



## Mon cerveau au GYB : Un outil numérique au service de l'apprentissage

\*Emilie Bernard. CAS en neurosciences de l'éducation, Université de Fribourg.

\***Auteure correspondante** : Madame Emilie Bernard. [emilie.bernard@gyb.ch](mailto:emilie.bernard@gyb.ch)

**Citation:** Bernard, E. (2024). Mon cerveau au GYB : Un outil numérique au service de l'apprentissage. Cortica 3(1) 257-313 <https://doi.org/10.26034/cortica.2025.4834>

---

### Résumé

Ce travail a exploré les possibilités de développement d'un outil éducatif basé sur les neurosciences de l'éducation pour aider les élèves du GYB à comprendre et surmonter leurs difficultés d'apprentissage. En se basant sur le modèle PRESENCE et en examinant les domaines clés tels que le stress, la motivation, l'attention, la mémoire et les croyances, l'objectif était de développer un outil efficace et adapté aux besoins spécifiques des élèves. Bien que l'outil MC'GYB soit encore conceptuel, son développement potentiel offre des perspectives importantes pour une éducation plus personnalisée. Cette initiative s'inscrit dans une démarche de recherche continue visant à améliorer la compréhension du fonctionnement cérébral des adolescents et à soutenir leur réussite scolaire. L'avenir du projet repose sur son développement concret, en collaboration avec les étudiants du GYB, et sur son évaluation ultérieure pour déterminer

son efficacité réelle et effectuer des ajustements en fonction des besoins des élèves. Ce travail souligne l'importance croissante de l'intégration des neurosciences de l'éducation dans la conception d'outils éducatifs adaptés aux défis spécifiques rencontrés par les élèves adolescents.

*Généré par chatGPT*

### Abstract

This work explored the possibilities of developing an educational tool based on educational neuroscience to assist GYB students in understanding and overcoming their learning difficulties. Drawing on the PRESENCE model and examining key areas such as stress, motivation, attention, memory, and beliefs, the goal was to develop an effective tool tailored to the specific needs of students. Although the MC'GYB tool is still conceptual, its potential development offers significant prospects for more personalized

education. This initiative is part of an ongoing research effort to improve understanding of adolescent brain function and support their academic success. The future of the project depends on its concrete development, in collaboration with GYB students, and subsequent evaluation to determine its real effectiveness and make adjustments based on student needs. This work underscores the increasing importance of integrating educational neuroscience into the design of educational tools tailored to the specific challenges faced by adolescent students.

*Translated by chatGPT*

## 1. Introduction

Le gymnase prépare les jeunes aux formations supérieures. Le système de formation en Suisse induit généralement que les élèves ayant le plus de facilité à apprendre passent par le gymnase. Bien que la majorité des gymnasiens n'ait aucun trouble du comportement ou des apprentissages, ils ne sont pas à l'abri de difficultés, qu'elles soient affectives, cognitives ou sociales. Dans le cadre du suivi d'élèves, les mentors se retrouvent souvent face à des situations complexes. La diversité des problématiques et le manque de formation spécifique d'accompagnement sont un frein à l'aide que l'enseignant peut apporter. Dans la recherche de solutions, la médiation est une piste couramment proposée, bien que, d'expérience, elle soit souvent rejetée par les jeunes, son rôle étant parfois mal compris, flou

dans leur esprit et associé aux élèves faibles ou à problèmes. Se pose ainsi la question de l'aide que peut apporter un mentor face à des élèves qui présentent des difficultés diverses, tout en les encourageant à jouer un rôle actif dans la résolution de celles-ci.

Les difficultés que j'observe dans ma pratique du mentorat concernent principalement le domaine des émotions (stress, anxiété et motivation) et le domaine cognitif (attention, concentration, mémoire, biais cognitifs). Les neurosciences apportent des éclairages sur chacun de ces aspects de l'apprentissage. En expliquant les difficultés, elles permettent de proposer des stratégies afin de les dépasser. L'hypothèse centrale de ce travail suggère que la compréhension par les étudiants du fonctionnement de leur cerveau pourrait les amener à percevoir et gérer leurs difficultés de manière différente. Une connaissance éclairée de leur propre fonctionnement neuronal pourrait, par exemple, leur permettre d'ajuster leurs méthodes d'apprentissage, de réguler leurs émotions, et potentiellement améliorer leur motivation, en s'alignant avec la théorie de l'autodétermination (Deci & Ryan, 1985, 2000, 2008).

Dans cette perspective, l'objectif de mon projet est de créer, avec un groupe d'étudiants motivés, un outil numérique basé sur les connaissances en neurosciences et en psychologie de l'apprentissage, permettant aux élèves en difficultés de comprendre le fonctionnement cérébral et de développer des

stratégies d'apprentissage concrètes. Le présent travail, dans le cadre de ce projet, consiste à explorer les possibilités et à proposer des recommandations pour la création de cet outil. Cette approche de création vise à développer un outil pratique et utile pour les élèves du Gymnase intercantonal de la Broye (GYB).

Le développement de ce travail se décline en deux axes. Dans une partie théorique, nous explorerons le modèle PRÉSENCE, élaboré par la Dr. Cherine Fahim (2022). Cette première

section abordera également les aspects liés à l'adolescence, tout en examinant les principales difficultés d'apprentissage sous l'angle des neurosciences et de la psychologie cognitive.

La deuxième partie de ce travail sera davantage axée sur la pratique. Elle englobera le processus de création de l'outil numérique, en mettant en lumière les aspects concrets de sa conception et de sa mise en œuvre. De plus, le plan de projet détaillé sera présenté, décrivant les étapes essentielles pour donner vie à cet outil, ainsi qu'à son évaluation.

Il convient de noter que, en raison des contraintes temporelles liées à la différence entre la date de présentation de ce document et le calendrier académique des étudiants, ce travail ne peut prétendre offrir une vue exhaustive du projet. Cependant, il s'engage à fournir une analyse approfondie et réfléchie

des bases, des méthodologies et des premières réalisations du projet.

## **2. Contextualisation du projet**

### **2.1. Outil numérique**

Dans le cadre du mentorat, au Gymnase intercantonal de la Broye (GYB), une vingtaine d'enseignants sont amenés à suivre chacun une cinquantaine d'adolescents sur trois axes différents tout au long de leur formation. Outre le suivi administratif et curriculaire individualisé, globalement stables, ils sont également en charge du suivi pédagogique. Pour diverses raisons, il n'est pas toujours aisé pour tous les mentors d'accompagner les élèves qui rencontrent des difficultés dans leurs apprentissages et qui peinent parfois à comprendre ce qui les bloque.

La formation gymnasiale est une passerelle entre l'école obligatoire et les études supérieures. Ainsi, l'un des mandats des gymnases est de guider les étudiants vers l'autonomie. Or, les solutions proposées aux jeunes confrontés à des difficultés d'apprentissage se réduisent bien souvent à prendre contact avec la médiation ou le service d'orientation, ou alors de s'inscrire à des cours d'appui. Ainsi, la marge d'autonomie et la valorisation des compétences personnelles, ingrédients essentiels à la motivation selon la théorie de l'auto-détermination (Deci, 1975), s'en retrouvent affectées. Ceci explique certainement le manque d'engagement dans

les cours d'appui ou auprès des services de médiation ou d'orientation.

Le projet central de ce travail est de mettre au point un outil numérique interactif qui leur permettrait de développer cette autonomie et de prendre en main leurs difficultés, sans avoir à se « confronter » à un adulte, ni à se placer en victime. La plateforme pourrait également être considérée comme rassurante car à l'abri du jugement d'autrui. L'étudiant peut ainsi affronter ses difficultés, sans prendre le risque d'être jugé par un adulte.

Cependant, il est important de noter que ce travail se concentre spécifiquement sur les difficultés que rencontrent les étudiants au GYB, et non sur les troubles de l'apprentissage. Bien que ces derniers puissent également être présents parmi les élèves, notre objectif est de proposer une aide qui puisse bénéficier à l'ensemble des élèves, qu'ils présentent ou non des troubles.

## **2.2. Apprentissage par les pairs**

L'approche choisie s'apparente à de l'apprentissage par les pairs. En effet, ce choix repose sur la conviction que les étudiants sont les mieux placés pour comprendre les défis auxquels leurs pairs sont confrontés. Plutôt que de suivre une voie traditionnelle consistant en un développement exclusivement indépendant de l'outil numérique, le projet adopte une perspective pédagogique différente en mettant en action un petit groupe d'élèves. Cette

perspective repose sur l'idée que les étudiants peuvent être davantage que de simples récepteurs de connaissances, ils peuvent également être des créateurs de contenu éducatif.

Ainsi, dans le cadre des travaux de maturité, un séminaire a été mis en place, dans lequel cinq étudiants passionnés par les neurosciences ont chacun choisi de se pencher sur un défi d'apprentissage spécifique : le stress, la motivation et la procrastination, la concentration et l'attention, la mémoire et finalement les croyances et biais cognitifs. L'année académique à venir sera dédiée à approfondir leurs connaissances dans leur domaine respectif et à concevoir une partie de l'outil éducatif. Ils sont guidés tout au long du processus, mais sont également encouragés à exprimer leur propre vision de ce qui pourrait être bénéfique pour leurs pairs qui font face à des défis similaires.

En résumé, ce projet s'articule autour de la création d'un outil numérique interactif destiné à renforcer l'autonomie des étudiants dans la gestion de leurs défis d'apprentissage. De plus, il repose sur une approche qui valorise l'apprentissage par les pairs, permettant ainsi aux étudiants de jouer un rôle actif dans la création de contenu éducatif pour leurs camarades. Cette approche vise à améliorer l'apprentissage des étudiants du GYB en favorisant l'engagement et l'autodétermination des étudiants. Dans la section suivante, les

bases théoriques et scientifiques qui sous-tendent ce projet seront détaillées, afin de concevoir un outil numérique aligné sur les découvertes en neurosciences de l'éducation.

### 3. Neurosciences et gymnasiens

L'intervention auprès de jeunes gymnasiens nécessite de comprendre différents aspects de leur développement neuronal. La neuroéducation étant soutenue par huit grands piliers représentés dans le modèle « présence » proposé par Fahim (2023), il est essentiel d'en poser les bases dans un premier temps, avant d'aborder les principales difficultés rencontrées par les adolescents sous l'angle des neurosciences.

#### 3.1. Modèle P.R.E.S.E.N.C.E

Dr Chérine Fahim (2023) propose un modèle intégrant huit piliers fondamentaux qui soutiennent la neuroéducation, sous l'acronyme « PRÉSENCE ». Globalement, ce modèle nous permet de comprendre ce qui fait l'unicité de chaque individu dans son développement et ses apprentissages.

Nous sommes tous dotés de 86 à 100 milliards de neurones constituant, avec les cellules gliales, notre système nerveux (Université de McGill, sd). Notre cerveau, organe central de ce système, comporte chez chacun d'entre nous cinq lobes travaillant de concert pour nous permettre de penser, sentir, bouger, apprendre, etc. Si les humains possèdent ces mêmes structures, comment expliquer la

multitude de différentes façons d'agir, d'apprendre et d'être ? Si nos étudiants possèdent les mêmes structures cérébrales, comment expliquer les difficultés des uns et la facilité des autres ? Une partie de la réponse réside dans le modèle PRÉSENCE, qui prend en compte autant la prédisposition génétique que les expériences vécues.

Les gènes expliquent en partie ce qui fait que chaque cerveau est unique, mais pas seulement. Les gènes interviennent dans le développement de la structure cérébrale : le nombre de cellules nerveuses, leur forme, leur densité et leur fonctionnement (Fahim, 2023). Or, c'est l'expérience qui va façonner notre aptitude à apprendre. L'environnement dans lequel se trouve le fœtus, l'enfant puis l'adolescent va avoir un impact primordial sur l'architecture cérébrale. Les gènes et l'expérience sont deux effets qui interagissent et se modifient mutuellement tout au long de la vie (Borst, 2019). Ainsi, la Prédiposition du modèle « présence » met en évidence que nos élèves arrivent au gymnase avec leur propre bagage génétique, mais aussi et surtout leurs expériences. Bien que la majorité d'entre eux, se destinant tous aux études supérieures, puissent être dits neurotypiques, l'interaction entre leur environnement, leurs expériences et leurs gènes, influence l'hétérogénéité que l'on retrouve dans les difficultés scolaires.

Les neurones ne fonctionnent pas seuls, mais se connectent les uns aux autres et s'organisent en Réseaux. C'est de l'interaction

entre les neurones des différentes régions cérébrales que naissent les fonctions cognitives. Trois réseaux principaux sont généralement admis : le

réseau du mode par défaut, actif lorsque le cerveau est au repos, le réseau de saillance, que l'on pourrait définir comme le réseau de l'attention, permettant de discriminer les stimuli significatifs, et le réseau exécutif, dont l'activité augmente lors de tâches cognitives (Rossi, 2016). Nous verrons plus loin que ces trois réseaux de neurones sont fondamentaux pour les fonctions cognitives nécessaires pour l'apprentissage.

Cette organisation en réseaux est dynamique et évolue constamment. Ainsi, à nouveau, l'expérience est fondamentale et explique une grande partie des différences interindividuelles. En effet, les connexions établies entre les neurones et les différentes régions peuvent être consolidées ou élaguées selon l'utilisation qui en est faite. Deux principes s'affrontent : d'un côté une surproduction de neurones et de connexions, suivie d'une élimination des cellules qui ne sont pas suffisamment utilisées (Fahim, 2022). Ainsi, seules les cellules les plus utilisées, les plus connectées et celles activées le plus intensément sont conservées. Ce « nettoyage » permet au cerveau d'être plus performant et plus rapide dans son traitement de l'information en ne conservant que ce qui est utile, pour le meilleur comme pour le pire. Cet affinage permet de laisser

davantage d'espace et de matière blanche (myéline) aux connexions essentielles pour chaque individu. C'est ainsi que le cerveau devient plus performant. Plusieurs périodes critiques sont reconnues, dont les plus importantes pour ce travail vers l'âge de deux à quatre ans, puis durant l'adolescence (Fahim, 2022).

Le troisième pilier de la neuroéducation est la **Synchronisation**. Les neurones, connectés en réseaux, permettent le fonctionnement cognitif. Plus les régions cérébrales ont de connexions, plus elles sont reliées entre elles. L'avantage de régions particulièrement bien reliées entre elles est de renforcer l'efficacité générale du réseau et d'offrir une possibilité de résilience (van den Heuvel, M. P. & Sporns, O., 2011). En effet, l'apprentissage et l'exécution de tâches complexes nécessitent l'activation coordonnée d'une grande quantité de neurones distribués dans différentes aires cérébrales. La synchronisation entre les différents réseaux de neurones offre ainsi davantage de ressources et de chemins possibles aux individus. Les trois réseaux de neurones principaux identifiés plus haut (mode par défaut, exécutif et de saillance) ont chacun des fonctions spécifiques. Ils sont tous trois nécessaires et interdépendants. Le réseau exécutif, essentiel dans des tâches scolaires entre autres, ne fonctionne pas si le réseau de mode par défaut et le réseau de saillance ne sont pas synchronisés (Fahim, 2022). Comme nous le verrons plus loin, la synchronisation de ces trois réseaux joue un

rôle central, entre autres, dans les processus liés à la concentration et à la motivation.

Selon les expériences rencontrées durant l'enfance, tant au niveau affectif que cognitif, l'étudiant qui arrive au gymnase aura consolidé certaines voies neuronales privilégiées. L'âge moyen d'entrée au gymnase est de 15 ans. Or, dès 11-12 ans, l'adolescent entre dans une nouvelle période critique de maturation cérébrale (Dayan & Guillery-Girard, 2011). Le cerveau

débuté alors, sous l'impulsion des hormones, une nouvelle phase d'Élagage synaptique et une réorganisation neuronale, notamment dans son cortex préfrontal, où le niveau de matière grise diminue. Dans le réseau de mode par défaut, les connexions, qui étaient, durant l'enfance, proches localement au niveau anatomique, deviennent plus distribuées, notamment pour répondre au besoin de complexification des tâches, nécessitant l'interaction entre davantage de régions (Vogel et al., 2010). La maturation cérébrale à l'adolescence impacte ainsi de manière importante les comportements des jeunes. L'immaturation du cortex préfrontal expliquerait leur déficit du contrôle cognitif qui leur conférerait une plus grande réactivité aux stimuli émotionnels et motivationnels (Dayan & Guillery-Girard, 2011). On comprend ainsi que l'adolescence est une période critique, durant laquelle le jeune présente une certaine vulnérabilité.

Bien que ces périodes d'élagage soient critiques, la **Neuroplasticité** est en tout temps possible. Le cerveau présente de grandes capacités d'adaptation. Différents changements peuvent intervenir grâce à l'expérience, dont l'apprentissage. Par exemple, de nouveaux neurones peuvent voir le jour, les connexions synaptiques peuvent se multiplier ou encore la gaine de myéline autour des axones peut s'épaissir, ce qui favorise la vitesse du traitement de l'information (Fahim, 2023). L'expérience et la répétition renforcent les connexions neuronales et permettent l'apprentissage parce qu'elles conduisent à une modification structurelle et fonctionnelle de nos réseaux de neurones.

Les 7ème et 8ème piliers qui sous-tendent la neuroéducation posent la question de la **Conscience Et** du libre-arbitre. L'individu a l'impression qu'il décide en pleine conscience de ses actions. Il semblerait toutefois qu'une grande partie de l'activité neuronale dans la prise de décision de comportement soit en fait déjà initiée de manière inconsciente. Le libre arbitre s'en retrouve ainsi questionné.

En explorant le modèle PRESENCE de la Dr. Chérine Fahim et en plongeant dans la compréhension du cerveau en développement, les bases de ce projet ont été posées. Ces fondements éclaireront l'ensemble du travail à venir. Dans les sections suivantes, une exploration plus approfondie du développement du cerveau des adolescents sera entreprise, mettant en

évidence son impact sur l'apprentissage. De plus, les bases psychologiques et neuroscientifiques de chacune des cinq thématiques liées aux difficultés rencontrées par les étudiants seront abordées : le stress, la motivation et la procrastination, la concentration et l'attention, la mémoire, ainsi que les croyances et les biais cognitifs. Ces explorations orienteront la conception d'un outil numérique éducatif adapté, visant à renforcer l'autonomie et l'efficacité des étudiants du GYB.

### **3.2. Développement du cerveau des gymnasiens**

L'adolescence est une phase critique pour le développement neuronal. En effet, c'est une période d'évolution importante du cerveau. Il s'agit d'une part de la deuxième période d'élagage synaptique, où les connexions entre cellules peu ou pas utilisées sont supprimées selon l'adage « Use it or Lose it » (Fahim, 2022). D'autre part, les résultats de différentes études rapportées par Goddings et al. (2014) indiquent que la puberté est associée à des changements dans la taille, la forme et la connectivité des régions sous-corticales, tels que l'amygdale (traitement des émotions), l'hippocampe (mémoire) et le striatum (apprentissage, motivation, prise de décision). Cependant, ce sont les régions préfrontales qui se modifient le plus durant cette période (Fahim, 2022). En particulier le cortex préfrontal dorsolatéral, qui « joue un rôle majeur dans les fonctions exécutives, c'est-à-

dire les processus qui permettent de réaliser des tâches complexes orientées vers un but : planification, inhibition, flexibilité mentale et mise à jour » (Fahim, 2022). Or, ce sont justement des tâches fondamentales dans la formation de nos jeunes. La maturation des différentes régions cérébrales est asynchrone (Gurtner, 2023). L'écart entre le développement des structures limbiques et celui du cortex préfrontal expliquerait une plus grande réactivité émotionnelle et motivationnelle chez les adolescents (Fahim, 2023).

Les gymnasiens se situent donc dans une période où leur développement cérébral leur permet d'acquérir progressivement des compétences essentielles pour leurs études, mais qui représente également une période de forte vulnérabilité. Il y a évidemment beaucoup d'autres enjeux à l'adolescence, notamment au niveau social, des prises de risque et de l'image de soi. Cependant, afin de maintenir la focalisation sur l'objectif principal du projet en lien avec les difficultés d'apprentissage, nous nous concentrerons en priorité sur le domaine des difficultés cognitives. Dans ce contexte, l'examen des aspects neuroscientifiques et psychologiques des défis liés au stress, à la motivation, à la concentration, à la mémoire, ainsi qu'aux croyances s'avère essentiel.

#### **Difficultés liées au stress**

« Stressé » est sans doute l'une des réponses les plus courantes des étudiants à la question

de savoir comment ils vont. Bien qu'il véhicule une image négative, le stress n'est pas toujours néfaste. Il est même essentiel à la survie. Au niveau physiologique, il a été défini par Seyle comme « une réaction de l'organisme à tout stimulus qui nécessite une adaptation » (Wood et al., 2015, p.342). Devant un danger, le stress permet au corps de s'adapter, par exemple en combattant ou en fuyant. Il a également son rôle à jouer dans la motivation. Chez le gymnaste, le stress positif est en effet ce qui lui permet de se mettre au travail.

Lorsque l'on évoque négativement le stress, nous faisons en général référence au stress chronique. Dès qu'un stimulus qui menace notre équilibre est perçu, il active, par le biais du thalamus, le système limbique dont l'hippocampe et l'amygdale. Cette dernière, véritable système d'alarme de notre cerveau, stimule entre autres l'hypothalamus, responsable des sécrétions hormonales. L'hippocampe quant à lui, va mémoriser les détails de la situation stressante, dans le but d'activer plus rapidement encore l'amygdale dans des situations similaires. La cascade de réactions physiologiques déclenchées par les hormones de stress (adrénaline, glucocorticoïdes, cortisol) prépare le corps et le cerveau à un état de vigilance et d'énergie pour lui permettre de lutter ou de fuir. Lorsque l'agent stressant n'est plus présent, l'organisme retrouve son état d'équilibre. Si l'exposition à ce stimulus perdure dans le temps, l'homéostasie ne peut plus s'établir et

l'accumulation de cortisol devient inflammatoire, entraînant de nombreuses conséquences sur la santé et en particulier le système immunitaire. Au niveau cérébral, l'accumulation de cortisol provoque un état d'hypervigilance constant, ainsi que des difficultés de concentration et de mémoire. (Wood et al., 2015)

Ainsi, pour un étudiant, ressentir un stress à l'approche d'un examen est un état positif, lui permettant de rassembler l'énergie nécessaire à l'apprentissage. En revanche, lorsque les évaluations s'accumulent et que le niveau d'hormones du stress reste élevé durant une période prolongée, il se retrouve en situation de stress chronique, délétère pour sa santé et ses études. L'objectif n'est donc pas de supprimer le stress, mais d'apprendre à le gérer pour diminuer le taux de cortisol. Pour ce faire, il est nécessaire de comprendre ce qui le provoque.

Lupien (2010) distingue deux types de stress : relatif ou absolu. En effet, il convient de distinguer les menaces réelles pour notre survie (croiser un loup en forêt), des menaces plus subjectives et propres à chacun (ne pas rendre un devoir dans les temps). Même si ces deux situations ne semblent a priori pas créer le même stress, le cerveau ne fait pas la différence et produit la même réaction en chaîne préparant le corps à lutter ou à fuir. Lupien (2016) a démontré qu'il existe quatre caractéristiques d'une situation qui peuvent mener à ces réactions,

regroupées sous l'acronyme CINÉ. Une situation sera considérée comme stressante pour l'individu si au moins l'une de ces caractéristiques est présente : elle n'est pas ou peu contrôlable par l'individu ; elle est imprévisible ; elle est nouvelle ; elle est menaçante pour l'égo. Pour un gymnasien, devoir présenter son devoir devant toute la classe peut être une situation stressante s'il sent qu'il n'a pas bien fait son devoir (peu de contrôle) ; qu'il n'a pas envisagé que l'enseignant pouvait le demander (imprévisibilité) ; qu'il est interrogé pour la première fois (nouveau) ; qu'il sent que ses camarades risquent de ne plus le considérer comme le meilleur de la classe (égo menacé). Une seule de ces caractéristiques est nécessaire pour provoquer la réaction de stress, mais plus on en cumule, plus le niveau de stress augmente. Selon Lupien (2016), identifier ces caractéristiques permettrait de diminuer

le stress à l'aide de la résilience, en mettant au point des stratégies concrètes et personnelles pour chaque situation stressante rencontrée.

Il existe d'autres types de stratégies permettant de s'adapter aux situations stressantes. Sont distinguées celles visant la résolution du problème et celles centrées sur la régulation de l'émotion (Gurtner, 2023). Ces dernières consistent à réduire l'impact émotionnel d'une situation en modifiant, consciemment ou non, son interprétation

(Wood et al, 2015). Le déni en est un exemple, tout comme la recherche d'émotions plus fortes. Les stratégies centrées sur la régulation de l'émotion étant en augmentation à l'adolescence, certains étudiants qui subissent beaucoup de stress courent le risque de glisser vers des dépendances ou des conduites à risque (Gurtner, 2023). Leur apprendre la gestion du stress est donc un élément fondamental de l'accompagnement des adolescents. Outre les stratégies centrées sur la résolution du problème, dont l'identification des caractéristiques « CINÉ » de Lupien (2016), les étudiants peuvent aussi adopter des stratégies proactives, c'est-à-dire prendre des mesures en amont de la situation pour réduire l'anxiété. La planification, une bonne hygiène de vie, l'exercice physique et la méditation sont autant d'éléments importants permettant d'éviter les situations stressantes ou en réduire l'impact (Wood et al., 2015).

En conclusion, le stress chez les étudiants est une réalité omniprésente, qui revêt différentes formes et fonctions. Alors que le stress a un rôle positif en mobilisant l'énergie nécessaire pour l'apprentissage et la performance, le stress chronique peut avoir des conséquences néfastes sur la santé mentale et physique. Il est important de comprendre les facteurs de stress, notamment ceux liés aux caractéristiques de Lupien, pour aider les étudiants à développer des stratégies de résilience adaptées à leurs besoins individuels. En outre, les stratégies de

régulation émotionnelle et la prévention du stress en amont, par le biais d'une hygiène de vie saine, de l'exercice physique et de la méditation, sont autant d'outils précieux pour atténuer l'impact du stress sur les études et la qualité de vie. L'outil numérique proposé dans ce travail devra permettre aux élèves de développer ces compétences essentielles à la gestion du stress.

### **Difficultés liées à la motivation et à la procrastination**

La motivation des étudiants est un facteur crucial pour le succès académique. Elle est définie comme « l'ensemble des processus qui enclenchent, dirigent et maintiennent le comportement » (Wood et al., 2015, p.224). Gurtner (2023) distingue trois axes principaux : l'orientation, l'intensité et la persistance des comportements. L'élève qui veut réussir doit en effet diriger ses actions vers le travail demandé, avec un effort minimum défini et doit pouvoir maintenir celui-ci dans la durée. Cependant, un nombre important d'études ont démontré que la motivation pour le travail scolaire a tendance à diminuer à mesure que l'enfant grandit (Gurtner et al., 2006). Ce phénomène peut expliquer, en partie, pourquoi, lors d'entretiens avec les élèves en difficulté, j'ai souvent entendu qu'ils attribuaient leurs mauvais résultats à une perte de motivation. Encore faut-il savoir à quel type de motivation ils font référence.

Il est généralement admis qu'il existe deux types de motivation : extrinsèque et

intrinsèque, selon que notre motif a une origine externe (obtenir une récompense, éviter une conséquence indésirable) ou une origine interne (le comportement est agréable ou satisfaisant en soi) (Wood et al., 2015, p.227). Ce deuxième type de motivation est considéré comme un meilleur indicateur d'engagement et de performance, puisqu'il est basé davantage sur l'accomplissement personnel que sur des incitations externes (Deci & Ryan, 2008, cités par Bouzida & Malek, 2023). Les élèves qui sont motivés par leurs études pour faire plaisir à leurs parents auront certainement moins d'engagement que ceux qui le sont pour le plaisir d'apprendre.

Au niveau cérébral, la motivation est associée à la dopamine. Lorsqu'un individu perçoit une récompense potentielle, son cortex orbitofrontal et son striatum ventral, responsables de l'évaluation de la valeur de cette récompense s'activent. Ensuite, lorsque la récompense est obtenue ou anticipée, l'aire tegmentale ventrale est activée, provoquant la libération de dopamine, un neurotransmetteur lié au plaisir, qui irradie vers le noyau accumbens. Ensemble, ces régions cérébrales forment un circuit qui guide la motivation en associant des actions à des récompenses potentielles, renforçant ainsi le comportement visant à obtenir celles-ci (Pessiglione, 2014). Il est à souligner que la dopamine intervient avant le plaisir. C'est l'anticipation de la récompense qui active la dopamine, qui, à son tour, déclenchera une libération de neurotransmetteurs

responsables du plaisir comme la sérotonine (Gurtner [communication orale], 2023).

Selon Gurtner (2023), deux systèmes interviennent dans la décision d'agir ou non. Le premier fait intervenir le striatum qui calcule les probabilités de récompense basées sur la similitude des situations, puis, sur la base de ce calcul, le putamen qui décide du comportement à entreprendre. Selon le résultat obtenu, ce système modifie les probabilités de récompense et ainsi, la valeur affective de la situation. Le second système fait intervenir l'amygdale et le gyrus cingulaire. L'amygdale étant le système d'alarme de notre cerveau et le gyrus cingulaire étant notamment actif dans la régulation émotionnelle et la prise de décision, implique qu'une situation ne provoquant plus assez de dopamine va perdre de son intérêt, voire être évitée. Dans une étude récente, Schülter (2018) a démontré que la taille de l'amygdale était corrélée négativement avec la motivation (decision-related action orientation). Ainsi, un étudiant qui craint constamment des conséquences négatives dans une situation précise voit son amygdale suractivée et sa motivation s'éteindre.

On pourrait ainsi se demander ce qu'il en est de la motivation intrinsèque, qui n'a, par définition, pas de récompenses. Di Domenico et Ryan (2017) révèlent que le système dopaminergique semble jouer un rôle fondamental aussi dans la motivation intrinsèque (sans attente de récompense externe). Ils soulignent également le lien étroit avec les trois réseaux de neurones principaux.

En effet, le réseau de saillance, actif dans la détection d'événements subjectivement importants, comprend les régions cérébrales principales dans le phénomène de la motivation. Ils soutiennent que l'insula antérieure amplifie sélectivement les signaux neuronaux des événements marquants pour le déploiement des ressources cognitives. Cette même insula antérieure est également connue pour moduler l'activité des deux autres réseaux. Ainsi, elle permettrait de ralentir l'activité du réseau de mode par défaut et parallèlement augmenterait l'activité du réseau exécutif. Ainsi, la motivation intrinsèque, associée à des performances améliorées et à une meilleure flexibilité cognitive, trouve son explication par une plus grande mobilisation du réseau exécutif pendant les tâches intrinsèquement motivantes (Di Domenico & Ryan, 2017).

Ainsi, l'activation de ces réseaux et la production de dopamine sont importantes pour la motivation de nos élèves. Pour comprendre comment le faire, il est primordial de s'arrêter sur les facteurs motivationnels. Une des théories les plus largement répandues est celle de l'auto-détermination de Deci et Ryan (1975). Celle-ci met en avant trois besoins fondamentaux : l'autonomie, le sentiment de compétence et l'appartenance sociale. Ceci nous donne des pistes sur ce qu'un enseignant peut mettre en place pour favoriser la motivation des élèves, mais cela donne peu d'outils à l'élève lui-même.

Gurtner et ses collègues (2006) ont relevé quatre paramètres qui semblent prédire de

manière significative la motivation des élèves : les moyennes obtenues, l'estime de soi et les compétences sociales, les buts d'apprentissage et les aspirations aux études. D'autres paramètres semblent importants mais relèvent davantage de facteurs extérieurs à l'élève (style d'enseignement, climat de classe, etc.).

S'intéresser à la procrastination peut également être une piste pour aider les étudiants. Celle-ci est définie par Steel (2007) comme le retard volontaire du début ou de l'achèvement d'une action prévue, même si l'on s'attend à être désavantagé par ce retard. Bien que la procrastination ne soit pas forcément uniquement due à un manque de motivation, elle est corrélée négativement avec la motivation intrinsèque (Osiurak et al., 2015). Beaucoup d'enseignants vous diront que la procrastination est l'activité numéro un de nombreux élèves.

Une étude intéressante de Le Bouc & Pessiglione (2022) met en avant le rôle du cortex cingulaire antérieur dans le calcul coûts-bénéfices. La valeur de l'effort semble diminuer avec le temps chez les procrastinateurs et leur cerveau aura tendance à calculer plus rapidement les coûts que les bénéfices. Autrement dit, un élève qui procrastine est un élève qui a tendance à penser que l'effort à fournir sera moins conséquent s'il retarde l'exécution de la tâche.

Certes, cette pratique est généralement considérée négativement, cependant, il convient de faire la distinction, proposée par

Choi & Morand (2009), entre la procrastination active et la procrastination passive. La première implique une décision délibérée de reporter les actions, en profitant d'une plus grande motivation sous pression temporelle et se caractérise par la capacité à achever les tâches dans les temps. En revanche, la deuxième se réfère à la tendance à repousser les tâches jusqu'au dernier moment en raison de l'incapacité d'agir de manière opportune. Ainsi, il ne s'agit pas de faire culpabiliser l'étudiant sur le caractère néfaste de la procrastination, mais de définir avec lui si elle est passive ou active, puis de tenter d'en définir l'origine.

Selon Anaïs Roux (Neurosapiens, 2022, 11 janvier), quatre raisons principales poussent l'individu à procrastiner : objectifs peu ou pas définis ; mauvaise gestion du temps ; manque d'épanouissement dans le travail ; peur de l'échec ou manque de confiance en soi. En se penchant sur ces éléments, des pistes concrètes pourraient être proposées aux élèves dont les résultats souffrent d'une procrastination passive, par exemple sur une décomposition des objectifs ou la définition d'une planification temporelle. Le réseau réussite Montréal (s.d.) propose aussi des pistes d'action et des outils destinés autant aux enseignants qu'aux étudiants.

En résumé, la motivation des étudiants est un pilier essentiel de leur parcours académique, et elle est influencée par une multitude de facteurs, tant internes qu'externes. Pour favoriser leur engagement et leur réussite scolaire, il est crucial de mettre en place des

stratégies efficaces. Parmi les approches qui ont fait leurs preuves, on peut citer la promotion de l'autonomie, du sentiment de compétence et du soutien social, conformément à la théorie de l'auto-détermination de Deci et Ryan. De plus, il est essentiel de reconnaître les signaux de la procrastination, qu'elle soit active ou passive, et de travailler avec les étudiants pour élaborer des plans d'action concrets visant à améliorer leur gestion du temps et surmonter leurs obstacles. Enfin, l'identification des sources de motivation intrinsèque chez les élèves peut les aider à se connecter davantage avec leur apprentissage. En combinant ces stratégies, l'outil numérique pourrait contribuer à créer un environnement propice à la motivation et à la réussite des élèves.

### **Difficultés liées à l'attention et à la concentration**

L'attention et la concentration sont souvent utilisées de manière interchangeable, mais elles sont en réalité deux processus cognitifs distincts. L'attention est la capacité à diriger consciemment notre focalisation sur une tâche ou un stimulus spécifique. La concentration, en revanche, va au-delà de l'attention. Elle implique la capacité à maintenir cette focalisation de manière prolongée, à ignorer les distractions et à s'engager profondément dans une tâche spécifique (Lachaux, 2016). Les étudiants que je rencontre se plaignent davantage de problèmes de concentration que d'attention. Il est toutefois important de

comprendre le mécanisme de ce dernier pour comprendre le premier et proposer des pistes de solutions pour le maintien de l'attention sur une tâche.

On distingue deux types d'attention : automatique ou volontaire. La première intervient quand survient dans l'environnement un stimulus particulier qui capte notre attention, sans que nous ayons un effort à faire. C'est elle qui nous permet de repérer un danger par exemple. À l'inverse, l'attention volontaire demande un effort, celui de la diriger sur un élément en particulier ou un objectif. C'est ce qui est notamment nécessaire pour lire ce travail. Il existe constamment une sorte de bataille entre ces deux types d'attention. L'individu peut certes décider de diriger son attention sur une tâche, mais ce contrôle est fragile et peut-être perturbé par des stimuli extérieurs saillants, par une surcharge attentionnelle, par la fatigue ou le stress (Wood et al., 2015, pp. 122-124). Or, ce contrôle attentionnel joue un rôle majeur dans le fonctionnement cognitif, notamment pour la mémoire de travail, fonction fondamentale pour l'apprentissage scolaire (Fitamen, 2022). En effet, un élève devant un exercice scolaire complexe doit pouvoir maintenir son attention volontaire sur la tâche. Or, dans une salle de classe, toutes sortes de stimuli extérieurs peuvent venir attirer l'attention automatique des élèves : des camarades qui bavardent, un téléphone qui vibre dans un sac, une notification sur son ordinateur, etc.

Au niveau cérébral, les trois grands réseaux de neurones sont impliqués dans le contrôle attentionnel. Lachaux (2017) nous explique d'une part que l'attention volontaire est dirigée par le réseau exécutif. Ce réseau, qui fait intervenir le lobe frontal, est nécessaire à l'accomplissement d'une tâche et donc celui que l'on cherche à activer lors de l'apprentissage scolaire. Or, cette attention est disputée également par le réseau de saillance. C'est ce système qui intervient lorsqu'un élève interrompt son exercice parce qu'une notification retentit ou qu'un camarade l'appelle. D'autre part, le mode par défaut interviendrait également dans cette "lutte" pour le contrôle de l'attention, en fonction des forces émotionnelles de notre environnement ou de nos pensées. Dans un autre article, Lachaux (2023) reprend les travaux de Jenkins (2019) et explique que le réseau de mode par défaut, impliqué dans la réflexion sur soi, à l'attribution d'états mentaux aux autres et à l'imagination, interférerait avec le réseau exécutif. Il nous explique que "par défaut", notre cerveau amènerait les élèves à penser à eux-mêmes ou aux autres. Ainsi, l'analyse constante de leur environnement social vient parasiter leur contrôle exécutif, nécessaire à leur concentration.

Dans un autre article, Lachaux (2021) met également en lumière le rôle de l'insula sur la concentration. Cette structure peut être subdivisée en différentes régions qui sont impliquées dans la perception des informations somatosensorielles, la régulation émotionnelle, notamment l'anticipation des

émotions liées aux récompenses ou punitions, la cognition sociale, et l'attention et la saillance au niveau antérieur (Boucher et al., 2017). Selon Lachaux (2021), cette dernière région semble motiver les efforts mentaux devant des tâches complexes. Or, elle est suractivée dans un contexte d'apprentissage scolaire, ce qui peut mener à de la fatigue mentale. L'une des hypothèses de l'auteur, serait que l'activation régulière et légère des autres régions de l'insula permettrait de calmer la suractivation de la région antérieure. Ainsi, porter régulièrement et légèrement son attention sur nos sensations corporelles ou notre environnement proche permettrait de diminuer les distractions provoquées par l'anticipation des récompenses, l'image de soi, la fatigue et la crispation mentale.

De manière concrète, plusieurs pistes peuvent être apportées aux élèves pour améliorer leur concentration, c'est-à-dire leur capacité à porter leur attention sur un objet particulier, avec un objectif précis et en déclenchant un traitement cognitif particulier (Lachaux, 2023). Outre les astuces visant à diminuer les distractions attentionnelles, Lachaux (2023) préconise de fragmenter une tâche complexe en plusieurs petites missions qui doivent avoir un objectif précis et clair. Repérer les distracteurs et s'entraîner à les écarter comme dans un exercice de méditation est également une des clés de la concentration selon l'auteur.

L'auteur du podcast Neurosapiens (2022, octobre), propose également quelques pistes, malheureusement sans citer ses sources. Une

bonne planification du travail en déterminant les moments de la journée durant lesquels nous sommes le plus efficace pourrait être une aide, tout comme avoir un sommeil et une hydratation suffisants ainsi qu'une alimentation saine. Comme souligné plus haut, l'insula est sensible aux sensations corporelles. L'hypothèse selon laquelle un manque de sommeil ou d'hydratation pourrait entraver les processus attentionnels semble ainsi pertinente.

Pour résumer, l'attention et la concentration sont deux processus cognitifs distincts essentiels pour l'apprentissage scolaire. L'attention consiste à diriger consciemment notre focalisation, tandis que la concentration va plus loin en impliquant la capacité à maintenir cette focalisation sur une période prolongée malgré les distractions. Ces processus sont influencés par des réseaux neuronaux complexes. Des stratégies telles que la gestion des distractions, la fragmentation des tâches, la méditation, et des habitudes de sommeil et d'alimentation saines peuvent aider à améliorer la concentration des élèves. En comprenant ces mécanismes et en les enseignant aux élèves à travers l'outil numérique proposé dans ce projet, il est possible de les aider à développer leurs compétences en matière d'attention et de concentration, ce qui peut avoir un impact significatif sur leur réussite académique et leur bien-être général.

### **Difficultés liées à la mémoire**

L'apprentissage scolaire est indissociable de la mémoire, même s'il n'y est pas limité. Dans ma pratique, je vois régulièrement des élèves se plaindre des travaux pour lesquels il est nécessaire d'apprendre par cœur. Certains mentionnent des difficultés à retenir les informations importantes et d'autres à les restituer. La mémoire étant un sujet vaste, il est essentiel dans un premier temps d'en comprendre l'architecture afin d'identifier dans un second temps les sources de difficulté principales puis de relever les stratégies que les élèves pourraient appliquer.

Le modèle des trois mémoires (Atkinson & Shiffrin, 1968, cités par Wood et al., 2015, p.239) permet de distinguer la mémoire sensorielle, celle à court terme (mémoire de travail) et celle à long terme. La première représente le système qui retient très brièvement les informations sensorielles. Si l'individu porte son attention sur l'une de ces informations, celle-ci sera encodée en mémoire à court terme (MCT). Ce dernier est le système qui permet de maintenir actives les informations utiles pour l'exécution d'une tâche. Toutefois, la capacité de la MCT est limitée en durée et en quantité d'éléments. Si l'information y est traitée efficacement, sa consolidation permettra alors de la conserver dans la mémoire à long terme (MLT) qui elle n'est limitée ni dans le temps, ni dans sa capacité de stockage. La MLT est subdivisée en différents systèmes : la mémoire épisodique (souvenirs personnels vécus à un

moment précis), la mémoire sémantique (connaissances générales et informations factuelles), la mémoire procédurale (procédures motrices et mentales) et la mémoire perceptive (informations sensorielles stockées de manière involontaire et automatique) (Croisile, 2009 ; Wood et al., 2015, pp. 239-245). Ainsi, les difficultés mnésiques rencontrées par les élèves peuvent se situer au niveau de la MCT (se rappeler la consigne en écrivant un texte), comme au niveau de la MLT, notamment dans la mémoire sémantique (un vocabulaire en allemand à retenir) et la mémoire procédurale (comment résoudre une équation).

Les difficultés liées à la mémoire peuvent se situer à chacun de ses trois processus principaux : l'encodage, qui est la transformation de l'information sous une forme qui pourra être enregistrée, le stockage de l'information en mémoire, par consolidation, et finalement la récupération, qui correspond à l'extraction de l'information stockée (Wood et al., 2015, pp. 255-257). Un élève peut lire un texte douze fois avant un examen, s'il ne place pas une attention particulière sur le contenu, il n'y aura pas d'encodage. Sans consolidation de l'information, l'élève qui a appris une fois son vocabulaire d'allemand ne laissera pas suffisamment de traces mnésiques pour que le stockage de l'information en MLT se fasse.

Finalement, même si l'élève a pu encoder puis stocker correctement le nom d'une molécule en chimie, il est possible qu'il ne parvienne

pas à retrouver l'information, pourtant stockée. Ce phénomène, souvent associé au "mot sur le bout de la langue", peut notamment se produire en cas de stress.

Au niveau cérébral non plus, il n'est pas possible de parler d'une seule mémoire ou d'un seul mécanisme. Elle fait en effet intervenir des réseaux neuronaux complexes en fonction de leur nature et du type de processus. Ce qui est clairement identifié, c'est que l'hippocampe joue un rôle central dans les processus de MLT (Squire, 2009 ; Fahim, 2023 ; Sauteur, 2023 ; Didier & Mandrion, 2023) et que la neuroplasticité y joue un rôle très important (Didier et Mandairon, 2020 ; Sauteur, 2023). La MLT fait intervenir des changements anatomiques fonctionnels dans les réseaux de neurones (Fahim, 2023). La mémoire de travail trouve son siège dans le cortex frontal (Fahim, 2023), ce qui est pertinent avec le rôle prépondérant que joue le cortex préfrontal dans les fonctions cognitives. D'autres structures sont également impliquées selon le type de mémoire, par exemple l'amygdale pour les souvenirs chargés émotionnellement (Squire, 2009). Ce que les neurosciences nous apportent également de très intéressant pour les étudiants, c'est le rôle du sommeil sur la MLT. En effet, comme rapporté par Squire (2009), les ondes lentes du sommeil permettraient à l'hippocampe de consolider ses connexions avec le néocortex. Sachant que les adolescents ont des besoins de sommeil supérieurs à leur rythme réel (Wood et al.,

2015, p. 165), nous nous retrouvons ainsi avec une explication potentielle des difficultés de mémoire rencontrées par certains étudiants.

Pour accompagner les élèves souffrant de difficultés mnésiques, différentes pistes peuvent être explorées. Premièrement, la courbe de l'oubli de Ebbinghaus (Wood et al., 2015, pp.253-254) nous apprend que la capacité de rappel diminue assez rapidement après une phase d'apprentissage et de manière très rapide (près de 50% après 20 minutes). La répétition espacée permet en revanche de ralentir considérablement le processus de l'oubli. Ainsi, un précieux conseil pour les étudiants serait de ne pas réviser la veille. La meilleure option consisterait à planifier plusieurs petites séances de répétition et une dernière juste avant l'évaluation. La planification de moments de révision, déjà évoquée pour améliorer la motivation et la concentration, semble ici aussi un moyen intéressant pour aider les élèves. Dans cette organisation, il peut également être tenu compte de l'effet de l'interférence sur la consolidation d'une information. En effet, lorsqu'un élément est stocké dans la mémoire avant ou après une autre information, il peut venir gêner l'intégration de cette dernière. C'est le cas notamment des langues étrangères proches. Il pourrait ainsi être intéressant de mentionner aux élèves qui rencontrent des difficultés en allemand ou en anglais de ne pas prévoir la révision des vocabulaires de ces deux branches l'une

après l'autre. Afin de consolider une information, c'est-à-dire de la transposer durablement dans la MLT, l'un des meilleurs moyens est de l'associer avec un autre élément connu. Ainsi les stratégies basées sur les associations sont d'excellents outils, utilisés notamment par les mentalistes dans leurs tours. Plus largement, les individus mémorisent mieux ce qui a du sens. Encourager l'élève à comprendre une définition avant d'essayer de l'apprendre par cœur semble être un conseil avisé. (Wood et al., 2015, pp.241-258)

En somme, la mémoire joue un rôle central dans le processus d'apprentissage scolaire, mais elle peut aussi constituer un défi pour de nombreux élèves. Comprendre la structure complexe de la mémoire, de la mémoire sensorielle à la mémoire à long terme, ainsi que les processus d'encodage, de stockage et de récupération, révèle les différentes étapes où les difficultés peuvent survenir. Les facteurs tels que la répétition espacée, l'organisation des révisions, la gestion de l'interférence, et la création de connexions significatives sont autant de stratégies qui peuvent aider les élèves à améliorer leur mémoire. De plus, les avancées dans le domaine des neurosciences offrent des explications sur le rôle crucial du sommeil dans la consolidation de la mémoire à long terme. En fin de compte, il est essentiel que l'outil numérique proposé contienne des pistes sur comment les élèves peuvent optimiser leurs capacités mnésiques, afin de faciliter

leur réussite académique et leur fournir des compétences précieuses pour leur vie future.

### **Difficultés liées aux croyances et aux biais cognitifs**

Contrairement aux autres difficultés rencontrées par les élèves, les biais cognitifs ne sont jamais nommés directement par ceux-ci. Le choix de cette catégorie relève d'autres plaintes entendues, telles que "je suis nulle dans telle branche" ou "je n'y arriverai jamais". Ces croyances limitantes pourraient avoir un impact important sur l'engagement des élèves dans leur apprentissage, ainsi que sur leurs résultats. Elles constituent, selon mon expérience, une part non-négligeable des difficultés scolaires rencontrées par les élèves. Les croyances qui limitent les élèves dans leurs apprentissages s'apparentent à des pensées dysfonctionnelles, c'est-à-dire des représentations erronées de la réalité qui peuvent avoir un impact négatif. Celles-ci peuvent être induites par les biais cognitifs.

Un biais cognitif est « une organisation de pensée trompeuse et faussement logique, dont la personne s'accommode pour prendre position, justifier des décisions, ou encore interpréter les événements » (Toscani, 2019). Ces distorsions cognitives sont présentes dans de nombreux domaines de la vie quotidienne de chacun. Elles ne peuvent pas être en soi qualifiées de positives ou négatives. En effet, même si elles nous induisent en erreur, elles ont aussi leur utilité pour le traitement rapide de la grande quantité d'informations que notre cerveau doit analyser

(Frayssinhes, 2022). Toutefois, elles deviennent problématiques lorsqu'elles impactent les croyances des élèves quant à leurs capacités de réussite et entraînent un comportement dommageable pour l'apprentissage.

Il existe une quantité impressionnante de biais cognitifs qui peuvent concerner beaucoup de domaines différents. Dans le milieu scolaire, le biais de confirmation peut être particulièrement problématique. Il s'agit de « la tendance des êtres humains à privilégier la recherche d'informations en accord avec leurs hypothèses, croyances, opinions, etc., au détriment d'éléments contraires à celles-ci. » (Bellevaut & Wagner-Egger, 2022, p. 42). Ce biais peut apparaître lors de recherches pour un travail, mais peut, de manière plus dommageable, concerner la perception que l'élève a de lui-même. Ainsi, une seule mauvaise note dans une branche vient lui confirmer sa croyance en son incompetence, alors que les preuves de ses compétences seront ignorées. Ce biais se retrouve également pour des évaluations positives de soi-même. Il se rapproche alors du biais d'optimisme, qui, selon Palminteri (2022), « désigne la tendance à modifier ses croyances préférentiellement en prenant en compte des informations à caractère positif et en négligeant celles qui font moins plaisir ». Prenons l'exemple dans ce cas d'un élève qui n'a pas pris le temps suffisant de réviser, mais qui, une fois, s'en est sorti avec une note acceptable pour lui. Il aura ainsi l'impression qu'il n'a pas besoin de fournir trop d'effort pour

réussir, ce qui peut avoir des conséquences sur sa formation. Palmintieri & Lebreton (2022) ont montré que ces deux biais cognitifs pouvaient être expliqués par des processus cognitifs élémentaires, à savoir l'apprentissage par renforcement. Lors d'un comportement, l'écart entre ce qui est attendu et le résultat obtenu s'appelle l'erreur de prédiction. La valeur des options de choix est alors mise à jour selon cette erreur. Ils ont montré que la valeur attribuée aux options serait davantage mise à jour pour les prédictions positives que pour les négatives. Selon les chercheurs, l'apprentissage par renforcement reposerait sur une modification des synapses situées au niveau du striatum, connu pour son importance dans le processus de motivation. Dans l'exemple de l'élève qui ne révise pas, s'il s'attend à une mauvaise note et qu'il en obtient une bonne, l'erreur de prédiction étant positive, il aura tendance à mettre à jour ses attentes, plus facilement que s'il s'était attendu à une bonne note et que le résultat avait été en deçà.

Parmi les biais cognitifs problématiques à l'école, peuvent encore être cités : le biais de négativité, c'est-à-dire la préférence pour les informations négatives par rapport aux informations positives (Bellevaut & Wagner-Egger, 2022, p. 46-47) qui peut amener un élève à ne retenir que la remarque négative de l'enseignant sur son exercice, sans prendre en compte les remarques positives ; le biais de probabilité qui « consiste à considérer quelque chose comme vrai dès lors que cela peut probablement être le cas » (Frayssinhes,

2022), peut apparaître lorsqu'un élève est certain qu'il va échouer simplement parce que c'est une probabilité ; le biais d'auto-complaisance est une erreur d'attribution qui incline à attribuer ses échecs à des causes extérieures et ses réussites à ses propres compétences (Bellevaut & Wagner-Egger, 2022, p. 70-71) ce qui peut donner l'illusion à l'élève en échec qu'il ne peut rien faire pour améliorer la situation ; et finalement les stéréotypes, notamment de genre, pourraient avoir un impact non-négligeable, notamment sur le choix des options ou de filière d'étude. Ces biais ont en commun qu'ils affectent l'évaluation de compétence de l'apprenant. Celle-ci se construit sur l'ensemble des feedbacks que les élèves reçoivent de leur entourage (enseignants, parents, amis). Le schéma de soi ainsi intériorisé peut être sur- ou sous-évalué (Frayssinhes, 2022). Or, un élève qui se croit mauvais dans une branche se fixe lui-même un handicap qui le confirmera dans sa croyance. Sauerland (2016) a montré que les schémas de pensée dysfonctionnels chez les employés étaient courants et affirme également que ceux-ci créent du stress et de la démotivation. L'auteur a démontré qu'avec un entraînement spécifique, les individus apprennent à repérer leurs pièges cognitifs. Comme dans les thérapies cognitivo-comportementales, le travail se fait en deux temps : prendre conscience de ses représentations automatiques, puis en faire une analyse concrète et rationnelle. Dans le même ordre d'idée, Ginisty (2021) reprend plusieurs études sur l'état d'esprit qui

expliquent la différence entre l'état d'esprit fixe et celui de développement. Un élève avec un état d'esprit fixe aura l'impression que les compétences scolaires sont innées et immuables. A l'inverse, un état d'esprit de développement permettrait à l'élève de considérer qu'il est capable de progresser et d'améliorer ses compétences. Une étude de Yeager et al. (2019) a obtenu d'excellents résultats sur les performances d'adolescents en mathématique avec un programme destiné à montrer que les capacités intellectuelles n'étaient pas figées. Ceci semble correspondre avec la solution proposée par Wagner-Egger (2023) qui est de présenter aux élèves les biais cognitifs, de favoriser la pensée analytique et d'enseigner la pensée critique.

En conclusion, il est indéniable que les croyances limitantes et les distorsions cognitives représentent des défis majeurs pour les élèves, affectant leur engagement dans l'apprentissage et leurs résultats académiques. Ces biais cognitifs ont un impact significatif sur leur perception de soi et peuvent renforcer des croyances erronées sur leurs compétences. Cependant, la prise de conscience de ces biais et de ces croyances dysfonctionnelles peut ouvrir la porte à des solutions. En sensibilisant les élèves à ces biais cognitifs, nous pouvons les aider à reconnaître que leurs compétences ne sont pas figées, mais peuvent être améliorées par l'effort et la pratique. Par conséquent, il est essentiel d'intégrer la sensibilisation aux biais

cognitifs dans l'outil de soutien proposé dans ce travail.

### **3.3. Conclusion intermédiaire**

Dans cette partie théorique, ont été abordés le modèle PRESENCE de la Dr Cherine Fahim (2023), les principes généraux du développement du cerveau des adolescents ainsi qu'une explication du fonctionnement des cinq domaines de difficultés d'apprentissage. Il est important de reconnaître que cette période de développement cérébral est à la fois critique et complexe pour les élèves, avec des enjeux multiples à différents niveaux, notamment émotionnel, cognitif et comportemental.

Les difficultés auxquelles les élèves sont confrontés dans leurs études se retrouvent dans les cinq dimensions cognitives explorées ici, mais il est essentiel de noter que ces difficultés ne se limitent pas à ces aspects. De nombreuses autres thématiques devraient également être explorées ultérieurement, notamment les fonctions exécutives, qui jouent un rôle fondamental dans l'apprentissage et la réussite scolaire. Il convient de rappeler que nous nous concentrons ici sur les difficultés générales rencontrées par les élèves ordinaires, en distinguant ces difficultés des troubles de l'apprentissage, diagnostiqués ou non. Les élèves peuvent également rencontrer d'autres difficultés pour lesquelles l'intervention d'un

professionnel de la santé mentale ou d'un thérapeute serait plus appropriée.

De plus, il est important de noter les nombreuses interactions complexes entre ces domaines cognitifs. Par exemple, le stress peut avoir un impact significatif sur la motivation, la concentration et la mémoire, créant ainsi un réseau complexe de facteurs influant sur l'apprentissage. Souvent, les élèves ont du mal à identifier précisément ce qui pose problème pour eux, ce qui peut les amener à attribuer leurs difficultés à un manque de motivation, alors que le stress peut être le principal facteur entravant leurs performances académiques.

C'est dans ce contexte que l'outil numérique qui sera développé occupe une place centrale dans ce travail. Il devra intégrer les éléments théoriques exposés ici, en mettant l'accent sur la compréhension, par l'élève, de son propre cerveau, ainsi que sur les stratégies spécifiques évoquées pour chaque domaine. En combinant ces connaissances avec des outils pratiques et des approches pédagogiques ciblées, cet outil visera à aider les élèves à améliorer leurs compétences d'apprentissage. En fin de compte, l'objectif est d'autonomiser les élèves en leur fournissant des ressources et des informations essentielles pour optimiser leur réussite éducative.

## 4. Méthodologie

Le principal axe de ce travail est d'explorer les possibilités et de proposer des recommandations pour la création d'un outil basé sur les connaissances en neurosciences de l'éducation. Cet outil visera à offrir aux élèves du GYB un éclairage et une aide sur différentes difficultés rencontrées dans leurs apprentissages et sera créé en collaboration avec un groupe d'étudiants dans le cadre d'un séminaire de travail de maturité.

Dans cette optique, cette partie méthodologique s'intéresse aux détails de création de l'outil. Les choix stratégiques liés à son développement seront exposés en termes de forme et de contenu, puis le processus de création par les élèves sera présenté. Enfin, la perspective de l'évaluation de l'outil sera décrite, tout en sachant qu'il ne s'agit que d'une projection et qu'il faudra attendre que l'outil soit développé pour identifier au plus proche les critères à retenir.

### 4.1. Outil mon cerveau au GYB

L'outil en cours de développement, temporairement intitulé "Mon Cerveau au GYB" (MC'GYB), doit non seulement susciter l'intérêt des étudiants, mais également répondre à leurs besoins spécifiques. Dans cette optique, un prototype a été élaboré pour donner une idée plus précise de son apparence et de ses fonctionnalités (voir Annexe A-C). Dans cette partie, les choix en

termes d'interface, de contenu et d'utilisation seront explicités.

### **Choix d'une interface numérique**

MC'GYB est réalisé à l'aide de Genially, une plateforme permettant de créer des contenus interactifs en ligne, offrant aussi la possibilité d'être modifiée et enrichie par la suite. Les utilisateurs pourront la consulter en tout temps et sur le support de leur choix, favorisant ainsi l'autonomie et les éditions multiples en temps réel.

Internet a ses limites, comme le démontre de manière intéressante Desmurget (2019), mais présente aussi l'avantage d'être un lieu connu, voire sécurisant, pour les étudiants actuels. De plus, les placer dans un environnement numérique qu'ils maîtrisent peut augmenter leur motivation, leur sentiment de sécurité et leur efficacité. En effet, Desplats et Pinaud (2015, cités par Fahim, 2023) nomment la génération des adolescents d'aujourd'hui comme la « génération C » pour mettre en avant leurs aptitudes communicationnelles à l'aide des nouvelles technologies. Ils décrivent les jeunes comme impatients, puisque tout leur est rapidement accessible, avec une capacité attentionnelle limitée, mais capables d'effectuer plusieurs tâches en même temps et de traiter des données très rapidement. Dans ce sens, l'outil leur étant destiné doit être pensé pour être utilisé en tout temps, de manière intuitive et libre de contrainte.

### **Contenu**

L'objectif n'est pas de donner un cours complet sur leur cerveau et l'apprentissage, mais bien de personnaliser l'expérience en fonction des besoins. Ainsi, concrètement, MC'GYB sera construit comme un microsite interactif comportant une page d'accueil pensée comme une table des matières. Les entrées seront proposées sous forme d'affirmations permettant aux étudiants de se rendre sur les pages qui correspondent aux difficultés rencontrées (voir Annexe A). Chaque thématique aura ensuite sa propre page d'accueil, offrant différents accès qui permettront d'avoir des explications sur le sujet, une description simplifiée du fonctionnement cérébral, des quizz ou des jeux en lien toujours avec le thème, des pistes de solution, ainsi que des liens vers d'autres ressources.

Cette construction en arborescence vise à permettre une individualisation de l'expérience et laisse une grande liberté aux étudiants, ce qui peut favoriser leur engagement. Le jeu par exemple peut être une distraction pour certains, et un défi stimulant pour d'autres.

Il est possible que certains étudiants ne se sentent pas concernés par les affirmations proposées ou qu'ils ne sachent pas vraiment ce qui les bloque. Ainsi, la page d'accueil pourrait également proposer une entrée vers un test d'évaluation. Une échelle de Likert pourrait être utilisée permettant d'orienter le jeune en lui décrivant ce qui semble lui poser des difficultés. Dans ma pratique, je constate

que beaucoup de gymnasiens aiment prendre part à des tests leur permettant de mesurer différentes compétences. Il est toutefois nécessaire de préciser qu'il ne s'agirait pas d'un outil attesté et qu'il ne servirait qu'à dégager une tendance, qui, de plus, peut évoluer dans le temps. Finalement, un espace pourrait aussi être dédié aux bases des neurosciences pour les élèves curieux d'en savoir plus (voir exemple annexe C).

### **Proposition d'utilisation**

L'adresse internet de MC'GYB sera idéalement communiquée aux étudiants par le biais de leur mentor. Durant les entretiens de suivi, lorsque des difficultés d'apprentissage, qu'elles soient floues ou clairement définies, semblent présentes, le mentor pourra, en plus des habituels conseils, donner l'adresse à son étudiant. Il ne semble pas judicieux d'imposer un suivi particulier sur l'utilisation de l'outil par les élèves pour deux raisons principales. D'une part, le caractère obligatoire pourrait bloquer l'étudiant surchargé, qui le percevrait comme une tâche supplémentaire. En effet, il s'agit ici de renforcer le sentiment d'auto-détermination et de compétence. D'autre part, exiger de la part des mentors un suivi supplémentaire comporte le risque qu'ils le perçoivent comme un fardeau et influencent ainsi indirectement et négativement l'adhésion de leurs étudiants à l'outil. En revanche, un groupe de soutien constitué des élèves du séminaire qui auront créé l'outil pourrait être un appui solide pour leurs pairs en difficulté.

## **4.2. Séminaire de travail de maturité**

Dans le cadre de ce projet, une approche centrée sur les étudiants en tant que créateurs d'outils éducatifs a été choisie. Les gymnasiens sont sans doute les mieux placés pour comprendre les défis d'apprentissage rencontrés par leurs pairs et concevoir un outil adapté à leurs besoins. Cette approche repose sur l'hypothèse formulée par Topping (1996) selon laquelle les conseils et outils fournis par des pairs, partageant un langage et un contexte commun, peuvent être accueillis et intégrés de manière plus efficace. En engageant activement les étudiants dans la création de cet outil, nous visons à favoriser un sentiment d'auto-détermination et d'engagement, renforçant ainsi son efficacité pour les utilisateurs finaux.

Les prochains points de discussion examineront la manière dont ce projet a été intégré dans le cadre du séminaire de travail de maturité, comment la répartition des thèmes a été opérée, ainsi qu'un aperçu de la planification des travaux.

### **Organisation des travaux de maturité**

Les élèves de l'école de maturité doivent accomplir durant leur cursus un travail de recherche de longue durée (une année) sur un sujet choisi parmi les propositions faites par les enseignants. Chaque sujet est traité dans le cadre d'un séminaire constitué de cinq élèves. J'ai eu l'opportunité de proposer mon projet et la chance d'avoir cinq élèves motivés

sélectionnés pour ce séminaire. Il a démarré en septembre de cette année. Les élèves devront rendre leur travail final en juillet de l'année prochaine et le défendront en septembre 2024. Ils ont donc l'année scolaire complète pour s'approprier la matière, élaborer leur travail écrit et construire conjointement la plateforme.

Chaque étudiant a eu l'opportunité de sélectionner son sujet parmi six difficultés préalablement identifiées. Avant de faire leur choix, les élèves ont rempli un questionnaire (voir Annexe D) conçu pour les aider à mieux comprendre ces difficultés et évaluer, de manière exploratoire, leur propre positionnement par rapport à celles-ci dans leur parcours d'apprentissage. En l'absence de tests validés spécifiquement adaptés à ces six dimensions de l'apprentissage, j'ai élaboré un questionnaire sur mesure pour recueillir des données pertinentes. Celui-ci a été construit, en s'appuyant sur diverses échelles issues de la littérature. Il est important de prendre en considération que les résultats obtenus à partir de cet instrument de mesure auto-conçu doivent être interprétés avec précaution en raison de l'absence de validation formelle. Ils ne servent qu'à fournir un indicateur informatif général aux élèves.

Même s'il convient de faire preuve de prudence en observant les résultats, dont le détail se trouve en annexe (voir Annexe E), il est intéressant de constater qu'un seul élève a choisi un thème pour lequel il semble

rencontrer des difficultés scolaires. Il sera intéressant d'analyser l'évolution des résultats de chacun à la fin du processus de création. Des entretiens individuels complémentaires viendront compléter cette analyse en permettant de comprendre plus en profondeur les aspects que les étudiants estiment avoir améliorés grâce à leur participation active à ce projet. Ces entretiens fourniront des informations précieuses sur la manière dont leur processus de prise de conscience des différents aspects a contribué à ces améliorations.

### **Consignes et accompagnement**

La question centrale des travaux de chacun leur a été donnée : "De quelle manière la prise de conscience du fonctionnement cérébral au niveau des mécanismes [liés à chacun des thèmes] permet d'améliorer l'apprentissage d'un gymnasien ?" Ils peuvent la reformuler à leur guise, mais cela leur donne une direction claire. Les ressources théoriques mises à leur disposition leur permettent également de partir avec de bonnes bases.

Leur objectif est de rédiger un travail écrit d'environ quinze pages, comprenant des explications théoriques basées sur les neurosciences et des justifications des choix opérés dans la construction de leur partie de l'outil. Ils ont également la possibilité d'évaluer l'impact de leur création sur d'autres élèves. De plus, ils sont responsables de la

construction de leur propre partie de la plateforme numérique.

Pour les aider dans ce processus, des séminaires collectifs et des entretiens individuels sont organisés tout au long de l'année. Les séminaires permettent d'aborder divers sujets liés au fonctionnement du cerveau et de guider les élèves au niveau méthodologique dans la réalisation d'un travail de recherche.

En ce qui concerne la construction de la plateforme, les élèves peuvent partir du prototype initial, mais sont encouragés à être créatifs et à explorer d'autres formats, comme la création de vidéos. L'objectif est de leur permettre de proposer quelque chose qui parle à leurs camarades, tout en bénéficiant d'une grande liberté dans leur démarche.

En somme, une grande marge de liberté et d'autonomie leur est laissée, mais le cadre a été défini avec eux et les séminaires collectifs et entretiens individuels permettront aussi de leur offrir du soutien dans leur projet.

### **4.3. Évaluation de l'outil**

Une fois l'outil MC'GYB créé, l'évaluation de son efficacité et de sa pertinence auprès des étudiants du GYB sera d'une grande importance. Cette phase d'évaluation visera à recueillir des données quantitatives et qualitatives pour déterminer dans quelle mesure MC'GYB répond aux besoins des étudiants et s'il contribue effectivement à

l'amélioration de leurs compétences d'apprentissage.

### **Objectif**

L'objectif principal de cette évaluation est de déterminer si MC'GYB atteint ses objectifs pédagogiques, c'est-à-dire d'aider les étudiants à mieux comprendre leur cerveau et à surmonter leurs difficultés d'apprentissage. L'accent sera également mis sur l'identification des forces et des faiblesses de l'outil, ainsi que sur les domaines spécifiques où des améliorations pourraient être nécessaires. Cette évaluation orientera les ajustements futurs de l'outil en fonction des besoins réels des utilisateurs.

Des critères spécifiques pour mesurer l'efficacité de MC'GYB devront être définis. Ces critères seront élaborés en tenant compte des objectifs pédagogiques de l'outil, des retours des utilisateurs et des normes éducatives. Ils serviront à évaluer la facilité d'utilisation de l'outil, son impact sur la compréhension du fonctionnement cérébral et des cinq domaines de difficultés d'apprentissage, ainsi que son influence sur les performances académiques et la motivation des étudiants.

### **Méthodes**

Pour mesurer l'efficacité de l'outil, une combinaison de méthodes quantitatives et qualitatives sera probablement mise en place. D'une part, un questionnaire tel que celui

proposé aux étudiants du séminaire (voir point IV.II.I Organisation des travaux de maturité) permettra de comparer les comportements et sentiments liés aux difficultés d'apprentissage couramment rencontrées par les élèves avant et après l'utilisation de MC'GYB, mesurant ainsi l'impact de l'outil sur la perception des élèves de leurs difficultés. Les données qualitatives pourront être obtenues par le biais d'entretiens individuels afin de recueillir des opinions détaillées et des retours d'expérience. Ces entretiens semi-directifs permettraient d'évaluer le ressenti des gymnasiens autour de la plateforme et leur perception de l'aide apportée. La combinaison de ces deux méthodes permettrait d'améliorer et d'ajuster l'outil au besoin des élèves.

Une première difficulté sera de concevoir un questionnaire qui puisse être valide scientifiquement. En effet, le prototype de questionnaire présenté dans l'annexe Z n'a pas été validé et il ne fournit, en l'état, pas de résultats fiables exploitables. Il est également important de noter que l'évaluation de l'outil sera basée sur des données recueillies auprès d'un échantillon spécifique d'étudiants du GYB, ce qui pourrait limiter la généralisation des résultats à d'autres contextes éducatifs. De plus, les réponses des étudiants aux enquêtes et aux entretiens peuvent être influencées par des biais de désirabilité sociale, ce qui pourrait entraîner une surestimation de l'efficacité de l'outil. Enfin, l'évaluation sera effectuée sur une période définie, et l'impact à long terme de MC'GYB

sur les performances académiques des étudiants ne pourra pas être pleinement évalué. Malgré ces limites, l'évaluation de MC'GYB constitue une étape essentielle pour garantir son utilité et son efficacité au sein du GYB, et elle servira de base pour des améliorations continues de l'outil.

## 5. Conclusion

En synthèse, ce travail a examiné les possibilités de développement d'un outil éducatif basé sur les connaissances en neurosciences de l'éducation, destiné à soutenir les élèves du GYB dans la compréhension et le dépassement de leurs difficultés d'apprentissage. La problématique centrale consiste à explorer comment cet outil pourrait être développé de manière à être efficace et adapté aux besoins spécifiques des élèves, tout en intégrant les connaissances actuelles sur le développement cérébral des adolescents.

Plusieurs hypothèses et théories ont été examinées. Tout d'abord le modèle PRESENCE (Fahim, 2023) a fourni un cadre conceptuel important. L'hypothèse selon laquelle la compréhension de leur fonctionnement cérébral permettrait aux élèves de dépasser leurs difficultés d'apprentissage en développant des stratégies d'adaptation a été étudiée à travers chacun des cinq domaines de difficulté : le stress, la motivation, l'attention et la concentration, la mémoire et les croyances.

Ces sujets ont été identifiés comme des éléments clés à prendre en compte dans la création de l'outil éducatif.

Ce travail représente une première étape vers la création d'un outil basé sur les neurosciences de l'éducation pour les élèves du GYB. Bien que MC'GYB soit actuellement à un stade conceptuel, son développement potentiel offre des perspectives importantes pour une éducation plus personnalisée et centrée sur les besoins individuels des apprenants. Cette initiative s'inscrit dans une démarche de recherche continue visant à soutenir la réussite scolaire en améliorant la compréhension du fonctionnement cérébral des adolescents. L'avenir de ce projet réside dans son développement concret, la création de MC'GYB en collaboration avec les étudiants du GYB, et son évaluation ultérieure pour déterminer son efficacité réelle. Les résultats de cette évaluation permettront des ajustements de l'outil en fonction des besoins des élèves. Ce travail témoigne de l'importance croissante de l'intégration des neurosciences de l'éducation dans la conception d'outils éducatifs innovants et adaptés aux défis spécifiques rencontrés par les élèves en période d'adolescence.

## Notes

Edité par Madame Lisa Azzi, Bachelor en psychologie, département de psychologie clinique et de la santé, [lisa.azzi@unifr.ch](mailto:lisa.azzi@unifr.ch)

## Références

- Bellevaut, G., Wagner-Egger, P. (2022). Méfiez-vous de votre cerveau : 30 biais cognitifs décrits et expliqués pour moins se tromper et mieux raisonner. Lausanne : Presses polytechniques et universitaires romandes
- Borst, G. (2019). Comment fonctionne le cerveau. *Futuribles*, 428, 53-62. <https://doi.org/10.3917/futur.428.0053>
- Boucher, O., Citherlet, D., Ghaziri, J., Hébert-Seropian, B., Von Siebenthal, Z. & Nguyen, D. (2017). Insula : neuropsychologie du cinquième lobe du cerveau. *Revue de neuropsychologie*, 9, 154-161. <https://doi.org/10.1684/nrp.2017.0422>
- Bouffard, G. (2014). L'apprentissage par les pairs : l'apport d'Eric Mazur à la pédagogie. *Pédagogie collégiale*, vol. 27, n°2
- Bouzida, Z. & Malek, N. (2023, avril). La théorie de l'autodétermination, la motivation des employés et le modèle SCARF : une revue de la littérature sur les dernières avancées en neuro-management. *Al Bashaer Economic Journal*, vol. 9, n°1 <https://www.asjp.cerist.dz/en/downArticle/196/9/1/219117>
- Cellard, C., East-Richard, C., Guay, K., R.-Mercier, A., Thibaudeau, E. & Dufour, G. (2017) Cerveau. Compréhension et prévention des atteintes neuropsychologiques. *Trousse d'accompagnement s'adressant aux adolescents (12-17 ans) et aux professionnels œuvrant auprès de la clientèle jeunesse*. Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de la Capitale-Nationale et l'Université Laval
- Choi & Morand (2009), Why not procrastinate? Development and validation of a new active procrastination scale. *The Journal of Social Psychology*, 149(2). [https://www.academia.edu/26709733/Why\\_Not\\_Procrastinate\\_Development\\_and\\_Validation\\_of\\_a\\_New\\_Active\\_Procrastination\\_Scale](https://www.academia.edu/26709733/Why_Not_Procrastinate_Development_and_Validation_of_a_New_Active_Procrastination_Scale)
- Croisile, B. (2009, mars). Approche neurocognitive de la mémoire. *Gérontologie et société*, 32 (130), pp 11-29.
- Dayan, J. & Guillery-Girard, B. (2011). Conduites adolescentes et développement cérébral : psychanalyse et neurosciences. *Adolescence*, 293, 479-515. <https://doi.org/10.3917/ado.077.0479>
- Deci, E. L. (1975). *Intrinsic motivation*. New York, Plenum Press
- Desmurget, M. (2019) *La Fabrique du crétin digital. Les dangers des écrans pour nos enfants*, Éditions du Seuil, 432 p.
- Di Domenico, S. I., & Ryan, R. M. (2017). The emerging neuroscience of intrinsic motivation: A new frontier in self-determination research. *Frontiers in human neuroscience*, 11, 145. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnhum.2017.00145/full#B38>
- Didier, A., Mandairon, N. (2020). Mémoire olfactive chez la souris : un neurone pour un souvenir ? *Med Sci*, 36 (8-9). [https://www.medecinesciences.org/en/articles/medsci/full\\_html/2020/07/msc200123/msc200123.html](https://www.medecinesciences.org/en/articles/medsci/full_html/2020/07/msc200123/msc200123.html)
- Drolet, A. (2012, avril). La formation de la pensée critique chez les élèves fréquentant un centre de formation générale aux adultes et les activités pédagogiques conscientisantes. Communication présentée au 6e congrès de l'Association québécoise des intervenantes et intervenants en formation des adultes, Trois-Rivières, Québec.
- Fahim, C. (2022). PRESENCE enracinée dans le cerveau par une prédisposition génétique et tissée par l'épigénétique. *Cortica* 1(1) 1-3 <https://doi.org/10.26034/cortica.2022.1779>
- Fahim, C. (2023, 15 mars). Présence 4 [cours]. *CAS en Neurosciences de l'éducation : fondement et pratiques*, Université de Fribourg.
- Fahim Fahmy, C. (2023). *Amicitia : Les trois liens qui tissent les réseaux neuronaux socio-émotionnels dans le cerveau*. ASPEA, P&E 1.

[https://www.skjp.ch/fileadmin/PDF\\_Word/PuE/20202029/PuE\\_2023\\_1\\_Article\\_Fahim\\_Cherine.pdf](https://www.skjp.ch/fileadmin/PDF_Word/PuE/20202029/PuE_2023_1_Article_Fahim_Cherine.pdf)

Fahim, C. (2023) PRESENCE DE RÉSEAUX DE NEURONES : OÙ EST LE PLAN POUR NE PAS SE PERDRE DANS L'IMMENSITÉ DE CETTE FORÊT ? Deuxième épisode d'une série de huit épisodes sur le cerveau. *Cortica* 2023. 2(1), 1-9  
<https://doi.org/10.26034/cortica.2023.37936>

Fitamen, C. (2022, 21 décembre). Évaluer la démarche en utilisant des données pertinentes : Mémoire à court terme, mémoire à long terme, attention, perception, prise de conscience, consolidation et récupération [cours]. CAS en Neurosciences de l'éducation : fondement et pratiques, Université de Fribourg.

Frayssinhes, J. (2022). Le rôle des biais cognitifs dans l'apprentissage. *Éducation permanente*, 233(4). <https://www.cairn.info/revue-education-permanente-2022-4-page-147.htm>

Ginisty, A. (2021, 30 juin). Desserrer ses freins mentaux. *Cerveau & Psycho*, 135, pp. 38-45

Goddings, A. L., Mills, K. L., Clasen, L. S., Giedd, J. N., Viner, R. M., & Blakemore, S. J. (2014). The influence of puberty on subcortical brain development. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 44, 238-244.  
<https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2012.11.007>

Gurtner, J. L., Gulfi, A., Monnard, I., & Schumacher, J. (2006). Est-il possible de prédire l'évolution de la motivation pour le travail scolaire de l'enfance à l'adolescence ? *Revue française de pédagogie. Recherches en éducation*, 155, 21-33.  
<https://journals.openedition.org/rfp/73>

Gurtner, J.-L. (2023, 14 février). L'adolescence re-vue par les neurosciences [cours]. CAS en Neurosciences de l'éducation : fondement et pratiques, Université de Fribourg.

Gurtner, J.-L. (2023, 14 février). La motivation, c'est quoi et ça vient d'où ? [cours]. CAS en Neurosciences de l'éducation : fondement et pratiques, Université de Fribourg.

Jenkins, A. C. (2019). Rethinking Cognitive Load : A Default-Mode Network Perspective. *Trends in Cognitive Sciences* 23 (7).  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31176585/>

Lachaux, J. (2016, mars). Objectif concentration. *Cerveau & Psycho*, 75, pp. 37-44

Lachaux, J. (2017). Pour une maîtrise de l'attention. Dans : Jean-François Marmion éd., *La psychologie aujourd'hui* (pp. 61-64). Auxerre : Éditions Sciences Humaines.  
<https://doi.org/10.3917/sh.marmi.2017.01.0061>

Lachaux, J. (2021, décembre). Se concentrer grâce à son corps. *Cerveau & Psycho*, 138, pp. 82-84

Lachaux, J. (2023, janvier). Pour réviser, éteignez votre cerveau social. *Cerveau & Psycho*, 150, pp. 86-88

Le Bouc, R., Pessiglione, M. (2022, octobre). A neuro-computational account of procrastination behavior. *Nat Commun* 13.  
<https://doi.org/10.1038/s41467-022-33119-w>

Lupien, S. (2016). Déconstruire et reconstruire le stress. *MammouthMagazine*, 13

Neurosapiens (2022, 29 juin). 40 | Celui où on parlait du stress [podcast audio]. Spotify.  
[https://open.spotify.com/episode/1IMGmS9G4zs7ciHaGHAVc6?si=ccaJVHnKSym1ujUbC\\_mBlg](https://open.spotify.com/episode/1IMGmS9G4zs7ciHaGHAVc6?si=ccaJVHnKSym1ujUbC_mBlg)

Neurosapiens (2022, 19 octobre). Action #3 Améliorer sa concentration [podcast audio]. Spotify.  
[https://open.spotify.com/episode/0XAYi0BizdbdW6b8XVWJtO?si=0vhbjZnqTxe77nEPt\\_9tbg](https://open.spotify.com/episode/0XAYi0BizdbdW6b8XVWJtO?si=0vhbjZnqTxe77nEPt_9tbg)

Neurosapiens (2022, 16 novembre). Action #5 Booster sa mémoire de travail [podcast audio]. Spotify.  
<https://open.spotify.com/episode/0pxMzs5QbQPEUoHUAWFicv?si=ascpXnvfQbehgEjVj3UgnQ>

Neurosapiens (2022, 14 décembre). Action #7 Comment faire du stress votre allié [podcast audio]. Spotify.  
<https://open.spotify.com/episode/2ZOwEZIPGikgzM6ULrP98O?si=prCY4xCjQaS W6nvVR085Vw>

Neurosapiens (2023, 11 janvier). Action #9 Comment ne plus procrastiner [podcast audio]. Spotify.  
<https://open.spotify.com/episode/7ywxgltLhbZFj0VuZtF1OF?si=9x3IKTTeR2WvX G7LIJZTWA>

Neurosapiens (2023, 4 janvier). 50 | Celui où on parlait de la procrastination [podcast audio]. Spotify.

<https://open.spotify.com/episode/1VINzsFMnZF38ohu2goJFA?si=t8cyrLyQRZeag6GwcBJiA>

Neurosapiens (2023, 26 avril). Action #13 Comment mieux apprendre [podcast audio]. Spotify.

<https://open.spotify.com/episode/5oaWkqvpAQIT7ztEXLZ94b?si=7Sv1KqfWQtODWa0wwP6RKw>

OpenAI. (2023). Résumé généré par ChatGPT (Mar 3.5 version) Abstract traduit par ChatGPT (This work explored the possibilities of developing an educational tool based on educational neuroscience to assist GYB students in understanding and overcoming their learning difficulties. Drawing on the PRESENCE model and examining key areas such as stress, motivation, attention, memory, and beliefs, the goal was to develop an effective tool tailored to the specific needs of students. Although the MC'GYB tool is still conceptual, its potential development offers significant prospects for more personalized education. This initiative is part of an ongoing research effort to improve understanding of adolescent brain function and support their academic success. The future of the project depends on its concrete development, in collaboration with GYB students, and subsequent evaluation to determine its real effectiveness and make adjustments based on student needs. This work underscores the increasing importance of integrating educational neuroscience into the design of educational tools tailored to the specific challenges faced by adolescent students.) [Large language model]. <https://chat.openai.com/chat>.

Osiurak, F., Faure, J., Rabeyron, T., Morange, D., Dumet, N., Tapiero, I., Poussin, M., Navarro, J., Reynaud, E., Finkel, A. (2015) Déterminants de la procrastination académique : motivation autodéterminée, estime de soi et degré de maximation. *Pratiques Psychologiques* 21, n°1. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1269176315000024>

Palminteri, S. (2022, décembre). L'optimisme, une erreur utile ? *Cerveau et Psycho*, 149, pp.44-50

Palminteri, S. & Lebreton, M. (2022, mai). The computational roots of positivity and confirmation biases in reinforcement learning. *Trends in Cognitive Sciences* 26(7). <https://doi.org/10.1016/j.tics.2022.04.005>

Pessiglione M. (2014, octobre). Comment le cerveau motive le comportement: du circuit de la récompense au système des valeurs. *Bull Acad Natl Med.* 198(7). <https://www.academie-medecine.fr/wp-content/uploads/2016/03/PAGES-DE-1283-1296.pdf>

Réseau Réussite Montréal (s.d.). Les ingrédients de la motivation et de l'engagement. Consulté le 30 octobre 2023 <https://www.reseautreussitemontreal.ca/>

Rossi, S. (2016). Attention, fonctions exécutives, imagerie cérébrale et TDAH. *Approche Neuropsychologique des Apprentissages chez l'Enfant*, 140, 40-49.

Sauerland, M. (2016, octobre). Surmonter ses blocages. *Cerveau et Psycho* 82

Sauteur, T. (2023). Comment les cerveaux humains encodent-ils leurs propres processus d'apprentissage et de mémorisation et comment la topologie du réseau social élargi d'une personne présente-t-elle des schémas neuronaux similaires à ceux de ses ami-e-s et communautés ? *Cortica* 2(2) <https://doi.org/10.26034/cortica.2023.4208>

Schlüter, C., Fraenz, C., Pinnow, M., Friedrich, P., Güntürkün, O., & Genç, E. (2018) The structural and functional signature of action control. *Psychological Science*, 29 n°10. <https://doi.org/10.1177/0956797618779380>

Sowon, K., Fernandez, S., Terrier, L. (2017). Procrastination, personality traits, and academic performance: When active and passive procrastination tell a different story. *Personality and individual differences*, 108 n°1 <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0191886916312016>

Squire, L. R. (2009, 14 octobre). Memory and Brain Systems: 1969-2009. *Journal of Neuroscience*, 29 (41). <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.3575-09.2009>

Steel, P. (2007). The nature of procrastination: A meta-analytic and theoretical review of quintessential self-regulatory failure. *Psychological Bulletin*, 133 n°1. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.133.1.65>

Topping, K. T. (1996). The Effectiveness of Peer Tutoring in Further and Higher Education: A

Typology and Review of the Literature. Higher Education. 32(3), 321-345

Toscani, P. (2019). Les biais cognitifs : entre nécessité et danger. *Futuribles*, 428, pp. 73-80 · Université de McGill. (sd). *Le Cerveau à Tous les Niveaux*. <https://lecerveau.mcgill.ca/index.php>

Van Den Heuvel, M. P., & Sporns, O. (2011). Rich-club organization of the human connectome. *The Journal of neuroscience : the official journal of the Society for Neuroscience*, 31(44), 15775–15786. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.3539-11.2011>

Vogel, A. C., Power, J. D., Petersen, S. E., & Schlaggar, B. L. (2010). Development of the brain's functional network architecture. *Neuropsychology review*, 20(4), 362–375. <https://doi.org/10.1007/s11065-010-9145-7>

Wagner-Egger, P. (2023, 18 janvier). *Adolescent-es, vie sociale et croyances*. [cours]. CAS en Neurosciences de l'éducation : fondement et pratiques, Université de Fribourg.

Wood, S. E., Green Wood, E., Boyd, D, Hétu, N. (2015). *L'univers de la psychologie*. Montréal : ERPI sciences humaines

Yeager, D.S., Hanselman, P., Walton, G.M. et al. (2019). A national experiment reveals where a growth mindset improves achievement. *Nature*, 573, pp. 364–369. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1466-y>