station de ski (qui représente le cerveau) et le village (qui représente le corps).

Dans cette vidéo je mélange images hivernales et images qui ressemblent aux connexions que l'on peut retrouver dans le cerveau. Il a fallu que je reformule et adapte mes explications à l'âge des élèves pour qu'ils finissent par comprendre. J'ai donc passé du temps à expliquer ce qu'était un réseau neuronal et quel était le rôle du tronc cérébral. En conclusion, pour faciliter la compréhension de ce support, il semblait important d'adapter la vidéo d'introduction.

Après ce premier essai, j'ai donc modifié cette vidéo d'introduction pour la présentation des élèves de 4^e (7 à 8 ans). J'ai enlevé toutes les images qui ressemblaient à des connexions dans le cerveau et n'ai pas nommé expressément « les neurones » et « le tronc cérébral ». Ces notions ont été uniquement abordées à travers les pistes de ski, le skieur et les télécabines. Les élèves ont cette fois-ci compris mes explications et ont très vite imaginé que le fonctionnement de leur cerveau était similaire à une station de ski. J'ai expliqué que les skieurs transportaient des messages de piste en piste. Ces derniers, afin de pouvoir rejoindre la station de ski, devaient alors prendre une télécabine. J'ai également simplifié les explications concernant la taille des neurones. Ainsi au lieu de dire qu'ils mesuraient un micron de diamètre, j'ai expliqué qu'ils étaient septante fois plus petits qu'un cheveu.

Lors de la présentation pour les élèves de 6^e (9 à 10 ans), j'ai projeté la vidéo contenant les termes « neurones » et « tronc cérébral ». Mon hypothèse était que ces élèves seraient plus matures sur le plan cognitif, ce qui leur permettrait de comprendre quelques termes scientifiques. A la suite de la projection, les élèves semblent avoir bien compris ses différentes notions et le contenu de la vidéo leur a paru accessible.

La 2^{ème} vidéo explique que les dameuses qui préparent les pistes de ski sont comme les apprentissages et expériences qu'ils font tous les jours. La neige qui rend parfois le travail des dameuses complexe lorsqu'il y en a de grosses quantités représente les erreurs que l'on fait dans nos apprentissages. Ces notions ont été très bien comprises par tous les élèves (7 à 10 ans). Cela s'explique peut-être parce qu'elles ne contiennent aucun terme technique et que l'élève peut facilement faire le parallèle avec des choses concrètes et connues comme les apprentissages et les erreurs, à l'inverse des pistes de ski qui représentaient les neurones. Je fais l'hypothèse que les élèves se représentent plus facilement un apprentissage ou des erreurs que des neurones.

Tous les élèves semblent avoir apprécié de par leurs réactions (rire, sourire, etc.) que des personnages qu'ils connaissent soit présents dans les deux vidéos. Comme le panda roux

du film « Alerte rouge » ou Sonic, le hérisson super rapide. Ils ont été attentifs durant le visionnage des vidéos et plusieurs « waouh » ont été prononcés en découvrant des informations comme le nombre de neurones ou de pistes de ski, mais aussi en voyant des images de ski freeride.

5.1.2 Plan des pistes de ski en forme de cerveau

Pour l'ensemble des élèves (7 à 10 ans), le plan des pistes a été compris. Ils ont apprécié le découvrir et le manipuler en petit groupe. Avant de leur faire visionner une vidéo, je nommais le lobe en montrant sur ma tête où il se situait et je leur demandais de le retrouver sur le plan. Lorsqu'ils étaient en difficulté, je nommais la zone de la station (snowpark, jardin des neiges, etc.). Les vidéos qui accompagnaient chaque lobe ont permis de mieux comprendre leur fonction. De plus, après chaque visionnage vidéo, je répétais à nouveau la fonction du lobe en la résumant.

Cependant, j'ai observé que pour les élèves de 4^e (7 à 8 ans), il était parfois difficile d'utiliser certains termes techniques notamment pour le lobe occipital. Ils préféraient nommer la zone de la station de ski, comme le point de vue.

5.1.3 Explication du jeu et premières questions

Tous les élèves se sont montrés motivés par le jeu. Ils semblaient réjouis par le fait qu'ils pouvaient recevoir des jetons en bois pour de bonnes réponses, mais également des boules de neige lors de mauvaises réponses. C'est leur enseignante qui distribuait jetons et boules de neige. Les élèves ont donc souvent rigolé et très vite oublié l'erreur en pensant plutôt à attraper la boule de neige. Les premières questions semblaient abordables pour eux. J'ai constaté qu'ils se focalisaient sur le plan de pistes pour chercher les réponses, en oubliant parfois que la question concernait une vidéo. Lorsqu'ils devaient se souvenir de ce qui avait été dit dans la vidéo, la réponse semblait plus compliquée à trouver, mais de nombreuses bonnes réponses ont été dites malgré tout. Je fais l'hypothèse qu'ils avaient peut-être déjà oublié les informations contenues dans les vidéos de présentation car ils venaient de visionner celles concernant les lobes du cerveau du plan des pistes.

5.1.4 Les abonnements (réseaux de neurones)

A l'unanimité, cette partie a été la plus attrayante pour les élèves et la plus compréhensible. De nombreux élèves ont nommé les abonnements comme moments préférés de la présentation. À aucun moment je n'ai cité les termes techniques des noms des réseaux. J'ai simplement parlé d'état dans lequel le cerveau pouvait être. Un état actif, intermédiaire et au repos. Les élèves étaient disposés autour de trois tables en arc de

cercle. J'ai distribué les abonnements de gauche à droite en respectant l'ordre des réseaux et en mettant l'état intermédiaire (le réseau de saillance) au centre. Ainsi, lorsque j'ai expliqué l'utilité des abonnements j'ai pu soutenir mon explication en passant d'une table à l'autre. Les élèves ont bien compris quelle était la fonction de chaque abonnement. Les avoir illustrés avec des équipements, accessoires de ski ou mentalisation était une manière très concrète pour eux de comprendre. Les élèves ont également adoré le jeu qui vérifiait leur connaissance sur ces abonnements. Ils ont apprécié visionner les images, brandir le bon abonnement et surtout pouvoir s'auto-corriger car la réponse figurait à la fin de la vidéo. Ils ont pu compter sur leurs camarades de table car si certains étaient sûrs de lever l'abonnement, d'autres hésitaient et pouvaient se rassurer grâce à eux.

5.1.5 Les animaux de la montagne

La présentation des animaux a également fortement été appréciée des élèves et a aussi souvent été nommée comme moment préféré de la présentation. Les élèves ont eu du plaisir à rechercher les animaux que je nommais et à deviner leur fonction au travers de leur expression. Après chaque présentation d'un animal, je le joignais à l'exemple que j'avais choisi d'illustré « je vois une grosse araignée au fond de la salle ». Par exemple : « la marmotte informe tous les animaux qu'il y a une araignée au fond de la salle, le chamois à

peur et s'alerte, que va-t-il faire ? fuir, combattre ou resté figé sur place, Snowli se souviendra demain qu'il y avait une grosse araignée au fond de la salle et finalement le bouquetin va lui dire respire, elle n'est pas si grosse, tu peux la prendre avec un papier et la mettre dehors ». Les élèves étaient motivés par les vidéos avec question et se sont souvent référés à l'expression de l'animal sur le plan des pistes pour proposer une réponse ou à l'exemple de l'araignée. Les questions semblent avoir été bien comprises car elles questionnaient la fonction de l'animal expliqué durant la présentation. Ils étaient toujours participatifs alors que cela faisait plus d'une heure qu'ils écoutaient la présentation. J'ai constaté que certains élèves avaient tendance à confondre chamois et bouquetin.

J'ai observé que les élèves de 4^e et 5^e n'ont pas posé de questions sur les noms que j'ai donnés aux animaux. Ils les ont trouvés rigolo. Cependant, plusieurs élèves de 6^e m'ont questionné sur leur signification en me disant notamment : « Mais ce n'est pas une Thalamotte, tu t'es trompé c'est une marmotte ». J'ai donc pu leur expliquer la réflexion autour de ce nom et introduire certains mots scientifiques. Ils ont par exemple tout de suite compris le mélange des deux mots (thalamus et marmotte).

5.1.6 Remise de la médaille

Les élèves ont tous pu faire le décompte de leurs jetons et boules de neige. Ils semblaient contents de constater que leur enseignante gagnait une médaille même si celle-ci est restée autour de son cou que quelques instants. Ils ont été motivés par le fait de faire une photo souvenir et de poser avec des objets de la présentation, les 4^e et 5^e comme les 6^e. Certains élèves voulaient prendre avec eux des abonnements de ski ou des boules de neige en souvenir de cet atelier.

5.1.7 La station de ski pour les élèves présentation un trouble du spectre de l'autisme (TSA)

La classe de 6^e accueille deux élèves TSA, dont un que j'accompagne deux périodes par semaines en travail individuel. J'ai donc pu reprendre avec lui l'image de la station de ski pour lui expliquer pourquoi son cerveau fonctionnait différemment que celui de ses camarades. J'ai pu lui expliquer que sa station de ski à lui est constamment remplie de monde. Elle accueille énormément de skieurs ce qui crée des bouchons et des files d'attente au bas des remontées mécaniques, mais aussi ce qui rend la descente du skieur plus compliqué, car il doit ralentir et slalomer entre tous les autres skieurs. Ainsi, j'ai pu lui expliquer qu'il lui fallait plus de temps pour traiter une information et donner une réponse car ses skieurs étaient ralentis car trop nombreux. J'aurais aimé pouvoir expliquer cette différence à l'entier de la classe, mais par manque de temps, je n'ai pas pu. Je garde

donc en tête que des comparatifs avec le fonctionnement d'autres cerveau d'enfants qui sont atteint par un trouble est possible.

5.2 Évaluation des élèves en fin de présentation

A chaque fin de présentation, j'ai demandé aux élèves de commenter le support et de me faire part de leur remarques positives aussi bien que négatives. Aucun élève n'a commenté le support de manière négative ou fait de remarque d'amélioration. Cependant, il est difficile de savoir si c'est parce qu'ils voulaient être gentil avec moi, si pour des enfants de cet âge c'est difficile d'être critique, s'ils n'ont pas osé ou alors était-ce vraiment parce qu'ils ont tous trouvé bien. En observant les éléments de la présentation, je constate qu'ils ont préféré les abonnements de ski et les animaux au plan des pistes avec les lobes et aux 2 vidéos de présentation. Je fais le postulat qu'ils ont préféré ces éléments parce qu'ils ne faisaient pas référence à des termes scientifiques, mais à des présentations plus ludiques, participatives et concrètes.

J'ai apprécié entendre certains élèves dire qu'ils ont aimé le thème du ski car cela les a aidés à bien comprendre comment fonctionne leur cerveau. Certains se sont questionnés sur la création et m'ont demandé qui avait fait les dessins et combien de temps j'avais passé pour créer ce support. La majorité des commentaires des enfants était très enjoués

et j'ai constaté un réel plaisir chez eux d'avoir participé à cette présentation. Par exemple un élève de 6^e s'est exprimé ainsi : « C'était trop cool, j'ai appris plein de choses ». Une élève de 5^e que j'ai recroisé quelques jours plus tard dans le collège, est venue vers moi et m'a dit : « Vraiment ne change rien à ton jeu, il est trop bien comme ça et ta maitresse va l'adorer ».

5.3 Évaluation des enseignantes en fin de présentation

J'ai également demandé aux enseignantes leurs impressions. Toutes ont apprécié et salué le travail de création, et l'imagination que j'ai eue pour réaliser ce support et ce jeu. Elles ont particulièrement souligné la créativité dont j'avais fait preuve pour illustrer ludiquement les différentes fonctions du cerveau. Elles ont également appris beaucoup de choses et ont vu un grand potentiel dans ce support. Selon elles, ce support contient trop d'information pour n'être utilisé qu'une fois une heure et demi. Il serait ainsi préférable pour les élèves de répartir ce support sur plusieurs jours. Ainsi il serait plus facile pour les élèves d'intégrer les informations en répartissant, par exemple, les périodes d'enseignement sur plusieurs semaines et en séquençant les moments de la présentation par thème (un jour consacré au plan des pistes, un autre aux abonnements, etc.). Comme par manque de temps je n'ai pas dévoilé toutes les vidéos notamment pour les jeux, il serait possible de prendre plus de temps sur chaque thème et de jouer davantage pour tester leur connaissance

Les enseignantes trouveraient intéressant de le faire évoluer d'année en année. C'est-à-dire, présenter le support aux élèves de 4^e en ne citant aucun terme scientifique et en demandant aux élèves de vraiment imaginer que leur cerveau ressemble à une mini station de ski. Puis au fil des mois, voire des années, reprendre les sujets et y apporter les termes scientifiques en montrant de réelles images du cerveau et des différentes parties.

5.4 Analyse des productions des élèves

Dans le but d'analyser les dessins et écrits de tous les élèves de manière objective, j'ai créé des catégories d'éléments contenus dans les productions et j'ai encodé le nombre d'éléments obtenus par catégorie dans un tableau (c.f annexes). J'en ai fait ensuite des graphiques qui résument les résultats. Par exemple pour un élève qui a dessiné un ovale avec une tige et qui a fait des séparations dans l'ovale et nommé différents mots (lire, écrire, etc.), j'ai encodé 1x tronc cérébral pour la tige et 1x lobe pour les cases dans le cerveau. Pour les élèves qui ont fait un ovale rosé avec « gribouillis » à l'intérieur j'ai encodé 1x cerveau et rien dans tronc cérébral car il n'y a pas de tige.

Cinquante élèves ont participé à ma présentation et ont réalisé une production avant et/ou après ma visite. Malheureusement cinq élèves ont été absent lors de la 1^{ère} ou 2^{ème} production, je fais le choix de ne pas

comptabilisé leur production, afin d'avoir toujours la différence entre l'avant et l'après. Mes résultats sont donc basés sur quarante-cinq élèves qui ont produit à chaque fois deux dessins (un avant et un après ma présentation). Enfin, les résultats des productions écrites se basent sur trente élèves car je n'ai pas obtenu de production écrite de la classe de 4^e, qui contenait quinze élèves.

5.4.1 1^{ère} production (avant la présentation)

En analysant les dessins de la 1^{ère} production, les résultats sont flagrants pour les élèves de 4^e et 5^e (figure 7). Les élèves avant mon intervention se représentaient leur cerveau, simplement comme un cerveau vu de l'extérieur, ovale, rosé avec des sillons à l'intérieur. Les plus grand ont également beaucoup dessiné des tiroirs, compartiments ou bureau dans lequel on y trouve des choses. Seuls certains élèves de 6^e (quatre) ont dessiné quelques choses pouvant faire penser au cervelet et au tronc cérébral. Toute fois d'une manière générale, tous les cerveaux sont représentés à l'aide d'une forme ovale. Pour chaque degré, je remarque qu'un ou deux élèves ont dessiné quelques choses pouvant faire penser à des connexions neuronales.

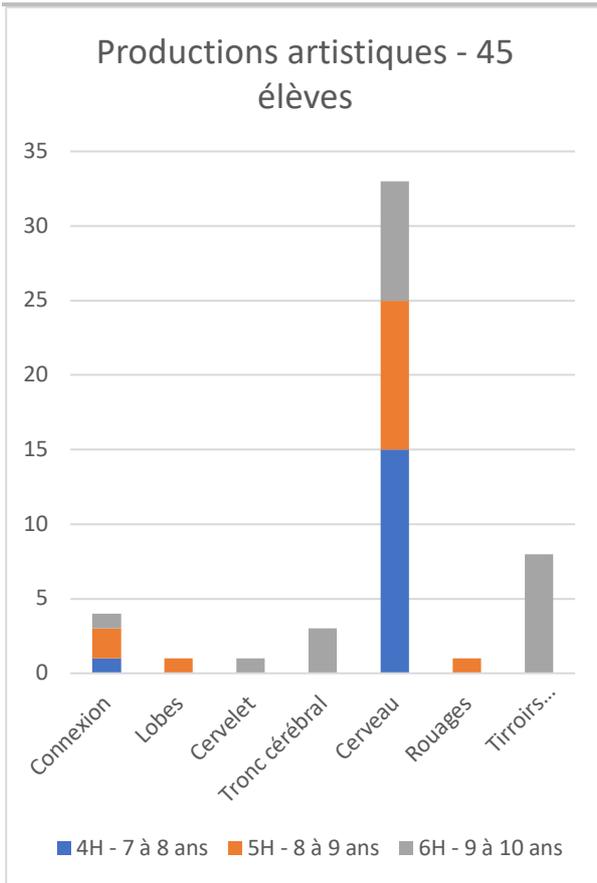


Figure 7 : graphique des résultats analysés dans les dessins d'élèves de 4 à 6 Harmos réalisés avant ma présentation.

Dans l'analyse des productions écrites (figure 8), on observe des différences entre les 5^e et 6^e. En effet, les élèves de 8 à 9 ans expliquent que le cerveau sert à faire bouger le corps, à faire fonctionner un sens (regarder, manger, etc.) ou alors qu'il sert à réfléchir. Au contraire, passablement de 6^e expriment que le cerveau contient des cases ou des tiroirs dans lesquels sont rangés des choses (parole, geste, respiration, etc.). Aucun élève ne parle du tronc cérébral, même si dans certaines productions artistiques d'élèves de 6^e, sa forme apparaît. Pour cinq élèves des deux

classes de 5^e et 6^e, le terme « neurone » est notifié, dont une élève de 6^{ème} qui dit : « Dans notre cerveau, on a des neurones. Je pense que chaque neurone est différent. Ils ont chacun un domaine, par exemple : un neurone pour les mouvements, un pour les paroles et un quand on réfléchit. Les neurones se mélangent ».

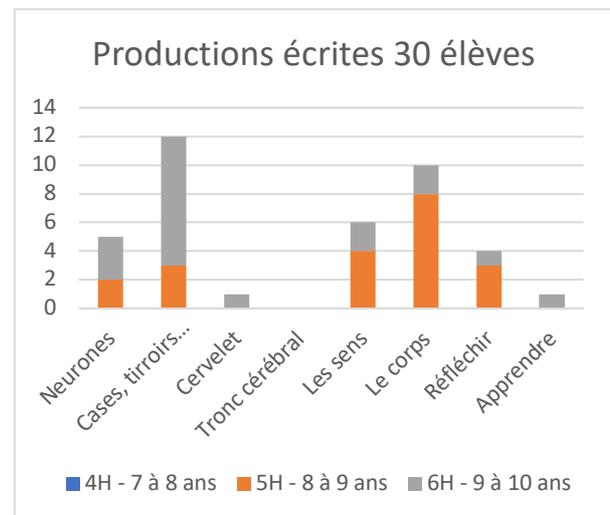


Figure 8 : graphique des résultats analysés dans les textes des élèves de 5 et 6 Harmos réalisés avant ma présentation.

5.4.2 2^{ème} production (2 à 3 jours après la présentation)

Comme pour l'analyse des 1^{ères} productions j'ai fait des thèmes en fonction des éléments observés sur les productions et ensuite j'ai encodé les éléments contenus sur la feuille en fonction des thèmes. Par exemple, un élève qui a dessiné des skieurs avec des téléskis et des animaux à l'intérieur d'un ovale avec une tige, j'ai encodé 1x skieurs, pistes et téléskis, 1x animaux et 1x tronc cérébral.

En analysant les résultats (figure 9), je fais le constat que les élèves de 6^e ont tous dessiné des réseaux de neurones, des lobes ou d'autres parties du cerveau. Cependant, aucun n'a dessiné son cerveau avec des illustrations présentant la station de ski ou les animaux. A l'inverse les 4^e et 5^e ont à part égale dessiné un réseau de neurones mais aussi des stations de ski et des animaux dans la tête. Cependant, ils n'ont pas dessiné de lobes.

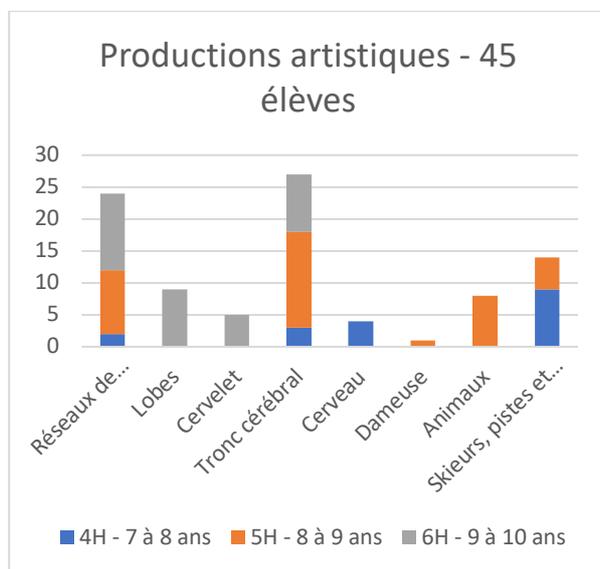


Figure 9 : graphique des résultats analysés dans les dessins des élèves de 4 à 6 Harmos réalisés après ma présentation.

La représentation du cerveau, ovale, rosé et avec des sillons n'est plus représenté pour les 5 et 6^e qui ont découvert des images de connexions au cours de la présentation. A l'inverse les 4^e, qui n'ont pas vu uniquement des images d'un cerveau vu de l'extérieur (figure 10) ; illustrent soit le cerveau, ovale,

rosé, etc., ou soit par des skieurs, pistes et téléskis. Idem pour la représentation du tronc cérébral, il est très marqué pour les 5^e avec qui j'ai pris le temps de reformuler car ils n'avaient pas compris toutes les explications vidéo. De plus, le tronc cérébral a été présenté en détail aux 5^e et 6^e, alors que les 4^e ont simplement vu une télécabine descendre à l'endroit qui correspond à celui-ci (figure 10).

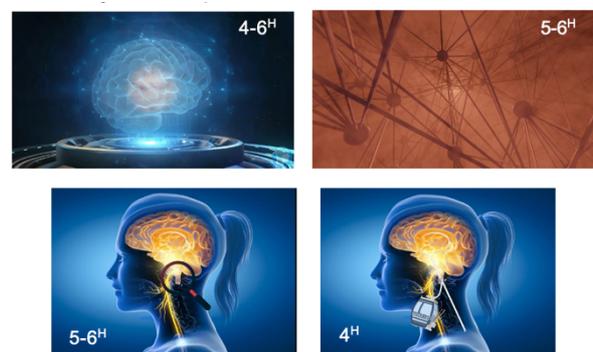


Figure 10 : comparatif des images visionnées par les élèves de 4 et 5-6 Harmos (Images du support vidéo d'introduction « Et si ton cerveau ressemblait à une station de ski » créé avec le logiciel Wondershare et réalisé par Amandine Vuille)

Je constate également que seuls les élèves de 6^e ont dessiné le cervelet et se sont les seuls à qui j'ai pu montrer la vidéo s'y référant. Chez les 4^e et 5^e, le cervelet a été uniquement abordé sur le plan des pistes, et aucun ne la dessiné. Enfin, je constate qu'aucun élève de 6^e n'a dessinés d'animaux ou de piste de ski. Ils ont tous dessiné des éléments se rapprochant le plus au cerveau. À l'inverse des plus jeunes qui sont nombreux à avoir

dessiné des animaux, pistes de ski et skieurs, éléments qui s'éloignent de la réalité.

En analysant les résultats des 2^e productions écrites (figure 11) on retrouve comme sur les dessins, le mot « cervelet » seulement pour les élèves de 6^e qui ont entendu le mot et visionné une vidéo qui explique son fonctionnement. Fidèles à leurs dessins, les élèves de 6^e nomment davantage des lobes ou partie du cerveau, alors que les élèves de 5^e expliquent le fonctionnement de la station de ski ou le rôle des animaux. Finalement l'élément marquant que j'observe, est que les 5^e étaient plus nombreux à nommer le tronc cérébral sur leur production que les élèves de 6^e. Cela pourrait s'expliquer par le fait que cette notion a été davantage abordée avec les élèves de 5^e.

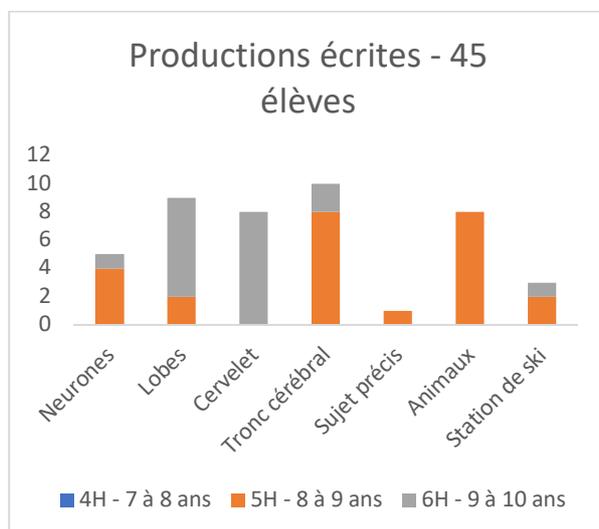


Figure 11 : graphique des résultats analysés dans les textes des élèves de 5 et 6 Harmos réalisés après ma présentation.

5.4.3 Différence dans les productions avant et après ma présentation

Après analyse des productions antérieures et postérieures à ma présentation, je constate que pour les élèves de 5^e, et en majorité ceux de 6^e, on voit apparaître la forme et aussi le nom du tronc cérébral sur les 2^e productions. A l'inverse les productions des 4^e ne montre pas de tronc cérébral après ma présentation. Cela pourrait s'expliquer par le fait que je ne leur ai pas clairement montré l'endroit et qu'il n'a pas été nommé. Ils l'ont seulement observé sur le plan des pistes ou ont vu une télécabine descendre dans le cou.

Finalement, je remarque que la majorité des élèves ont changé leur vision de leur cerveau après mon intervention (sauf pour trois élèves de 4^e) qui ont dessiné la même représentation avant et après mon passage. Les 4^e et 5^e ont davantage imagé leur cerveau avec des skieurs, pistes de ski, téléskis et animaux en dessinant souvent le tronc cérébral, alors que les 6^e ont surtout dessiné et nommé les lobes et les connexions de neurones en utilisant les termes scientifiques appris durant la présentation (figure 12).

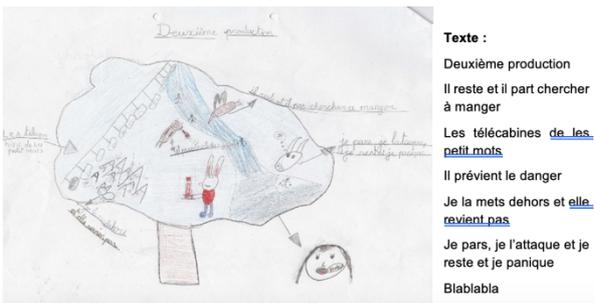
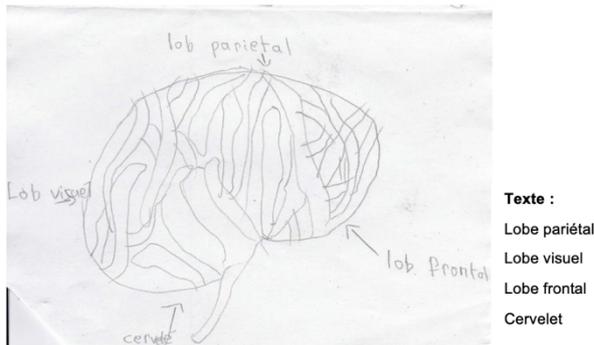


Figure 12 : différence entre 2^{ème} production élèves de 6^e et élèves de 5^e.

Cette différence observée confirme selon moi l'avis des enseignantes qui pensent que les élèves de 4^e et 5^e seraient davantage intéressés par l'image de la station de ski et des animaux pour comprendre le fonctionnement de leur cerveau, alors que les élèves de 6^e seraient plus attirés par les termes scientifiques et le fonctionnement cérébral. Cela soutiendrait l'importance, comme exprimé en amont, de débiter avec l'image du ski, pour ensuite faire le lien avec les notions scientifiques concrètes au fil des années scolaires.

6. CONCLUSION

Arrivée au terme de ce travail de recherche-intervention, plusieurs éléments de conclusion

me semblent importants à relever. D'une part, je souhaite expliciter les constats réalisés durant mon analyse en regard des hypothèses formulées au départ. D'autre part, je notifierai quelques pistes d'actions qui pourraient améliorer ce projet et formulerai ses perspectives d'avenir. Finalement, je ferai l'évaluation et le bilan de ma démarche qui aura duré huit mois.

6.1 Constats réalisés durant mon analyse

6.1.1 Objectifs

L'objectif que je m'étais fixé au démarrage de ce projet était de créer et de tester un support pour expliquer le fonctionnement du cerveau aux élèves de 7 à 10 ans. J'avais à cœur qu'il soit adapté à leur compréhension et leur intérêt. Au vu des retours, j'estime que cet objectif est atteint et je m'en réjoui. En effet, en observant les réactions, mais aussi les questionnements, commentaires ou réponses transmises durant mes présentations, je confirme que les élèves ont compris les notions enseignées, et surtout, qu'ils ont pu imaginer leur cerveau comme étant une station de ski. Le support semble donc adapté à la tranche d'âge 7 à 10 ans.

Au travers des productions réalisées avant et après mon passage par les élèves, je peux également constater que, pour la majorité, leur regard sur leur cerveau a changé et qu'ils semblent avoir intégré et compris les informations présentées. Les élèves qui ont

nommé des lobes ou parties du cerveau, les ont situés et nommés dans l'ensemble correctement. Pour les plus jeunes, qui ont dessiné des skieurs sur des pistes avec des téléskis dans la tête, ont, selon moi, également très bien compris les notions enseignées. S'ils pouvaient garder cette image, je serais satisfaite et l'objectif serait atteint. De plus, pour la plupart, il y avait un changement visible entre la 1^{ère} et la 2^{ème} production. Cela me reconforte dans l'idée qu'ils ont appris et retenu des choses (figure 13).

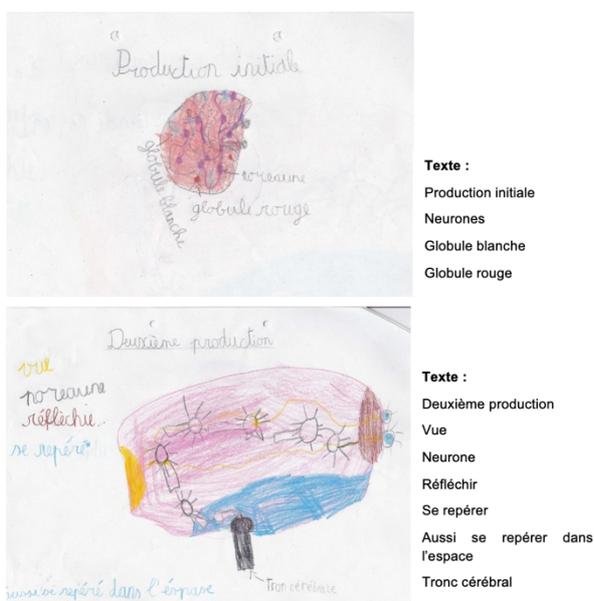


Figure 13 : production initiale et 2^{ème} production d'une élève de 8 ans, 5^e.

Je pense également avoir réussi à capter et maintenir l'attention des élèves rencontrés, notamment grâce à mon support qui a été réfléchi et conçu pour solliciter les différents sens des élèves. De plus, en alternant entre différentes méthodes d'enseignement (par

ex , visonnages vidéo ou, explications des abonnements et animaux), j'ai réussi à varier le rythme de la présentation. Ainsi, j'ai suscité la curiosité des élèves qui paraissaient heureux et motivés. Les élèves ont donc pu apprendre tout en s'amusant et ont été surpris par la variété des supports mais surtout par les images qu'ils ont découvertes.

6.1.2 Utilisation de l'outil par un enseignant

Dans le futur, le but serait de pouvoir proposer ce support à de nombreux enseignants afin qu'ils puissent eux-mêmes animer l'atelier et sensibiliser leurs élèves à ses différentes notions. J'ai donc veillé lors de l'analyse de ma présentation à noter s'il était possible de transmettre le support à un enseignant. En effet, j'avais comme ligne de conduite au départ de m'en tenir à la lecture de l'aide-mémoire que j'ai créé pour ainsi vérifier si les élèves le comprenaient. Cependant, très vite au cours de mes présentations et totalement naturellement, j'ai complété mes supports avec des explications neuroscientifiques et donné des exemples de la vie quotidienne. J'ai également pu répondre à plusieurs questions en cours de présentation étant donné que je maîtrisais bien mon sujet. Je me demande donc si un enseignant pourrait transmettre ses diverses notions abstraites, sans formation en neurosciences, mais surtout sans avoir connaissance des éléments théoriques. Étant plongée dans ce projet depuis des mois et ayant la théorie bien en tête, il m'était très

facile de l'expliquer, d'apporter des compléments et de répondre aux questions. Est-ce qu'un enseignant pourrait en faire de même ? Pour répondre à cette question, il serait intéressant de faire le test en demandant à un enseignant de présenter ce support.

6.1.3 Pertinence du support et bien fait sur les élèves

Je ne suis malheureusement pas en mesure de dire si ma présentation a eu un impact sur les élèves quant à la façon d'aborder leur apprentissage scolaire futur ou s'il leur a été possible d'utiliser des notions apprises dans leur vie scolaire. J'aurais trouvé intéressant de vérifier si les élèves qui ont participé à ma présentation démontraient un changement d'attitude et/ou de posture face aux apprentissages ou si ils faisaient référence à des notions apprises dans leur vie en classe.

Je retiens malgré tout que sur le moment, les élèves ont pris du plaisir et semblaient contents d'en connaître davantage sur leur cerveau, sujet qu'ils n'avaient pas abordé à l'école jusque-là. Ils étaient très preneurs, curieux et ont bien participé.

Je souhaiterais dans le futur pouvoir encore tester ce support avec des élèves plus âgés. J'ai présenté mon support à deux enfants qui me sont proches de 11 et 13 ans (7^e et 9^e). Ils ont adoré et leurs commentaires m'ont permis de m'ajuster avant d'intervenir dans les

classes. Ils m'ont notamment conseillé d'alterner entre moment de jeux et de présentation.

6.2 Piste d'action et perspective d'avenir

6.2.1 Piste d'action

Au terme de ce projet, diverses pistes d'action quant à l'ajustement du projet peuvent être mises en évidence. Je vais donc les lister en expliquant brièvement le pourquoi.

*** Amélioration de l'aide-mémoire pour l'enseignant**

Pour que l'enseignant puisse bénéficier de connaissances théoriques sur le sujet et ainsi mieux allier la théorie aux éléments abstraits du support, des pages avec du contenu théorique pourrait être ajouté dans l'aide-mémoire. De plus, à mesure que l'enseignant lit l'aide-mémoire, des pages avec « un mot pour l'enseignant » pourraient également être ajoutées afin qu'il puisse s'y référer pour pouvoir compléter les vidéos en utilisant des exemples ou des explications neuroscientifiques.

*** Réflexion sur le stockage des liens vidéo**

Comme ma présentation était une phase de test, j'ai utilisé mon ordinateur privé qui contenait toutes les vidéos utiles à la présentation du support. Au départ, je voulais utiliser des codes QR que l'enseignant aurait

pu scanner à l'aide d'une tablette numérique ou d'un téléphone. J'ai rapidement abandonné l'idée en constatant que peu de tablettes numériques étaient à disposition dans les classes du cercle scolaire pour lequel je travaille. De plus, imaginer 15 élèves autour d'un téléphone pour visionner une vidéo paraissait irréalisable. J'ai donc utilisé la projection sur un grand écran. Dans cette idée, les liens vidéo pourraient être stockés sur une page internet dont le lien serait notifié dans l'aide-mémoire. Ainsi les enseignants pourraient utiliser la projection sur grand écran ou les quelques ordinateurs qui se trouvent dans leur classe.

* **Mode d'emploi du support**

Pour présenter la quantité d'informations contenues dans le support, un mode d'emploi pourrait être créé avec le support. Celui-ci pourrait indiquer les différentes séquences du support, une estimation du temps nécessaire pour la présentation de chaque partie, quel temps laisser d'une séquence à une autre et finalement expliquer le déroulement de la présentation en y indiquant les moments de jeu, comment jouer et quelles règles respecter. De plus, des informations quant aux termes à utiliser et aux vidéos à visionner en fonction de l'âge des élèves de la classe pourraient également être fournies dans le mode d'emploi.

* **Tutoriel ou mini formation pour utiliser le support de manière adéquate**

Afin de faciliter la compréhension des enseignants quant à l'utilisation du support, son déroulement et la manière de l'animer en fonction de l'âge des élèves, une mini-formation animée par moi-même ou un tutoriel pourrait leur être proposé afin d'en comprendre les fonctionnements.

* **Evolution du support (version 2)**

Au fur et à mesure que j'ai créé ce support, j'ai remarqué que j'avais beaucoup d'informations à transmettre. J'ai donc limité le développement de certaines notions. Par exemple, la notion de neurogénèse pourrait également être imagée avec la station de ski. En effet, il arrive que des téléskis soient démolis. De nouvelles télécabines peuvent être construites pour relier différentes stations de ski.

De plus, comme les animaux de la montagne n'ont pas été choisis au hasard et ressemblent passablement à la fonction de la partie du cerveau, ils pourraient être développés. Par exemple, la perdrix des neiges est capable d'adapter la couleur de son plumage en fonction des saisons, tout comme l'insula qui permet de traiter de nombreuses informations sur la localisation et l'état du corps. Enfin, l'idée de base du projet était de pouvoir demander aux élèves de nommer les animaux concernés en fonction de certaines situations

vécues à ski (dans la même idée que l'exemple de l'araignée dans la salle, utilisé lors de la présentation). Des vidéos avec les animaux intégrés à la situation auraient apporté la réponse aux élèves.

Une version 2, une suite ou un complément pourrait donc facilement être créé pour compléter les notions de base apprises.

6.2.2 Perspective d'avenir

Mon investissement pour ce projet a été conséquent et aux vus des excellents retours de la phase de test dans les classes, il serait dommage que ce support alimente simplement mon travail final de certification en neurosciences de l'éducation. De plus, ayant travaillé avec l'imprimerie de la fondation Alfaset tous les supports sont enregistrés et peuvent être modifiables. Ils peuvent également être imprimés en grande quantité. Mon souhait serait donc de pouvoir compléter et ajuster ce support en fonction des différentes pistes d'actions citées, pour ensuite pouvoir le produire à plus grande échelle. Je souhaite qu'il puisse servir aux élèves du cercle scolaire dans lequel je travaille et pourquoi pas dans d'autres cercles scolaires également. Comme la direction pour laquelle je travaille soutient mon projet, je suis motivée à poursuivre mes efforts pour en faire un outil utilisable dans les classes.

Dans l'attente, comme exprimé en amont dans mon travail, j'utiliserai ce support dans la structure pour laquelle je vais travailler. Pour rappel, cette structure accueillera des élèves qui présentent des difficultés importantes de comportements pour lesquels un maintien en classe ordinaire est envisagé.

6.3 Bilan de ma démarche

Le bilan de ma démarche est très positif. Je suis soulagée et satisfaite d'arriver au terme de ce projet qui aura occupé passablement mon esprit et mon temps ces derniers mois. De nature créative et perfectionniste, il a fallu que je dépose et trie les nombreuses idées qui me sont venues en lien avec ce projet afin de me concentrer uniquement sur certains éléments du fonctionnement du cerveau. La matière enseignée durant la formation est dense et riche. Je souhaitais pouvoir transmettre un maximum d'informations aux élèves, mais je me suis parfois perdue dans mes nombreuses idées. J'ai pu compter sur le soutien de mon conjoint et de mes amis. Je suis reconnaissante pour leur curiosité sur ce sujet méconnu, qui m'a aiguillée et pour leurs conseils.

A mi-parcours, durant l'été, j'ai testé mon support auprès de mes proches, qui ont été très vite perdus tant il y avait d'informations diverses. J'ai constaté à ce moment-là que même si les métaphores utilisées avec les abonnements ou animaux de la montagne

était claire pour moi, elle ne l'était pas pour mes amis qui n'avaient aucune connaissance en neurosciences. En effet, baignant dans toutes ses informations neuroscientifiques depuis de nombreux mois et m'étant fait le « film » de mon support en connaissant par cœur les animaux que j'allais symboliser, je ne me rendais plus compte que les personnes en face n'auraient pas accès à cette compréhension. Ainsi un problème est survenu ici : si des adultes ne comprenaient pas les notions, comment allais-je les transmettre à des enfants ? C'est donc grâce au regard critique et bienveillant de mes proches, que j'ai pu ajuster mon projet et l'épurer afin de ne pas perdre les élèves dans trop d'informations. Sans cette prise de conscience durant l'été, je pense que mon projet pilote n'aurait pas eu d'aussi bon résultat.

Il a donc fallu à ce moment que je me remotive et me remobilise pour adapter les vidéos et le contenu écrit. En parallèle à cela, j'ai dû revoir mes impressions car j'avais rencontré le graphiste au mois de mai mais tout à changer à la fin de l'été. Par exemple, il devait y avoir des jetons animaux, qui sont devenus finalement des animaux à disposer à l'intérieur du plan des pistes.

C'est une chance pour moi d'avoir pu travailler et collaborer avec la fondation Alfaset. Ainsi qu'avec Frédérique Gogniat, un des

bénéficiaires de la structure, qui a toujours été motivé à faire de magnifiques dessins malgré les nombreux changements. Je suis aussi reconnaissant envers son maître socio-professionnel, Boris Monnard, un ami qui a servi d'intermédiaire et qui transmettait les dessins ou communiquait mes nombreuses demandes. Et finalement le graphiste de l'imprimerie, Laurent Tinguely à qui j'ai fait faire plusieurs changements en cours de projet, et qui a su reproduire au plus juste mes souhaits et supports comme je les avais imaginés.

C'est donc fier de moi et des gens qui m'ont entourée pour ce projet que je conclus ce travail. Mes interventions en classe, l'accueil et l'enthousiasme des élèves face à ce support, leur remarques positives mais également la fierté observée dans les yeux de Frédérique à qui j'ai présenté le support une fois terminé sont les plus belles récompenses que je pouvais avoir face à tout le travail engagé.

7. RÉFÉRENCES

- B, C., & DhamalaMukesh. (2016). Interactions Among the Brain Default-Mode, Salience, and Central-Executive Networks During Perceptual Decision-Making of Moving Dots. *Brain Connectivity*.
<https://doi.org/10.1089/brain.2015.0379>
- Bastin, C. (2018). Le réseau cérébral par défaut : un repos qui n'en est pas un. *Revue de neuropsychologie*, 10, 232-238. <https://doi.org/10.3917/rne.103.0232>
- Baum, G. L., Ciric, R., Roalf, D. R., Betzel, R. F., Moore, T. M., Shinohara, R. T., Kahn, A. E., Vandekar, S. N., Rupert, P. E., Quarmley, M., Cook, P. A., Elliott, M. A., Ruparel, K., Gur, R. E., Gur, R. C., Bassett, D. S., & Satterthwaite,

- T. D. (2017). Modular Segregation of Structural Brain Networks Supports the Development of Executive Function in Youth. *Current Biology*, 27(11), 1561-1572.e8. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2017.04.051>
- Carter, R. (2019). *Neurosciences minute : Mémoire, intelligence, langages, 200 concepts clés sur le cerveau*. Éditions Contre-dires.
- Collette, F. & Salmon, É. (2014). Fonctionnement exécutif et réseaux cérébraux. *Revue de neuropsychologie*, 6, 256-266. <https://doi.org/10.3917/rne.064.0256>
- Damasio, A., Damasio, H., & Tranel, D. (2013). Persistence of feelings and sentience after bilateral damage of the insula. *Cerebral Cortex (New York, N.Y.: 1991)*, 23(4), 833-846. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhs077>
- Duchesne, C., & Leurebourg, R. (2012). La recherche-intervention en formation des adultes : Une démarche favorisant l'apprentissage transformateur. *Recherches qualitatives*, 31(2), 3. <https://doi.org/10.7202/1084727ar>
- Goulden, N., Khusnulina, A., Davis, N. J., Bracewell, R. M., Bokde, A. L., McNulty, J. P., & Mullins, P. G. (2014). The salience network is responsible for switching between the default mode network and the central executive network : Replication from DCM. *NeuroImage*, 99, 180-190. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2014.05.052>
- Hattie, J. (2017). *L'apprentissage visible pour les enseignants : Connaître son impact pour maximiser le rendement des élèves*. Presses de l'Université du Québec.
- Houdé, O., Borst, G., Audouin, L. (2019). *KiDiDOC Explore ton cerveau*. Nathan
- Ip, B., Nilsson, M., Frith, A., & Chaput, N. (2021). *Mon grand livre illustré Le cerveau*. Usborne
- Lanoë, C., Rossi, S., Froment, L., & Lubin, A. (2015). Le programme pédagogique neuroéducatif « À la découverte de mon cerveau » : Quels bénéfices pour les élèves de l'école élémentaire. *ANAE - Approche Neuropsychologique des Apprentissages chez l'Enfant* 134. https://www.researchgate.net/publication/277271055_Le_programme_pedagogique_neuroeducatif_A_la_decouverte_de_mon_cerveau_quels_benefices_pour_les_eleves_de_l'ecole_elementaire
- Lanoë, C., Rossi, S., & Lubin, A. (2016). La découverte du cerveau chez les élèves d'école primaire. *Vivre le primaire*, 5, 33-35.
- Lee, K., Bull, R., & Ho, R. M. H. (2013). Developmental Changes in Executive Functioning. *Child Development*, 84(6), 1933-1953. <https://doi.org/10.1111/cdev.12096>
- Massé, L., Verreault, M., Verret, C., & Boudreault, F. (2012). *Mieux gérer sa colère et sa frustration*. Chenelière Education.
- Mina, D., Durand, É., Saidi, L. & Ansaldo, A. (2015). Neuroplasticité induite par la thérapie du langage dans les cas d'aphasie : mieux comprendre le fonctionnement cérébral pour une intervention plus efficace. *Revue de neuropsychologie*, 7, 33-40. <https://doi.org/10.3917/rne.071.0033>
- Roy, A. (2015). Approche neuropsychologique des fonctions exécutives de l'enfant : état des lieux et éléments de prospective. *Revue de neuropsychologie*, 7, 245-256. <https://doi.org/10.3917/rne.074.0245>
- Salthun-Lassalle, B. (2019). *Enfants épanouis et au top : Les neurosciences décryptent les apprentissages de 0 à 10 ans*. Prat
- Schiffmann, S. (2001). Le cerveau en constante reconstruction : le concept de plasticité cérébrale. *Cahiers de psychologie clinique*, 16, 11-23. <https://doi.org/10.3917/cpc.016.0011>
- Seeley, W. W. (2019). The Saliency Network : A Neural System for Perceiving and Responding to Homeostatic Demands. *Journal of Neuroscience*, 39(50), 9878-9882. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.1138-17.2019>
- Thorell, L. B., Veleiro, A., Siu, A. F. Y., & Mohammadi, H. (2013). Examining the relation between ratings of executive functioning and academic achievement : Findings from a cross-cultural study. *Child Neuropsychology*, 19(6), 630-638. <https://doi.org/10.1080/09297049.2012.727792>
- Uddin, L. Q., Nomi, J. S., Hebert-Seropian, B., Ghaziri, J., & Boucher, O. (2017). Structure and function of the human insula. *Journal of clinical neurophysiology : official publication of the American Electroencephalographic Society*, 34(4), 300-306. <https://doi.org/10.1097/WNP.0000000000000377>
- van den Heuvel, M. P., & Sporns, O. (2013). Network hubs in the human brain. *Trends in Cognitive Sciences*, 17(12), 683-696. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2013.09.012>
- Van Dijk, A. (2019). *Réinventez vos formations avec les neurosciences : Tout comprendre du cerveau et de l'apprentissage des adultes*. ESF Sciences humaines.