



Introduire les neurosciences à l'école primaire

*Véronique Cook. CAS en neurosciences de l'éducation, Université de Fribourg.

***Auteure correspondante** : Madame Véronique Cook. veronique.cook@eduf.fr

Citation: Cook, V. (2024). Introduire les neurosciences à l'école primaire. Cortica 3(1) 200-256
<https://doi.org/10.26034/cortica.2024.4833>

Résumé

L'importance des fonctions exécutives pour la réussite scolaire, soulignant leur développement crucial entre 3 et 5 ans, est abordée. Le texte met en lumière la diversité des réactions émotionnelles des élèves en classe et l'impact de ces émotions sur leur succès académique. L'enseignant est présenté comme un acteur clé dans la gestion des émotions en classe. L'enseignement explicite est recommandé pour développer la métacognition des élèves et soutenir leur développement émotionnel et attentionnel. Des méthodologies pratiques sont suggérées, telles que la "boîte calme" et la méthode "être bien pour apprendre". L'importance d'un accompagnement continu et uniforme est soulignée, avec la proposition d'intégrer ces méthodologies dans un projet d'établissement.

Généré par chatGPT

Abstract

The text discusses the importance of executive functions for academic success, emphasizing their crucial development between the ages of 3 and 5. It highlights the diversity of emotional reactions among students in the classroom and the impact of these emotions on their academic achievement. The teacher is presented as a key player in managing emotions in the classroom. Explicit teaching is recommended to develop students' metacognition and support their emotional and attentional development. Practical methodologies are suggested, such as the "quiet box" and the "being well to learn" method. The importance of continuous and consistent support is emphasized, with the proposal to integrate these methodologies into a school-wide project.

Translated by chatGPT

1. Présentation du projet

A la suite des formations continues durant l'été de la HEP, j'ai souhaité approfondir le thème des neurosciences de l'éducation. Au fur et à mesure des thèmes abordés lors du CAS, j'ai pensé qu'il fallait partager les informations avec mes collègues.

Mon quotidien est différent d'une classe normale puisque j'enseigne le français aux élèves primo-arrivants. J'ai des petits groupes d'élèves et mon enseignement est pratiquement de l'enseignement individualisé. Sachant que le quotidien de mes collègues titulaires est différent, je souhaite apporter des éléments concrets et applicables dans leur classe mais surtout en lien avec leur besoin quotidien.

C'est lors d'échanges avec les collègues enseignants titulaires pour établir des projets pédagogiques qu'ils expriment leurs difficultés face aux élèves en général. Des problèmes liés au comportement, à la gestion des émotions, à l'attention. Dès lors, j'ai réfléchi à comment leur transmettre les quelques acquis en neurosciences pour que leur enseignement s'effectue au plus près des besoins de chacun.

La difficulté pour moi a été de choisir la thématique à partager. Toutes me paraissant importantes. J'ai donc élaboré un questionnaire pour obtenir leurs besoins spécifiques en lien avec la thématique des neurosciences, voir annexe A. Plus de la moitié de mes collègues, ont pris le temps de répondre à mon questionnaire.

Ce questionnaire m'a permis de mettre en évidence deux thématiques distinctes : la gestion des émotions et les problèmes d'attention, voir annexe B.

Je vais dans un premier temps présenter le modèle PRESENCE de Cherine Fahim, puis contextualiser le cercle scolaire dans lequel je travaille et terminer en détaillant les thèmes de la gestion émotionnelle et l'attention.

Ensuite, je présenterai les notions qu'il me paraît importants de mettre en avant et présenterai quelques livres en lien avec la théorie et la pratique qui traitent des émotions et de l'attention puis 2 outils/méthodologie qui sont, pour ma part, intéressantes, accessibles et faciles à mettre en place. J'ai également établi un référentiel que je partagerai avec mes collègues s'ils souhaitent approfondir leur connaissance.

2. Modèle PRESENCE

Le modèle PRÉSENCE a été élaboré par C. Fahim (2022a, 2022b, 2023) pour le CAS de neurosciences. Il comporte huit thématiques qui parcourent le fonctionnement cérébral.

Il s'agit de la Prédilection, des Réseaux de neurones, de l'Elagage synaptique 1, de la Synchronisation, de l'Elagage synaptique 2, de la Neuroplasticité et Neurogénèse, de la Conscience Et du libre arbitre.

2.1 Prédilection

Le cerveau est génétiquement et épigénétiquement déterminé. Une grande partie de notre comportement et de la gestion

de nos émotions est héréditaire. Les facteurs génétiques héréditaires varient en fonction de l'état socio-économique et des facteurs de stress ou émotionnels de l'individu (Sternberg, 2012).

Babenko O. et al., relèvent dans l'article paru en 2015 dans le journal *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, que la grossesse pré-programme le développement du cerveau et la santé mentale du fœtus. En effet, les situations de stress vécues par la maman influencent le bon développement du cerveau du bébé. La myélinisation corticale qui est utile dans la communication et le développement des neurones du cerveau du bébé en est affectée. Ceci a été démontré dans l'étude parue dans *Genes, Brain and Behavior* (2019). Les traits de tempérament et les fonctions cognitives sont également héréditaires génétiquement (Bueno, 2019). On peut aisément dire qu'une grande partie de la construction cérébrale se fait avant notre naissance. Toutefois, il est encourageant de constater que le cerveau est capable d'une plasticité étonnante qui lui permet de s'adapter et de se modifier au monde qui l'entoure.

2.2 Réseaux de neurones

Le réseau neuronal est un système extrêmement dense qui nécessite une organisation fonctionnelle et rapide. Pour optimiser les réseaux, le réseau se densifie à certain point stratégique. C'est ce qu'on appelle des centres d'activité ou hubs. Ces points « névralgiques » agissent pour le traitement de l'information et pour la

coordination des fonctions exécutives (Martijn et al., 2011).

En se maturant, le cerveau privilégie trois réseaux plus spécifiques qui seront rapides, fonctionnels et efficaces. Cette favorisation s'effectue en particulier lors des périodes critiques ou sensibles.

C'est à ce moment que le cerveau organise et adapte les différents réseaux pour optimiser son fonctionnement. Trois axes principaux seront ainsi mieux développés et avantagés. Il s'agit du réseau de saillance, du réseau par défaut et du réseau cérébral exécutif. Ils se consolident et s'appuient sur les expériences vécues ainsi que sur les interactions sociales disposées (Paus, 2013). Il est important de relever qu'il y a 2 périodes particulièrement critiques lors du développement cérébral. Il s'agit de la période de la petite enfance et de la période de l'adolescence.

Dans l'enfance, le développement cérébral est surtout axé sensoriel et moteur. Dans l'adolescence, le développement est important pour tout ce qui est émotionnel, social et cognitif. Il faut souligner que lors de ces périodes critiques, le cerveau des jeunes est extrêmement adaptable et flexible. Il est important de faire attention aux situations de stress lors de ces périodes-là.

Comme explicité plus haut, en plus de cette interconnectivité et de synchronicité entre les différentes parties, le cerveau organise trois réseaux puissants qui agissent de manière dépendante l'une de l'autre.

Le réseau de saillance a pour but de déterminer si oui ou non, le cerveau doit faire attention à l'information qu'il reçoit.

Le réseau de mode par défaut s'active lorsqu'on laisse aller nos pensées aller et venir. Il joue un rôle également important dans l'introspection, les émotions et la mémoire.

Le réseau cérébral exécutif permet d'être actif dans nos actions pour s'adapter aux situations nouvelles ou non routinières. Il joue un rôle non négligeable dans la planification, l'inhibition, la mémoire de travail, la résolution de problème et la flexibilité notamment. Ce dernier réseau atteint sa maturité vers l'âge de 25 ans.

Selon Sherman et al. (2014) et Menon (2011), à l'âge de 10 ans, c'est le réseau par défaut qui s'active en premier. Toutefois, en grandissant, les informations seront de plus en plus traitées adéquatement, c'est à dire pouvoir atteindre un objectif à plus long terme, faire abstraction des informations non pertinentes et mieux gérer ses impulsions (Bunge et Wright, 2007).

Les neurotransmetteurs et les neuromodulateurs opèrent un rôle important dans la mise en contact entre les neurones. Ces derniers sont tributaires des facteurs génétiques, épigénétiques et environnementaux comme expliqué plus haut. Selon Fahim (2023), la non-connexion neuronale ou la non-utilisation d'une connexion neuronale active la dégénérescence de cette dernière. Les apprentissages sont donc importants.

Ils modifient les structures neuronales. Ils développent plus de dendrites et davantage des nouvelles connexions en augmentant la taille, la force et les nouvelles formations ainsi que le maintien des connexions en action.

La transmission neuronale varie tout au long de la vie et elle est épigénétique (Bourgeois, 2005). Les transmissions neuronales sont influencées par les expériences de l'individu car elles induisent une réponse neuronale en lien avec les modifications biochimiques et structurales des neurones et des synapses (Fahim, 2023). On peut imaginer la transmission neuronale comme un système de vase communicant.

En effet, quand l'information arrive, celle-ci excite les synapses et une potentialisation à long terme se met en place jusqu'à un moment seuil où la dépression à long terme s'active pour abaisser le niveau de la potentialisation et revenir à un niveau de base correct de fonctionnement.

La LTP, permet ainsi que les synapses soient optimalement fonctionnelles. La LTP libère du glutamate, neurotransmetteur très utile, notamment dans les mécanismes d'apprentissage et de mémorisation. La dépression à long terme LTD s'active et permet de diminuer l'efficacité de la transmission synaptique. Après avoir reçu les informations et l'excitation nécessaire pour passer l'information, la LTD ramènera à zéro l'excitation synaptique. Ce processus intervient au niveau l'hippocampe qui, lui, joue un rôle important dans l'apprentissage et la mémorisation des informations à court terme.

Un dérèglement entre la LTP et la TDP induirait des comportements et des adaptations aux situations variées non appropriés.

2.3 L'élagage synaptique 1

Le cerveau, à la naissance, possède des neurones fonctionnels qui se densifient et s'organisent au fur et à mesure des expériences du jeune enfant. Chaque expérience bénéfique est codifiée et laisse une trace sous forme de circuit dans le cerveau. Durant le développement de l'enfant, on observe également une augmentation du nombre d'épines dendritiques. Ces épines sont importantes car elles permettent les connexions entre les neurones et ainsi la formation de nouveaux réseaux. Il est important de relever que les expériences dites « traumatiques » laissent la même trace sous forme codifiée dans le cerveau. Le manque d'expérience et un environnement socioéconomique diminué ont également des répercussions sur les circuits neuronaux. En effet, un état émotionnel déstabilisé engendre des apprentissages perturbés. (Noble et al., 2012). Comme le dit Fahim (2023), lorsque les voies limbiques sont touchées, les apprentissages le sont également.

Il est fondamental à nouveau de relever que l'impact du stress sur le cerveau lors de la première période sensible est important. Cela affecte les connexions neuronales ainsi que la neurogénèse allant jusqu'à modifier les voies neuronales et l'organisation cérébrale du cerveau (Gunnar et al., 2007).

L'élagage synaptique a pour but d'éliminer les axones non utilisés ou pauvres en connexion afin de contribuer à une optimisation des circuits neuronaux. Les microglies et les astrocytes participent à ce grand nettoyage synaptique. Chez les personnes souffrant d'autisme, cet élagage n'est pas fait de manière optimale puisqu'ils conservent un nombre élevé de synapses. (Neniskyte et Gross, 2017).

2.4 La synchronisation cérébrale

La notion de synchronisation se mesure par les ondes cérébrales émises. La convergence et la synchronie agissent ensemble pour qu'il y ait une harmonie cérébrale. Une mauvaise synchronisation peut avoir un impact sur la mémorisation, l'attention, la prise de décision et d'autres perceptions.

La synchronisation cérébrale s'effectue par le biais d'une convergence. Pour ce faire, le cerveau utilise des « filtres » par lesquels l'information sera évaluée. Le but étant de déterminer si le cerveau doit faire attention ou non à l'information perçue.

Le 1er filtre est celui du plaisir. Ce filtre analyse s'il y a une récompense ou un aspect bénéfique à l'attention à porter. Si oui, l'amygdale et l'hippocampe s'activent et libèrent de la dopamine. C'est une condition essentielle pour qu'il y ait un engagement.

Le 2ème filtre est celui de l'inférence, il s'active si le filtre 1 est suffisamment stimulé. Les aires sensorielles primaires et les aires associatives multisensorielles s'activent à leur tour afin d'émettre des hypothèses.

Le 3ème filtre est celui du mouvement. Il s'appuie sur le filtre 1 et 2 pour donner sa réponse. Il ajuste le besoin ou non d'un mouvement volontaire ou non ou le mouvement du corps en s'appuyant sur le filtre 2 (Gopnik, et al., 2001). Grâce à la contribution des répétitions, ce filtre permet la création et le renforcement des circuits.

Le 4ème filtre est celui de l'imaginaire. Il s'appuie sur nos savoirs pour créer. Il est intéressant de relever que ce filtre s'active également lorsqu'on imagine un événement. (Bourassa et al., 2017).

2.5 L'élagage synaptique 2

Le deuxième élagage a lieu aux alentours de 10-12 ans pour permettre une augmentation de la connectivité entre les aires cérébrales. (Dayan et al., 2011).

Cet élagage ne s'effectue pas au même moment pour les filles que pour les garçons. Giedd et al. mettent en évidence dans leur étude une différence de 2 ans entre les filles et les garçons. A savoir que chez les filles, il débute vers 11-12 ans et chez les garçons vers 12-14 ans. Ils relèvent également que le déclencheur est la puberté. Il est donc en lien avec les taux hormonaux qui changent et n'est donc pas en lien avec l'âge de l'enfant uniquement. L'immaturation préfrontale associée à un système limbique très sensible à cause des hormones de stress et des hormones sexuelles provoquent chez les jeunes des excès d'impulsivité, de recherche de sensation ou des recherches de limite. Cette excessive réactivité aux stimuli

émotionnels et motivationnels est due au fait que le cortex préfrontal n'est pas mature et que l'axe striato-limbique quant à lui fonctionne très bien.

On peut à nouveau compter sur la plasticité cérébrale pour organiser les réseaux selon ses expériences vécues. Kato et al. (2019) établissent un lien entre les activités vécues et la myélinisation. Elles sont dépendantes l'une de l'autre. En effet, l'apprentissage et la formation augmentent l'activité neuronale qui favorisent la myélinisation. Cela donne lieu à la création d'une meilleure vitesse de conduction et de traitement de l'information. Il est donc important de continuer à offrir de la curiosité, de l'attention et du plaisir à ces jeunes en pleine réorganisation cérébrale.

2.6 La neuroplasticité, la neurogénèse et les réserves cognitives

La neuroplasticité est une particularité importante du cerveau qui lui permet de se modifier, de s'adapter à la vie. Elle est particulièrement présente lors des périodes sensibles, vers 4-5 ans et 11-14 ans (Fahim, 2023). A noter qu'elle est présente par ailleurs tout au long de la vie.

Lei et al. (2019) ont mis en évidence la capacité du cerveau à fabriquer des nouveaux neurones à partir des cellules souches. Ces derniers ont la capacité de s'intégrer aux réseaux existants. Selon Jacobs and al. (2000), le stress et la libération d'un surplus de glucocorticoïdes entraînent malheureusement la suppression de la neurogénèse. Toutefois,

ils notent que l'augmentation de la sérotonine par un suivi thérapeutique ou une neuroéducation entrainerait une augmentation de la neurogénèse dans l'hippocampe. Malgré les difficultés et avec de l'aide appropriée, il est possible de modifier les structures cérébrales de l'individu.

Les réserves cognitives se construisent à travers l'éducation, l'alimentation correcte et un niveau socio-économique adéquat (Michel et al., 2009). On peut relever aussi que le bilinguisme agit également sur la neuroplasticité et permet d'assurer la réserve cognitive (Gallo et al., 2020). D'où l'importance de promouvoir une bonne hygiène de vie, la curiosité et le plurilinguisme et cela tout au long d'une vie.

2.7 LA CONSCIENCE

La conscience se trouve dans le cortex cérébral (Fahim, 2023). Elle est mesurable par les différentes ondes cérébrales qui parcourent le cerveau. Celles-ci induisent une prise de conscience qui peut être variable. Comme dit précédemment, il existe plusieurs types d'ondes qui parcourent le cerveau et qui sont propices à certaines actions spécifiques. Les ondes Delta sont responsables du sommeil profond, les ondes Theta sont responsables du sommeil léger, les ondes Alpha sont responsables de l'état de veille en mode détendu et relaxé, les ondes Beta sont responsables de l'état de vigilance et les ondes Gamma sont responsables de l'hypervigilance (Fahim, 2023).

La myéline joue un rôle important dans les processus de conduction, en effet si elle n'est pas suffisamment présente, elle ne permettra pas de coupler deux régions cérébrales. Le couplage s'effectue grâce à l'oscillation qui nécessite une certaine force de conduction. La conduction est dépendante de la couche de myéline. (Steadman et al., 2019).

Le processus d'accès à la conscience s'effectue à travers un stimuli qui est évalué par le filtre attentionnel. Ce filtre juge si les informations reçues sont pertinentes. Si oui, l'information accède à la conscience. Si ce n'est pas le cas, il se peut qu'il engendre une réponse automatique. (Beaulieu et Roberge, 2022)

Relevons que les apprentissages s'organisent et s'enregistrent durant le sommeil. Le réseau du cortex préfrontal et de l'hippocampe s'active durant la nuit. Les troubles du sommeil ne sont donc pas judicieux pour le stockage des informations. L'étude Smedje (2001) met en évidence que 36 % des troubles du comportement sont liés aux troubles du sommeil. Toutefois, il suffit de peu pour inverser cela puisqu'en moins de 48h, dès que l'enfant retrouve une figure d'attachement et qu'il se sent en sécurité, il récupère un sommeil structurel normalisé. (Goldbeter-Merinfeld, 2009).

2.8 Et le libre arbitre

Le libre arbitre se définit comme la pensée consciente d'avoir le choix d'agir ou non. Selon Leisman et al. (2012), celui-ci est

influencé par plusieurs facteurs qui peuvent être internes ou externes.

Toutefois, ce choix est remis en cause par Gomes (2007) puisqu'il dit que le cerveau est déterminé par les gènes mais également par les expériences vécues, qu'elles soient internes ou externes. Cela est dû à une alchimie entre l'environnement et la personnalité de la personne. Donc, selon lui, rien n'est du libre arbitre, tout serait déjà déterminé toutefois pas totalement. Certains comportements sont libres de choix et d'autres peuvent être des réactions automatiques. En conclusion, un comportement dès qu'il est conscient est un comportement dit « libre arbitre ».

On note que même si notre cerveau possède à la naissance les gènes qui influencent notre manière de choisir, nos expériences de vie et nos apprentissages peuvent modifier ou influencer notre manière de penser.

Ce que l'on peut retenir du libre arbitre est que les décisions prises sont liées à un processus cérébral que Libet et al, ont mis en évidence. Qu'il soit construit à partir de notre ADN et de nos expériences de vie et que bien que celui-ci soit complètement conscient, il est précédé par l'activation des neurones spécifiques de l'action qu'on pourrait appeler l'intuition. (Brass et al., 2019)

En résumé, le modèle PRESENCE permet de mieux comprendre le fonctionnement cérébral et ainsi agir de manière plus juste avec nos élèves.

3. Présentation du cercle scolaire d'Estavayer cycle 1 et 2

Le cercle scolaire d'Estavayer regroupe des classes de la 1H à la 8H. Il est composé de 49 classes établies dans plusieurs zones, y compris les villages environnants. Cela représente un total de plus de 900 élèves.

J'enseignais le français aux élèves allophones. Ces derniers sont âgés entre 5 et 12 ans. Les élèves sont regroupés par âges et par groupe de niveau. Les groupes n'excèdent pas 5 élèves au maximum. Estavayer possède une grande communauté portugaise mais également balkanique. Nous avons également quelques élèves réfugiés arrivés d'Afghanistan et de Syrie. J'ai eu la chance de pouvoir enseigner dans des petits groupes, ce qui a rendu mon travail très spécifique puisqu'adapté à chaque élève. Dès lors, il m'a été facile d'observer et d'ajuster mon enseignement à l'élève.

Le CAS en neurosciences m'a permis d'adapter mon enseignement, d'être réflexive dans ma démarche en tenant compte des besoins spécifiques de mes élèves.

Au fur et à mesure, j'ai également eu l'envie de partager ces connaissances avec mes collègues. Afin d'optimiser ce partage et d'être au plus juste de leurs besoins quotidiens, j'ai élaboré un questionnaire. Mes questions étaient orientées de manière à obtenir un état des lieux des classes et des besoins spécifiques en lien avec les difficultés

rencontrées. Il n'est aucunement scientifique car est totalement subjectif. Ce questionnaire a mis en évidence deux thèmes différents pour le cycle 1 et le cycle 2. La gestion des émotions pour le cycle 1 et l'attention pour le cycle 2.

Comme expliqué ci-dessus, mon projet s'inscrit dans l'idée de partager de manière plus ciblée les connaissances acquises lors du CAS en neurosciences, de partager les différents outils reçus et lus pendant l'élaboration de cet écrit. Le tout étant de transmettre quelques points importants, de présenter des livres et des outils, qui pourraient être mis en place dans les classes mais surtout d'ouvrir à la réflexion afin de favoriser des pratiques permettant à chacun d'évoluer dans un environnement propice aux apprentissages.

J'ai donc parcouru la littérature et quelques méthodologies sur ces deux thèmes que je vais présenter ci-dessous.

4. Les émotions

On parle régulièrement des émotions à l'école, sa reconnaissance et l'importance de sa régulation. Dans les librairies, il existe une quantité importante de livres en littérature jeunesse abordant le thème des émotions. Il me paraissait important de comprendre qu'est-ce une émotion, comment elle se développe, qu'elle est son utilité pour avoir un avis avisé sur la question et me permettre de faire des liens explicites pour mon quotidien.

4.1 Qu'est-ce que l'émotion

Le terme émotion en latin « emovere » signifie mouvoir/susciter, mettre en mouvement, ce qui est l'origine du but d'une émotion. L'émotion indique qu'il y a quelque chose d'important auquel on doit faire face. La finalité étant de nous adapter et d'augmenter nos chances de survie. (Medjad et al., 2017).

4.2 Comment se développent les émotions

Au début du 20^{ème} siècle, différentes théories émergent pour postuler que le nouveau-né possède à la naissance quelques émotions primaires, notamment celle du dégoût. Cette émotion est très importante car elle est en lien avec la survie du nouveau-né. Éprouver du dégoût lui permettrait de ne pas manger des aliments toxiques.

Les expressions émotionnelles telles que la colère, la surprise et la joie sont visibles entre 1 et 4 mois de vie, la peur et la timidité quant à elles sont visibles vers 6 mois. Durant les premiers mois, les émotions sont l'expression des facteurs biologiques puis elles se complexifient avec le temps en lien avec la maturation cérébrale. Les récentes recherches (2004) mettent en évidence un système émotionnel déjà en place dans la période embryonnaire. (Baudier, Celeste, 2010).

Bien que l'émotion soit une sensation interne, l'expression des émotions de base se situe au niveau corporel et de manière plus visible sur le visage. Des études ont démontré que l'expression de la peur, de la joie, de la colère,

du dégoût, de la tristesse et de la surprise est pareil partout dans le monde et qu'elles seraient différenciables et notifiables déjà à 2 mois vie. (Baudier, Celeste, 2010).

Tel que l'on peut constater, le nouveau-né naît avec les structures neuronales et l'expression des émotions prêts à l'emploi.

4.3 Quelle est l'utilité de l'émotion

A la naissance, les émotions ont une fonction de communication. Au début, l'expression et le sentiment de l'émotion concordent et cela permet à l'enfant de se faire comprendre. L'expression de la faim ou le fait d'avoir froid provoque des sentiments d'inconfort exprimés par des pleurs. Ils induisent l'intervention de l'adulte afin de répondre à ce besoin. Les premiers sourires quant à eux, permettraient de contribuer au lien d'attachement. Ce lien d'attachement précoce joue un rôle fondamental dans le développement émotionnel et social ultérieur de l'enfant. (Baudier, Celeste, 2010).

C'est en grandissant à travers la socialisation, qu'il va dissocier l'expression de l'émotion du sentiment de l'émotion. L'enfant comprend qu'il peut influencer le comportement de l'autre, puis que certaines émotions sont valorisées alors que d'autres pas du tout. Le processus de régulation de l'émotion est en lien avec l'âge de l'enfant et son entourage social. (Baudier, Celeste, 2010).

En bref, c'est à l'aide de la personne qui prendra soin de lui, qu'il va apprendre à les réguler

4.4 Quel est le lien entre l'attachement, la théorie de l'esprit, l'empathie et les émotions ?

L'émotion à la base est une expression biologique qui permet d'exprimer un inconfort ou qui permet la survie dans un environnement particulier. Le nouveau-né n'a pas la capacité de survivre sans l'aide d'une tierce personne. C'est cette relation particulière qui permet à l'enfant de développer des conditions propices au développement.

Dès la naissance, l'enfant tisse ce lien particulier avec la personne d'attachement, c'est à dire la personne qui s'occupera de lui. John Bowlby a développé la théorie de l'attachement en 1958. Selon lui, il y a 4 sortes d'attachement différents, le sécure, l'évitant/craintif, l'anxieux/fusionnel et le désorganisé/chaotique. L'attachement sécure est le plus courant puisqu'il concerne environ 50-60% des enfants.

L'attachement évitant/craintif représente 25% des enfants. L'attachement anxieux/fusionnel représente 20 % des enfants. L'attachement désorganisé/chaotique représente 5 % des enfants. Ces différentes formes sont dues aux comportements de la maman ou de la figure d'attachement. Plus cette dernière est présente et montre de la bienveillance, plus l'attachement sera sécure.

Toutefois, depuis cette dernière décennie, cette théorie est remise en question puisque le concept de la famille n'est plus identique à celui des années 60.

Les personnes de soins diffèrent de la théorie de base et les études récentes relèvent que les enfants se développent sans troubles augmentés. Le livre « attachement aujourd'hui : parentalité et accueil du jeune enfant » de Blaise Pierrehumbert est intéressant et confronte la théorie de Bowlby aux différents modèles familiaux actuels. La théorie de Bowlby n'est pas complètement à rejeter mais certainement, mérite d'être actualisée.

Le rôle du milieu familial est relativement important pour l'enfant puisque c'est lui qui assure la survie du nouveau-né, qui s'occupe de son développement et de l'initiation aux relations sociales futures. Toutefois, le lien et le milieu familial ne sont pas les seuls éléments jouant un rôle important dans le développement. Le genre, les expériences, les figures d'attachement secondaires, et la génétique sont des éléments qui influencent le type d'attachement. (Pierrehumbert, 2019).

C'est en parallèle du développement du lien que la maturation cognitive se poursuit. Cette maturation se nomme « théorie de l'esprit ». Vers 2 ans, l'enfant est capable d'objectiver les expressions faciales et comprendre l'émotion de l'autre et ce n'est que vers 4-5 ans qu'il est capable de différencier un ressenti d'une expression émotive par exemple en faisant croire qu'il ressent quelque chose alors qu'émotionnellement il exprime autre chose.

L'empathie qui se développe également à ce moment-là, joue un rôle important dans la compréhension des états émotionnels de l'autre. Cette compétence se développe

également au sein des expériences familiales. (Baudier, Celeste, 2010).

En résumé, le lien entre l'attachement, la théorie de l'esprit, l'empathie, la famille, le genre, la génétique et les expériences sont l'interconnexion et s'influencent les uns sur les autres. Ce sont des systèmes qui interagissent ensemble. Si l'un dysfonctionne, des répercussions sur les autres systèmes sont générés.

4.5 Que sont les émotions primaires et secondaires ?

Le développement et la maturité de l'enfant lui permettent de différencier et de nommer les différentes émotions grâce aux interactions avec les adultes. Le champ lexical de l'émotion est large puisque l'on entend notamment parler de sentiments et d'humeur. Pour éclairer cela, Ilios Kostou définit ces mots avec des dimensions différentes :

- **L'émotion** est visible et détectable dans le corps (par dosage d'hormones par exemple) ;
- **Le sentiment** est considéré comme la dimension subjective et cognitive de l'émotion. C'est la perception de l'émotion et de ce qui la cause ;
- **L'humeur** est un état présent en arrière-plan de notre fonctionnement. Elle influence la manière dont nous réagissons.

Il explique également que la notion négative est simplement liée à « son caractère intrinsèquement désagréable ». Les émotions ont toutes une fonction utile puisqu'elles nous

permettent de nous adapter à la situation. (Medjad et al., 2017).

Pour Damasio (1995), il existe deux sortes d'émotion. Les primaires qui sont universelles et innées : la joie, la colère, la peur, la tristesse, le dégoût et la surprise et les émotions secondaires, qui sont une résultante d'un mélange des expériences de vie et d'éducation de l'enfant. Ces dernières utiliseraient les mêmes voies neurologiques que les émotions primaires pour leur expression. Plus tard, il est mis en évidence des émotions d'arrière-plan. Cette troisième dénomination fait état d'émotions dites homéostatiques, celles auxquelles on ne fait pas attention en général, comme la température, et l'activité cardio-vasculaire. Lorsqu'elles font des sensations déplaisantes, c'est qu'elles sont à la recherche de l'homéostasie. On les nomme perceptions internes ou intéroception. De cette façon, la prise de conscience des émotions d'arrière-plan, nous permettrait de vivre en harmonie et d'être réflexif puisqu'il y a prise de conscience lorsqu'il y a quelque chose de déplaisant. (Thommen, 2010).

En résumé, les émotions primaires sont les réactions émotionnelles de base, les émotions secondaires sont plus complexes et dérivent souvent des émotions primaires et les émotions arrière-plan sont les émotions sous-jacentes qui contribuent à notre expérience émotionnelle globale. On peut prétendre que nous sommes des êtres complexes qui sommes capables de réguler et de gérer les émotions. Cette complexité se retrouve

également au niveau cérébral car le système émotionnel ne se situe pas qu'à un endroit spécifique.

4.6 Où se déroule la gestion des émotions dans le cerveau ?

Paul Broca a élaboré le système limbique au début du 19ème siècle. Ce système a été par la suite étudié à de nombreuses reprises pour en définir plusieurs parties distinctes cérébrales touchant cette structure. Il y a l'amygdale, l'hippocampe, le cortex cingulaire antérieur et l'hypothalamus. Le cortex préfrontal est une partie importante également qui joue un rôle important dans l'aspect cognitif de l'émotion.

L'amygdale joue un rôle majeur puisqu'au moindre danger, elle est capable de court-circuiter le système cérébral pour aller droit au but. Pas de perte de temps ainsi. La peur est l'émotion qui nous sauve la vie. Elle est notre grande protectrice.

L'hippocampe se trouve juste à côté des amygdales. Il met en mémoire la situation émotionnelle vécue. Le cerveau peut ainsi trouver une nouvelle stratégie pour échapper à une situation similaire.

Le cortex cingulaire antérieur a pour rôle de calmer l'amygdale et de réduire ainsi son activité. L'hypothalamus gère le système nerveux autonome et régule le pouls, la salive, la transpiration, etc...

Le cortex préfrontal est important dans le contrôle cognitif de l'émotion. Il nous permet d'inhiber l'activation des amygdales si la

situation est sous contrôle. Cela permet un retour à la normale de l'émotion.

En 1938, James Papez se demande quel processus dépend du mécanisme physiologique. Son travail permettra de théoriser le circuit de l'émotion et d'affirmer qu'il ne s'agit pas que d'une partie cérébrale précise mais plusieurs. Ce circuit sera par la suite plus développé par Paul D. MacLean en 1949 qui aboutira à la précision du système limbique. (Wikipédia, 2023).

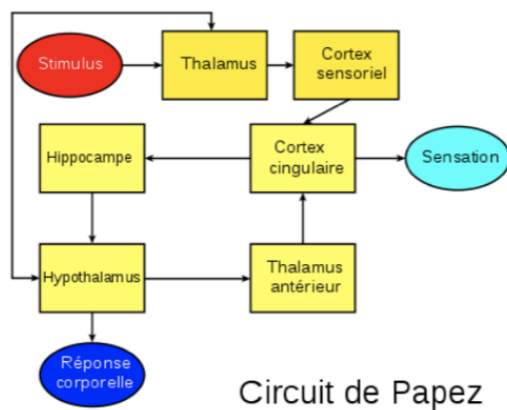


Figure 1 : Circuit de Papez

Ledoux (1997) élabore un autre circuit spécifique, celui de la peur en y intégrant l'amygdale. Plus spécifiquement, deux circuits seront mis en évidence. Un circuit court passant du thalamus à l'amygdale et un circuit long interposant le cortex sensoriel entre le thalamus et l'amygdale. (Lotstra, 2002).

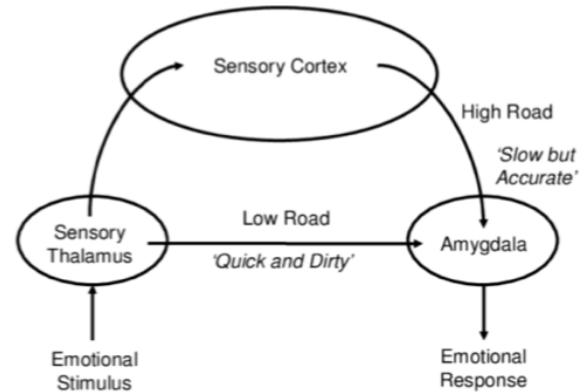


Figure 2 : LeDoux' model for emotional processing (LeDoux, 1996; LeDoux, 2002). In Google (11.09.2023).

Le cerveau de nos jeunes élèves ne permet pas cette totale gestion puisqu'il est encore en construction. Il est donc important de les accompagner en prenant conscience, en comprenant et verbalisant leur propre état. Notre action en verbalisant pour l'autre a pour but de développer l'empathie et les compétences sociales. (Bonnet, 2020).

On retrouve ces différentes parties cérébrales dans cette métaphore de Daniel Siegel (1957), psychiatre américain. Il compare le cerveau à des étages d'une maison. Le sous-sol, la cave, correspond au cerveau des réflexes (l'hypothalamus). Le rez de chaussée, correspond au centre des émotions (l'amygdale). Le 1er étage, correspond au centre de la réflexion (cortex préfrontal). Il schématise l'idée qu'en cas de stress, l'accès au cortex préfrontal n'est plus possible. De ce fait, les décisions rationnelles et réfléchies sont temporairement impossibles.

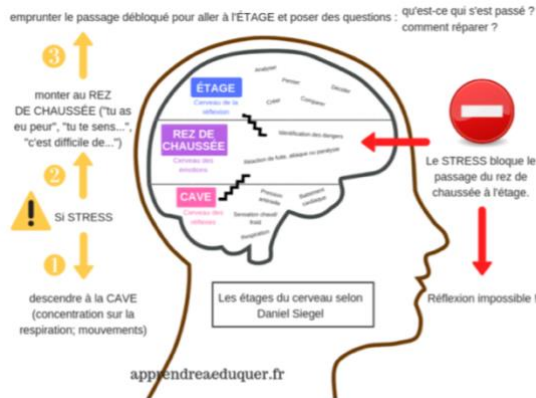


Figure 3 : Les étages du cerveau pour mieux comprendre les réactions émotionnelles des enfants. (28.08.2023). In Safari.

En somme, l'activation d'une émotion passe par plusieurs parties cérébrales avant, de soit activer un processus automatique, soit activer un processus cognitif pour élaborer une stratégie gagnante. Afin de ne pas être submergé par l'émotion, ce processus a besoin d'une régulation.

4.7 Qu'est-ce que la régulation émotionnelle ?

La régulation émotionnelle intervient à la suite d'une stimulation interne ou externe qui provoque une émotion. Cette émotion engendre une cassure entre le sujet et son milieu.

Afin de retrouver un état stable, le sujet va chercher à modifier, supprimer, atténuer, maintenir ou intensifier cette expérience émotionnelle, elle peut s'opérer de manière automatique ou contrôlée. (Pierrehumbert, 2017)

Cette recherche de retour à un état neutre s'appelle « la stratégie d'ajustement ».

Logiquement, quand tout va bien, on ne présente aucune stratégie d'ajustement. Les stratégies se mettent en place dès lors que l'émotion ressentie est désagréable ou prend trop de place. C'est à ce moment-là que l'on met en place un processus de régulation. (Thommen, 2010).

La notion d'autorégulation est importante dans la régulation émotionnelle. Elle exige un effort et est volontaire. Ce contrôle conscient se situe dans le cortex préfrontal. Il est donc en lien avec le développement de l'enfant. Toutefois, il n'est pas l'unique facteur de réussite d'une bonne régulation émotionnelle. Les gènes et l'épigénétique sont des facteurs qui influencent également la régulation d'émotion. (Thommen, 2010)

En résumé, la régulation c'est la recherche à un retour neutre. La stratégie d'ajustement peut être automatique ou réfléchie. L'autorégulation est la stratégie d'ajustement réfléchie. Elle est en lien avec le développement de l'enfant mais également avec les gènes et l'épigénétique.

4.8 Comment se développe l'autorégulation ?

À la naissance, le nouveau-né exprime ses insatisfactions, qu'elles soient internes (faim, froid, maux de ventre, etc.) ou externes (bruits, lumière, etc.) par des pleurs. La régulation des cris se fait grâce à l'entourage social. Les manifestations externes se régulent par le fait du développement d'une habitude au stimuli. C'est à dire qu'un stimuli répété aura de moins en moins de réaction. C'est une

adaptation à son environnement afin de ne pas être continuellement stimulé par ce qui l'entoure.

Le développement des fonctions exécutives sont également importantes dans la régulation émotionnelle notamment celle qui gère l'inhibition. Le contrôle de l'inhibition se construit en lien avec le développement de l'enfant. Il se construit dans cette progression :

1. L'enfant est capable de supprimer une réponse automatique ou dominante pour produire une autre réponse.
2. L'enfant est capable de différer la satisfaction d'un désir en retardant le comportement visant à obtenir un objet.
3. L'enfant est capable d'initier une nouvelle réponse qui entre en conflit avec une réponse spontanée, par exemple jeu jour-nuit avec les cartes.
4. L'enfant est capable de produire une réponse uniquement dans une situation et pas dans une autre comme dans le jeu « Jacques a dit »

Ces différentes étapes commencent à se développer entre 18 et 30 mois. C'est à cette période que le petit enfant commence à explorer de manière indépendante son environnement.

Les règles sociales sont instaurées par son environnement social et le cadre engendré lui permettent de construire son autonomie.

C'est à travers les règles sociales que l'expression des émotions est contrôlée et jugée. Typiquement, les crises de colère de l'enfant ne passent pas inaperçues. La colère

est l'une des premières expressions émotionnelles des enfants. Elle est une réaction face à l'insatisfaction d'un désir non obtenu. Un pic a été mis en évidence entre l'âge de 2-3 ans. Avant 2 ans, les colères sont l'expression automatique d'une frustration. C'est le développement du langage et de la coordination motrice qui diminue les colères. Dès 2 ans, l'enfant peut exprimer la colère de manière volontaire pour agir sur son environnement.

L'expression de la peur serait présente également depuis le début du développement de l'enfant. Les peurs permettraient à l'enfant de survivre dans son environnement. Elle est régulée par son entourage mais aussi par un objet transitionnel que l'on nomme « le doudou ». C'est dès l'âge de 7 ans, en lien avec la maturation cognitive, que l'analyse de la situation de la peur permet d'en diminuer l'expression.

La tristesse est difficilement perçue chez les bébés puisqu'elle est attribuée à la perte de quelque chose ou de quelqu'un. La tristesse est une émotion très présente pendant la période de l'adolescence. Les relations sociales, les questions existentielles, les choix d'orientation sont propices à des sentiments de tristesse quand celui-ci n'est pas clair ou atteint. (Thommen, 2010).

En somme, la régulation des émotions est bien complexe. Elle entraîne de la part de l'enfant une recherche d'homéostasie par l'expression des émotions ressenties puis par la suite par l'expression de l'émotion afin d'atteindre ce besoin non assouvi. On notera

que l'entourage a un rôle important dans cette recherche de bien-être. Le réconfort et la sécurité lui permettent d'intérioriser ces émotions et d'en faire une régulation harmonieuse. Le développement cérébral l'aidera à se comporter de façon adéquate.

Lorsque l'on a à faire à de jeunes enfants, notre rôle et de les accompagner dans cette démarche d'apprentissage de régulation. Dans nos classes, nous avons des élèves qui montrent de l'anxiété et ou de la colère et qui peinent à gérer cette émotion envahissante par moment.

4.9 Comment se manifestent les troubles de la régulation émotionnelle ?

Il existe deux catégories de troubles. On parle de troubles intériorisés et de troubles extériorisés.

Les troubles intériorisés sont de l'ordre de troubles anxieux. Reconnaître la peur de l'enfant est un premier pas pour l'aider à la gestion de celle-ci. Les parents sont aussi à considérer dans la peur de l'enfant. En effet, des parents anxieux sont sources d'anxiété auprès de l'enfant.

Les troubles extériorisés sont visibles et souvent de l'ordre du comportement. La régulation portant sur le développement de l'autocontrôle, d'exercer les habiletés sociales et aussi apprendre à exprimer les émotions de manière adéquate permet de diminuer les troubles du comportement. (Thommen, 2010)

4.10 A quel âge l'enfant est capable de reconnaître les émotions ?

A l'âge de 4 ans, l'enfant maîtrise la différenciation des émotions de base telles que la joie, la colère, la peur et la tristesse en les différenciant sur des visages. Il n'est toutefois pas encore capable d'en expliquer les ressentis associés. (Thommen, 2010)

La gestion des émotions n'est pas une tâche totalement innée. Elle implique les notions de la génétique et de l'épigénétique de l'enfant, l'attachement, la théorie de l'esprit et l'empathie, l'autorégulation avec les fonctions exécutives et l'intégration des règles sociales. Pour la majorité, ils s'acquièrent avec la maturation du cerveau et par l'accompagnement des adultes.

4.11 Synthèse des notions des émotions

La gestion émotionnelle est relativement complexe et comprend autant les atouts de l'enfant (génétique) que son environnement (épigénétique, environnement familial et social). On s'aperçoit que finalement, la part interne de la gestion émotionnelle est moindre en comparaison des impacts qu'ont les systèmes entourant l'enfant. Notre rôle en qualité d'enseignant est donc important.

Dans l'enseignement obligatoire, la part consacrée aux apprentissages des émotions est définie dans le plan d'études romand, dans le domaine de la formation générale, sous « santé et bien-être ».

Cycle 1 = 1-4H

FG 12 - Reconnaître ses besoins fondamentaux en matière de santé et ses possibilités d'action pour y répondre

2. ... en identifiant des émotions en situation scolaire et en développant un vocabulaire spécifique. Identification de diverses émotions (*joie, tristesse, colère et peur*) et de quelques sentiments (*gaieté, satisfaction, ...*)

On s'aperçoit rapidement que l'objectif à atteindre est bien succinct en comparaison à la complexité et à la non maîtrise de cel

Notre mode de vie a évolué. Le numérique fait partie de notre quotidien et il prend parfois beaucoup de place. La question de l'attachement sécure en lien avec l'utilisation du numérique évoque déjà quelques difficultés chez les jeunes enfants (Pierrehumbert, 2017).

La demande des collègues pourrait refléter les prémices d'un développement perturbé par le numérique. La question reste ouverte.

5. L'attention

Les discussions entre les collègues à la pause sont souvent en lien avec les questions d'attention. « Il n'écoute jamais et après il ne sait pas ce qu'il doit faire ! », « Je dois toujours lui demander de se concentrer », « Mes élèves ne sont pas capables d'écouter et de rester longtemps tranquilles ». De plus dans les médias, on parle de plus en plus d'enfants présentant des troubles de l'attention. La

compréhension de l'attention permettrait-elle de mieux accompagner nos élèves ?

5.1 Qu'est-ce que l'attention ?

William James, 1842-1910, psychologue et philosophe, considéré comme l'un des fondateurs de la psychologie américaine, a défini l'attention dans son livre « The Principles of Psychology ainsi « Tout le monde sait ce qu'est l'attention. C'est la prise de possession par l'esprit sous une forme claire et vivante, d'un objet ou d'un train de pensée parmi plusieurs possibles. Son essence est la focalisation, la concentration de la conscience. Elle implique le retrait de certaines choses pour mieux traiter d'autres choses. » ^

On mesure à travers cette définition la complexité de l'attention. Les différents notions imbriquées et l'implication de plusieurs paramètres importants comme la focalisation, la concentration et la prise de conscience sont essentiels pour une bonne attention. (Meilleur, 2020).

5.2 Quel est le dynamisme engendré de l'attention ?

Le cerveau est constamment bombardé par ce qui l'entoure. Les bruits, les odeurs, la vue, le toucher, etc., tout est propice à faire attention. Mais alors comment se fait-il que nous ne faisons pas plus attention à tout ce qui nous entoure, comme ressentir la sensation de nos habits sur notre peau, les bruits extérieurs lorsque la fenêtre est ouverte, le train qui passe à des heures régulières.

Depuis la naissance, le cerveau enregistre et mémorise chaque expérience sensorielle. Les répétitions de ces expériences sont mémorisées et catégorisées.

Certaines d'entre elles ne nécessitent plus d'attention particulière, comme par exemple, la sensation de la montre sur notre poignet ou le bruit de notre respiration. Ces expériences se transforment alors en automatisme. Ce sont les nouvelles situations, les imprévus ou les nouveaux apprentissages qui nécessitent une attention particulière.

L'exploration visuelle opère un tri continu des informations. Le champ visuel est constamment balayé du regard, cela s'appelle les saccades. De temps à autre, le regard se fixe et une prise d'information s'opère de manière inconsciente dans le colliculus supérieur. Les informations arrivées des perceptions sensorielles visuelles ou auditives sont traitées. Il y a une suite successive de perception-action qui s'enchaînent, jusqu'à la finalité nécessaire.

Jean-Philippe Lachaux nomme cela l'équilibre attentionnel. Il utilise une jolie métaphore pour l'illustrer. Il explique que l'attention, c'est comme lorsque l'on marche sur une poutre, il faut sans cesse réévaluer les pas, pour ne pas perdre l'équilibre. Cet équilibre est fragilisé par des forces qui vont agir sur l'équilibre et où il faut sans cesse restabiliser pour ne pas tomber ou perdre le fil de l'attention. Ces forces font appel aux habitudes, qui entraînera une réponse automatique plutôt qu'une autre, à l'utilité générale qui est en lien avec la nécessité et l'utilité ponctuelle qui cherchera

l'utilité par rapport à son intention pour atteindre l'objectif fixé. Ce sont des neurones particuliers qui s'activeront selon le besoin attentionnel du moment. Ils se situent dans le réseau de saillance. (Lachaux, 2015)

En résumé, c'est l'exploration visuelle grâce au balayage du champ visuel que les informations seront traitées au niveau du colliculus supérieur. Les informations auditives possèdent le même cheminement. Puis de manière inconsciente, il y a le dynamisme de la perception-action qui se met en place afin d'apporter l'attention nécessaire au besoin du moment.

5.3 Où se déroule le système de l'attention ?

L'attention est un processus complexe. Il touche plusieurs zones cérébrales. Il n'existe donc pas une zone unique associée à l'attention. Cette complexité vaut la peine de s'y attarder.

Pour bien fonctionner, le cerveau a privilégié 3 réseaux fonctionnels. Le premier réseau est celui du réseau mode par défaut. Ce réseau est actif lorsque l'on est au repos, lorsque l'on laisse aller les pensées sans but précis. Le deuxième réseau est le réseau neuronal exécutif. Sa présence nous permet d'exécuter des comportements précis et nous permet également de garder en mémoire le but de notre action. Il est également en lien avec les fonctions exécutives qui elles, permettent de mener un objectif à terme en tenant compte des décisions à prendre. Le troisième est le réseau neuronal de saillance. Il permet

détecter les stimuli environnants et d'en faire un tri sur l'attention nécessaire à y porter ou non. L'attention est directement en lien avec le système neuronal de saillance. (Fahim, 2023) Michael Posner (né en 1936) chercheur et psychologue américain a élaboré un premier concept de l'attention qui est encore utilisé de nos jours. Le système de l'attention se trouve dans plusieurs parties cérébrales. Selon lui, c'est le réseau de saillance qui s'active en premier. Ce dernier effectue un premier tri de l'information. Puis différentes parties sont activées lors du stimulus. Ces trois parties distinctes se nomment : le réseau de vigilance, le réseau d'orientation et le réseau d'exécution.

Le réseau de vigilance est composé d'une partie principale.

Le locus coeruleus : il gère l'éveil et l'état de vigilance. Les neurones s'activent et libèrent la noradrénaline lors d'un besoin accru d'attention et de vigilance. Cela engendre un éveil général et une amélioration de la capacité d'attention et de traitement de l'information.

Le réseau attentionnel postérieur ou réseau d'orientation quant à lui s'occupe de l'orientation de l'attention. Il est également composé de plusieurs parties.

Le cortex pariétal antérieur est impliqué dans les fonctions cognitives et sensorielles mais aussi dans la perception spatiale, la prise de décision, la mémoire de travail et la coordination des mouvements. Il contribue à diriger l'attention vers des stimuli pertinents et filtre les distractions.

Le pulvinar est une partie du Thalamus qui est impliqué dans l'orientation de l'attention visuelle.

Le colliculus supérieur permet la concentration sur des objets spécifiques dans l'environnement. Il joue un rôle sélectif des stimuli visuels et auditifs qui méritent une attention plus soutenue. Il permet également de réagir rapidement et de manière appropriée aux changements de l'environnement.

Le réseau attentionnel antérieur ou réseau d'exécution est responsable de la détection de la mise en place du bon comportement. Il y a deux parties qui s'en occupent.

Le cortex cingulaire antérieur accomplit beaucoup de tâches telles que : la régulation émotionnelle, la prise de décision, le traitement de la douleur, l'empathie et la motivation, la mémoire et l'apprentissage, l'exploration et la motivation et aussi le contrôle cognitif qui est important pour l'attention. Le contrôle cognitif aide à réguler l'attention et la concentration. Il supprime les interférences. Il est impliqué également dans la gestion des conflits cognitifs et dans le maintien de la concentration sur des tâches spécifiques.

L'aire motrice supplémentaire organise et prévoit les mouvements complexes nécessitant des gestes et une coordination de plusieurs membres. (Perreira Da Silva, 2011)

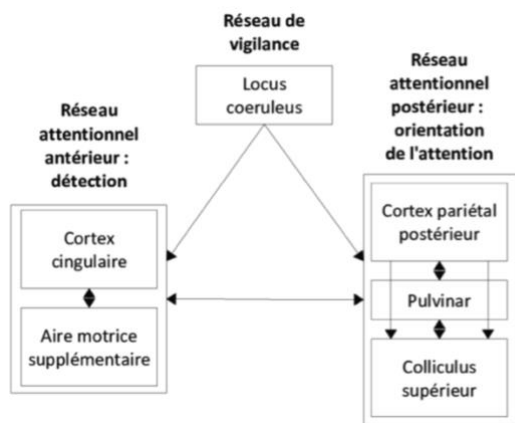


Figure 4 : Modèle de l'attention Posner. (01.08.2023). In Google.

Avant la prise de conscience du stimuli, le processus de l'attention engagé correspond au réseau d'orientation décrit par W. Posner. Le stimuli passe par plusieurs filtres et l'information est évaluée pour déterminer le mode d'attention à porter.

Le 1er filtre est celui du plaisir. Ce filtre analyse la récompense ou l'aspect bénéfique possible à l'attention à porter. S'il y a un bénéfice, l'amygdale et l'hippocampe s'activent et libèrent de la dopamine. C'est une condition essentielle pour qu'il y ait un engagement.

Le 2ème filtre est celui de l'inférence, il s'active si le filtre 1 est suffisamment stimulé. Les aires sensorielles primaires et les aires associatives multisensorielles s'activent à leur tour afin d'émettre des hypothèses.

Le 3ème filtre est celui du mouvement. Il s'appuie sur le filtre 1 et 2 pour donner sa réponse. Il ajuste le besoin ou non d'un mouvement volontaire ou non ou le mouvement du corps en s'appuyant sur le filtre 2 (Gopnik, et al., 2001). Grâce à la contribution

des répétitions, ce filtre permet la création et le renforcement des circuits.

Le 4ème filtre est celui de l'imaginaire. Il s'appuie sur nos savoirs pour créer. Il est intéressant de relever que ce filtre s'active également lorsqu'on imagine un événement. (Bourassa et al., 2017).

La convergence et la synchronie agissent pour qu'il y ait une synchronisation cérébrale. Une mauvaise synchronisation peut avoir un impact sur la mémorisation, l'attention, la prise de décision ou d'autres perceptions. Une fois cette conscientisation effectuée, c'est le réseau du contrôle exécutif qui se met en place. A ce stade, la réponse au stimuli peut être de l'ordre de l'automatisme ou réfléchi.

A. Caron dans son livre évoque le modèle des systèmes 1 et 2 de Daniel Kahneman. Le système 1 est la pensée rapide et automatique du cerveau.

Elle est nettement moins coûteuse en énergie que le système 2 qui lui, demande un effort plus conséquent mais est nettement plus fiable que le système 1.

Olivier Houdé met quant à lui en évidence un 3ème système qui viendra bloquer le système 1 pour permettre au système 2 de fonctionner. Ce 3ème système se situe au niveau des lobes frontaux et des fonctions exécutives notamment l'inhibition. Ce dernier commence à se mettre en place vers 6-7 ans et continuera de se développer avec le cortex préfrontal.

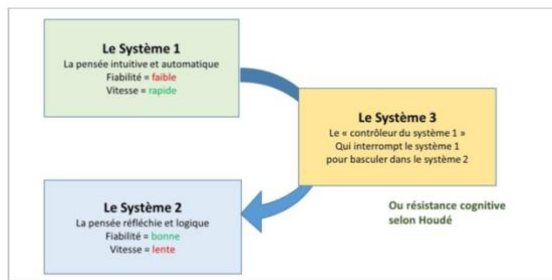


Figure 5 : Système 1 système 2 système 3. (15.08.2023). In Google.

Le contrôleur du système 3 s'apparente au contrôle cognitif. Il se construit avec le développement de l'enfant. La définition d'Alain Caron du contrôle cognitif est « c'est une composante centrale de l'apprentissage, et donc des processus attentionnels.

Il est le processeur central qui coordonne les actions essentielles dans un processus d'analyse et de réflexion nécessaire aux apprentissages demandant un effort plus soutenu. »

Ce mécanisme d'analyse est en lien avec les fonctions exécutives dont les processus cognitifs sont :

- **La planification.** Elle met en place les différentes stratégies pour atteindre l'objectif.
- **L'inhibition.** Il permet de retenir les impulsions ou les automatismes acquis et permet la gestion de l'action et de la pensée.
- **La flexibilité cognitive.** Elle permet de s'adapter à l'imprévu ou à la modification de la stratégie.

- **La régulation émotionnelle.** Elle permet de gérer les émotions et les affects.
- **La mémoire de travail.** Elle permet de garder dans le moment présent l'information à la conscience.

Ces différentes fonctions interagissent ensemble et ne peuvent s'isoler l'une de l'autre. Le développement des fonctions exécutives se fait tout au long de l'enfance jusqu'au début de l'âge adulte, puisqu'elle atteint son apogée aux alentours de 25 ans.

En résumé, un stimuli passera par plusieurs filtres avant d'être traité de manière automatique ou réfléchi. Le réseau de saillance / réseau de vigilance détermine la pertinence ou non de l'information. Le réseau attentionnel postérieur ou réseau d'orientation et le réseau attentionnel antérieur ou réseau d'exécution vont s'activer. L'information est soumise aux 4 filtres (le plaisir, l'inférence, le mouvement, et l'imaginaire). La réponse au stimuli pourra être de l'ordre de l'automatisme ou analytique et logique. Le système inhibiteur est important pour que le système attentionnel soit conscientisé afin que l'action/réponse soit réfléchi. L'inhibition fait partie des fonctions exécutives et il se développe tout au long de la croissance de l'enfant. Sa maturation a lieu vers 25 ans environ.

5.4 Comment se décline l'attention ?

Le cerveau doit traiter une multitude d'information en même temps. La nécessité d'un but pour diriger l'attention est primordiale. Ce but peut s'exercer à la demande et sur

n'importe quelle cible. Toutefois, ce but n'éclaire qu'une chose à la fois et de manière différente. L'attention se décline sous des formes différentes.

Il y a l'attention focalisée. Elle induit un état de concentration soutenu. Dans la littérature, on l'évoque sous le nom de flow qui selon Wikipédia veut dire : « état mental atteint par une personne lorsqu'elle est complètement plongée dans une activité et qu'elle se trouve dans un état maximal de concentration, de plein engagement et de satisfaction dans son accomplissement. » Ce mode attentionnel demande un grand effort cérébral et qu'une fois sorti de cet état, il est plus difficile de revenir à cet état initial.

L'attention sélective est un autre paramètre important de l'attention. En effet, pour se focaliser sur une tâche, il est nécessaire d'inhiber les choses qui ne seront pas utiles à la tâche à effectuer.

Elle peut être sélective endogène, lorsque l'individu porte volontairement une attention particulière à quelque chose (lieu, modalité sensorielle, un objet spécifique) ou elle peut être sélective exogène, lorsque l'attention est portée sur un stimulus externe (champ de vision, bruit, odeur).

L'attention alternée/partagée est la capacité de gérer deux informations ou activités différentes en passant de l'une à l'autre ou en même temps, par exemple prendre des notes en regardant une émission. Les personnes qui se disent être multitâches ne le sont en réalité pas. Cette forme d'attention requiert un automatisme d'une des deux tâches

effectuées en parallèle. Elle n'est pas à privilégier car il est difficile pour le cerveau de passer de l'une à l'autre. Elle l'est d'autant plus chez les plus jeunes.

En plus de ses différentes déclinaisons, il faut noter que l'attention est limitée dans le temps. Comme écrit plus haut, l'attention peut selon son mode de fonctionner requérir beaucoup d'énergie et de ce fait elle se limite dans le temps. Plus le temps passe, plus il est difficile pour le cerveau d'inhiber les distracteurs. Pour remédier à cette consommation d'énergie cérébrale, le cervelet joue un rôle important puisqu'il a la capacité d'automatiser les fonctions motrices, ce qui permet d'alléger les autres aires cérébrales pour des nouveaux processus attentionnels.

Il est donc judicieux d'alterner les activités énergivores avec celles qui le sont moins. Les activités de manipulation sont pertinentes puisqu'elles engagent l'individu dans une attention autocentrée. (Bonnet, 2020).

En résumé, l'attention se décline en plusieurs modalités, focalisée, sélective, alternée/partagée. Elle est limitée dans le temps. Les tâches automatisées requièrent moins d'attention grâce au cervelet. Il est donc primordial d'automatiser certains apprentissages qui requièrent de l'attention afin de laisser à nouveau de la place pour de nouvelles tâches.

5.5 Que faire pour que l'attention de nos élèves du cycle 1 et 2 soit optimale ?

Le développement des fonctions exécutives prend du temps. A Caron souligne l'importance du rôle de l'enseignant lors de son enseignement. Il préconise l'utilisation d'un enseignement explicite qui favorise une meilleure réussite scolaire.

Gauthier, Bissonnette et Richard (2007) relèvent également que la réussite scolaire est influencée par l'enseignant, la gestion de classe, l'apprentissage des élèves et l'utilisation des processus cognitifs et métacognitifs en classe.

L'enseignement explicite rend actif le cerveau de l'élève car il est régulièrement centré sur la tâche à effectuer. La stratégie utilisée est relativement simple :

1. montrer et illustrer comment faire et faire avec lui
2. le laisser ensuite expérimenter par une pratique autonome
3. finalement démontrer par lui-même aux autres comment il procède.

L'idée est de comme décrit plus haut, « s'arrêter avant d'effectuer la tâche (système 3 se met en place), pour que l'élève ne se mette pas en mode pensée automatique (système 1) et ainsi mettre en place la meilleure stratégie possible pour effectuer la tâche en utilisant ses fonctions exécutives (système 2). (Caron,2019). Pour se faire, la méthodologie basée sur l'expression : arrête, observe et agis qui se veut être un chemin pour atteindre la **métacognition**.

Arrête : l'idée est de stopper les automatismes et de recentrer son attention sur la tâche à effectuer. **Le contrôle inhibiteur** est nécessaire dans cette première action pour permettre aux autres processus cognitifs de se mettre en action.

Observe : permet d'observer, d'analyser, de comprendre. C'est le système 2 qui agit à cette étape. Il permet de mettre en place des actions pertinentes pour la suite de la tâche.

Agis : il s'agit là de prendre la décision et d'agir pour une terminer la tâche. (Caron, 2019)

Comme, cela déjà été dit plus haut pour éviter les pensées automatiques, il est nécessaire d'avoir un bon contrôle inhibiteur. Le contrôle cognitif s'apprend et il faut savoir qu'il est un meilleur prédicteur de réussite scolaire que le QI (Gagné, 2015, Rossi, 2015a) (Gagné, P. P. (2015, avril).

Un paramètre également très important est la gestion de la **mémoire de travail** qui selon le groupe Educo, est un incontournable à la réussite scolaire. Une automatisation correcte des procédures scolaires permet de libérer la mémoire de travail et de libérer ainsi de la place pour les nouveaux apprentissages.

Le développement de l'attention ne figure pas en tant que tel dans le plan d'études romand. On le retrouve dans les capacités transversales sous la thématique « stratégie d'apprentissage ». « Les Capacités transversales ne sont pas enseignées pour elles-mêmes ; elles sont mobilisées au travers de nombreuses situations contextualisées leur permettant de se développer et d'étendre progressivement leur champ d'application.

Les Capacités transversales sont liées entre elles et sont complémentaires. Elles ne sont pas déclinées en Objectifs d'apprentissages et ne sont pas évaluables pour elles-mêmes. »

On notera que l'attention n'est pas enseignée de manière explicite mais à travers l'enseignement prodigué. L'attention tout comme la gestion des émotions sont complexes, ne sont pas innés et s'acquièrent au fil des expériences et de l'apprentissage.

Comme expliqué plus haut, ils s'inscrivent dans le travail du développement des fonctions exécutives en classe dès le cycle 1, qui permettront à l'élève d'avoir des compétences métacognitives et conduire ainsi à une bonne réussite scolaire.

En résumé, l'enseignant doit faire preuve de réflexibilité afin de favoriser l'attention de ses élèves. On notera la complexité et les notions qui y sont impliquées. Plusieurs ingrédients sont indispensables pour favoriser l'attention, le contexte, les préférences et les nouveautés attirent l'attention. La meilleure optimisation pédagogique tout de même est celle où l'individu génère lui-même son attention. Un enseignement explicite favorise une meilleure attention. L'inhibition et la mémoire de travail sont également des éléments importants au système attentionnel de l'élève. Ils doivent être exercés tout au long de la scolarité afin de se développer au mieux car ne sont pas innés.

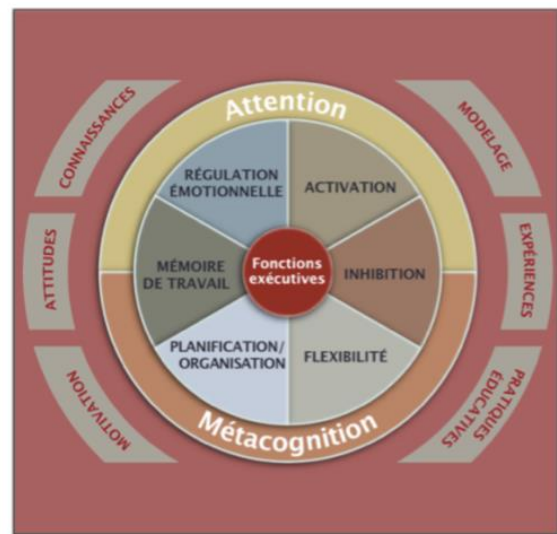




Figure 6 : Les fonctions exécutives

6. Liste des livres et méthodologies

6.1 Sélection des livres intéressants

Pendant la formation du CAS mais également à la bibliothèque de la HEP de Fribourg, j'ai eu accès des livres très intéressants dont certains proposent des pistes d'actions concrètes ou du matériel à télécharger. Il me semblait intéressant de partager les livres qui m'ont le plus parlé.

Thème	Outils	Cycles	Mon avis
 Merci aux enseignants flexibles pour leurs enseignements	Synthétique et explicite Gestion des émotions : oui Attention : oui	Des pistes +++ et des outils ++ à télécharger	1 et 2 C'est mon coup de cœur. Il donne également des outils pour notre posture d'enseignant.
 Comment développer les fonctions exécutives dans le fondamental ?	Explicite Gestion des émotions : oui Attention : oui	Des pistes +++ et des outils à télécharger ++	1 et 2 C'est mon deuxième coup de cœur. Il donne des pistes et des outils à télécharger
 L'attention ça s'apprend !	Théorique +++ Explicite et adapté. Gestion des émotions : non Attention : oui	Quelques liens vidéos	2 Ce livre est vraiment génial. Une trentaine d'affirmations sont explicites et argumentées et font le lien avec la vie de tous les jours. A la fin, une note explicative pour l'utilisation de la méthode Atole.
 Les neurosciences cognitives dans la classe	Théorique ++ Gestion des émotions : 2 pages. Attention : oui	Des pistes +	2 Ce livre est théorique. Il donne quelques pistes à la fin à mettre en place.
 100 idées pour développer la mémoire des enfants	Théorie sur le thème de la mémoire Gestion des émotions : abordé dans les troubles de la mémoire et l'anxiété Attention : abordé dans mémoire et trouble déficitaire de l'attention	Quelques pistes	Plutôt cycle 2 Il aborde le développement de la mémoire chez le jeune enfant. Ce livre permet une meilleure compréhension du thème de la mémoire avec un apport théorique explicite.

 100 Milliards de neurones.	Gestion des émotions : oui Attention : oui	Des pistes check-lists pour l'élève à photocopier	Cycle 2	Petit guide sympa avec une petite partie théorique, puis des tests ou des outils à mettre en pratique avec une check-list pour retenir les points importants.
 Arrête, observe et agis.	Gestion des émotions : oui Attention : oui	De la théorie, des pistes, des outils à télécharger	Cycle 2	Méthodologie pour travailler les compétences exécutives. Liens théoriques avec des outils pratiques à mettre en place.

7. Méthodologies en lien avec les thèmes des émotions et de l'attention

La HEP de Fribourg possède beaucoup d'ouvrages et de matériel en lien avec les fonctions exécutives, les émotions, l'attention, etc. J'ai eu accès à plusieurs méthodologies en lien avec les deux thèmes et j'ai choisi d'en développer 2 qui me paraissaient intéressantes de mettre en place au cycle 1 et 2.

7.1 La boîte calme

Il s'agit d'une boîte contenant un guide d'accompagnement et du matériel adapté pour les 1-2-3H pour la gestion des émotions. Elle a été créée par « Placote », marque qui appartient aux Éditions Passe-Temps, qui est le plus grand éditeur québécois de matériel scolaire complémentaire. On y trouve du matériel pour les écoles mais également pour les familles.

Contenu :

- 1 guide d'accompagnement
- 1 sablier à bulles
- 1 Affiche A3 « l'intensité de mon émotion »
- 1 Affiche A* « Reconnaître mes émotions »
- 1 Aide-mémoire « Les étapes du retour au calme »
- 1 Fiche « la respiration bedaine »
- 1 Album photo « Mes moments doux »

18 cartes « j'ai besoin de ... »

1 Balle sensorielle

1 Fiche « entretien du sablier »

Le guide d'accompagnement est écrit de manière très accessible. Il contient un bref aspect théorique accompagné d'exemples pratiques, le tout accompagné de pistes pédagogiques. Ce guide est séparé en 2 parties : comprendre les crises chez l'enfant et présentation des outils.

Il y a un aide-mémoire pour l'enseignant pour le guider dans les étapes d'un retour au calme lors d'une émotion envahissante. Ce guide rappelle le bon comportement à adopter de la part de l'enseignant et les outils en lien. Il est très pratique car facile à afficher et à avoir sous les yeux.

Les affiches pour les enfants sont illustrées par des dessins explicites. Typiquement, la force de l'émotion est à comparer avec des animaux de tailles différentes.

Les outils comme le sablier à bulles aspire à la tranquillité. La balle sensorielle également est douce et souple au toucher.

Les activités de retour au calme proposées peuvent se faire de manière tout à fait autonome. Certaines nécessitent une adaptation au lieu de vie par exemple « aller dehors » peut se transformer à « aller dans le vestiaire » et d'autres peuvent se transformer en projet commun. « Écouter de la musique » peut se dérouler sous forme d'un brainstorming et/ou projet de classe pour décider quelle musique est plaisante à écouter. Ces retours au calme nécessitent évidemment d'avoir été expérimentés au

préalable afin que l'enfant connaisse bien les différentes cartes et qu'il puisse choisir, la carte qui lui convient.

Cette boîte a tout à fait sa place en 1-2H et pourquoi pas dans la continuité en 3H.

En résumé, cette boîte accompagne l'enfant à ressentir et nommer ce qui se passe dans son corps, à trouver des stratégies gagnantes pour gérer ses émotions cela avec l'aide bienveillant de l'enseignant.



Source des images :
<https://passetemps.com/petite-enfance/1203-la-boite-calme.html>

7.2 Etre bien pour apprendre, les sciences cognitives en pratique

Il s'agit d'une méthodologie élaborée par deux enseignantes Isabelle Grossetête et Juliette François entourées par des spécialistes d'horizons variés comprenant des pédagogues, une médecin, des chercheurs, une chercheuse en neurosciences et une maître de conférence en psychologie du développement. Cette approche multidisciplinaire est riche. Les apports de chacun en font une approche complète tenant

compte du corps, de l'esprit, du savoir vivre ensemble et de la coopération.

La méthode développe 3 thèmes : les aspects cognitifs, les aspects sociaux-émotionnels et les aspects en lien avec le comportement. Ce sont trois piliers d'apprentissage importants. Ils développent les compétences nécessaires à l'élève pour apprendre à apprendre. Les apports théoriques effectués par des spécialistes permettent de mieux comprendre la thématique. Quelques personnages illustrent les caractéristiques de certaines thématiques.

Les activités proposées sont faciles à mettre en place dans la classe et les formes d'exploitation sont variées (*carte jeux, cartes de relaxation, pictogrammes, « neuro livret » qui accompagne l'élève dans sa démarche réflexive, « neuro quiz » pour se tester et retenir les informations essentielles ...*).

Les aspects cognitifs abordent plus spécifiquement la découverte du cerveau, l'attention, le contrôle cognitif et la flexibilité.

La découverte du cerveau permet de comprendre la fonction du cerveau, sa structure, le rôle qu'il joue dans nos actions. Elle explique ce qu'est un neurone et comment fonctionne un réseau de neurones.

L'attention explique qu'est-ce l'attention focus, la prise de conscience de sa propre attention et offre la possibilité d'expérimenter l'attention divisée.

Le contrôle cognitif permet de comprendre son utilité en classe. L'importance du contrôle inhibiteur est nécessaire pour une attention sélective optimale.

La flexibilité cognitive permet de découvrir sa propre flexibilité.

Les aspects sociaux-émotionnels impliquent la gestion des émotions, le bien-être et les apprentissages.

La gestion des émotions permet de comprendre ses émotions et leur rôle.

Le bien-être et les apprentissages permettent de découvrir son réservoir énergétique et la compréhension du principe de son quota défini.

Les aspects comportementaux travaillent sur la communication et la coopération.

La communication permet de définir les règles de la communication, d'en découvrir les 3 clés et de s'entraîner à argumenter à travers des jeux de conversation.

La coopération développe des compétences pro-sociales en apprenant les outils de la coopération.

En résumé, cette méthodologie propose le développement des compétences variées nécessaires pour instaurer une scolarité où l'on apprend à apprendre et où l'on apprend à se connaître. Les personnages sont associés à un geste facilement reproductible.

Cela est vraiment intéressant car il permet d'avertir un élève parmi les autres sans le stigmatiser oralement. Le geste suffit comme rappel.

Je partage l'avis de ces différents auteurs qu'il est nécessaire d'avoir une approche multidisciplinaire, c'est à dire tenir compte des aspects émotionnels, sociaux et cognitifs.



Source des images : scan de la méthodologie (10.09.2023)

8. Discussion

Le livre de Céline Alvarez confirme la théorie précédemment écrite, un élève qui développe des bonnes fonctions exécutives comme la mémoire de travail, le contrôle inhibiteur et la flexibilité cognitive lui permet de suivre une scolarité dans des bonnes conditions. L'expérience menée dans sa classe a mis en évidence une meilleure performance scolaire et des relations sociales satisfaisantes. C'est lors de la période sensible, entre 3 et 5 ans, que le jeune enfant développe ses fonctions exécutives. Les indicateurs observables sont l'envie de faire seul, une concentration profonde et une grande satisfaction à la fin de l'action. Ces moments sont riches en apprentissage pour l'enfant et il est important de ne pas faire à leur place. L'intelligence se construit à travers toutes ces petites actions qu'il fait de manière autonome. (Alvarez, 2016).

Ces compétences sont étroitement liées également au plaisir d'apprendre à l'école que je ne développerai pas mais qui a retenu mon attention. L'étude de Gläser-Zikuda et Mayring

met en évidence l'interprétation d'une simple consigne par l'enseignant auprès de 20 élèves a été ressentie comme : « plaisante, désespérante, anxiogène, avec fierté, intéressante et voire ennuyante ». Les interprétations sont vécues de manières totalement différentes et voire de manière diamétralement opposée. Les sentiments de fierté et de plaisir amènent à la réussite alors que les sentiments de honte et de reproche amènent à l'échec. Le rôle de l'enseignant est important. Tenir compte des émotions en classe ouvre les champs des possibles et permet la pensée créatrice en favorisant les apprentissages. (Gläser-Zikuda et Mayring, 2004).

Ces différentes lectures, m'ont permis de mieux comprendre que nos jeunes élèves et tout n'est pas encore acquis. Le développement de la gestion émotionnelle et celui de l'attention sont loin d'être terminés.

Les classes sont composées d'élèves ayant des besoins différents les uns des autres. Mon regard d'enseignante a changé. J'ai pris conscience qu'un enseignement explicite est bénéfique pour développer leur métacognition. Les différentes littératures proposées peuvent apporter du soutien en lien avec les demandes de mes collègues. Ils explicitent la théorie et proposent des pistes et des outils mais également offrent la possibilité de revoir notre posture d'enseignant en nous proposant des pistes réflexives.

La boîte calme qui propose des outils pour la gestion émotionnelle est un matériel simple et facile à mettre en place. Il permet de développer la reconnaissance de ses ressentis corporels et ainsi amener à gérer ses émotions de manière adéquate.

Comme dit précédemment, il est nécessaire d'accompagner les élèves dans ces apprentissages et le matériel proposé est adapté pour l'accompagnement du développement de ces compétences pour les cycles 1.

La méthodologie « être bien pour apprendre » développe les aspects cognitifs, les aspects sociaux-émotionnels et les aspects en lien avec le comportement. Elle permet de comprendre, de ressentir et d'acquérir les compétences pour comme le dit le titre de la méthodologie « être bien pour apprendre ». Cette méthodologie est plus appropriée pour le cycle 2 mais avec une adaptation des séquences, qui peut se faire dès la 4H.

Cette recherche sur la gestion des émotions et l'attention a été riche en apport théorique. Cela rend mon quotidien plus compréhensible mais surtout cela rend mon regard encore plus empathique. J'ai réalisé que j'exigeais parfois beaucoup de mes jeunes élèves autant d'un point de vue émotionnel qu'attentionnel.

Cette recherche a mis en évidence pour moi le fait que les jeunes enfants 1-2H ont encore besoin d'un accompagnement pour la gestion émotionnelle. Que celle-ci n'est pas innée et

bien que cet apprentissage est effectué généralement au sein de la famille, l'école a un rôle majeur à jouer. C'est également de même pour le thème de l'attention, celui-ci doit être accompagné, guidé et enseigné.

Ces apprentissages, je les ai effectués avec eux de manière intuitive, au coup par coup mais rarement sous forme de projet et encore moins sous forme de projet en tenant compte des autres dimensions comme les aspects cognitifs, émotionnels et comportementaux. Certains de mes élèves auraient certainement pu bénéficier d'un enseignement explicite plutôt qu'implicite.

Le message que j'ai envie de transmettre est de pourquoi ne pas envisager un projet d'établissement avec ces deux méthodologies afin que tous les élèves bénéficient de la même base d'accompagnement. Je reste persuadée qu'un enseignement sur du long terme, donc répétitif et avec un message identique pour tous pourrait avoir un effet bénéfique sur l'ensemble du cercle scolaire, autant chez les élèves que pour les collègues.

Notes

Edité par Madame Lisa Azzi, Bachelor en psychologie, département de psychologie clinique et de la santé, lisa.azzi@unifr.ch

Références

Alvarez, C. (2016). Les lois naturelles de l'enfant (édition les arènes). Les arènes.

Beaulieu, D et Roberge, J. (2022) : Idées, recherches et pratiques pédagogiques en enseignement supérieur. VOL. 35, NO 3.

Bonnet, M. C. (2020). Quand le cerveau apprend. ESF sciences humaines.

Bourassa, M., Menot-Martin, M., & Phillion, R. (2017). Chapitre 9. La dimension chimique et ses filtres—Le coin de la réflexion. Neurosciences et éducation: pour apprendre et accompagner,(197-225). Louvain-la-Neuve, Belgique: De Boeck Supérieur.

Bourgeois, J.P. (2005). Synaptogenèse et épigenèse cérébrales, *médecin/sciences*, 21(4), 428-433

Brass, M., Furstenberg, A., & Mele, A. R. (2019). Why neuroscience does not disprove free will. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 102, 251-263.

Bueno D. (2019). Genetics and Learning: How the Genes Influence Educational Attainment. *Frontiers in psychology*, 10, 1622. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2019.01622>

Bunge, S. A., & Wright, S. B. (2007). Neurodevelopmental changes in working memory and cognitive control. *Current opinion in neurobiology*, 17(2), 243-250.

Caron, A. (2019). Arrête, observe et agis: stratégies et outils pour développer les compétences exécutives et méthodologiques des élèves. Chenelière éducation.

Circuit de Papez. (28.08.2023). In Safari. https://fr.wikipedia.org/wiki/Circuit_de_Papez#:~:text=Le%20circuit%20de%20Papez%20e

st,circuit%20dans%20l%27expérience%20émotionnelle

Communication présentée au colloque du groupe Educo, Montréal, Québec. (Rossi, S. (2015a, avril).

Dayan, J., & Guillery-Girard, B. (2011). Conduites adolescentes et développement cérébral: psychanalyse et neurosciences. *adolescence*, 293(3), 479-515. Doi :10.3917/ado.077.0479

Définition du flow. (22.08.2023). In Safari. [https://fr.wikipedia.org/wiki/Flow_\(psychologie\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Flow_(psychologie))

Fahim, C. (2022a). 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. (2022b). PRESENCE d'une Prédisposition : Premier épisode d'une série de huit épisodes sur le cerveau. *Cortica* 1(2) 464- 492 <https://doi.org/10.26034/cortica.2022.3344>

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>

Fahim, C. (2023), PRESENCE module 4, slide 12. Harvard University Center of the developing child

Fahmy, C. F. Amicitia: Les trois liens qui tissent les réseaux neuronaux socio-émotionnels dans le cerveau.

Gallo, F., Myachykov, A., Shtyrov, Y., & Abutalebi, J. (2020). Cognitive and brain reserve in bilinguals: field overview and explanatory mechanisms. *Journal of Cultural Cognitive Science*, 4, 127-143.

Gauthier, C., Bissonnette, S., & Richard, M. (2007). L'enseignement explicite.

Genes, Brain and Behavior, Volume :18, Issue: 4, First published: 05 November 2018, DOI: (10.1111/gbb.12537).

Gläser-Zikuda, M., Mayring, P. (2004). Développer le plaisir d'apprendre à l'école. In *Les émotions à l'école*. Presses de l'Université du Québec.

Giedd, J. N., Blumenthal, J., Jeffries, N. O., Castellanos, F. X., Liu, H., Zijdenbos, A., ... & Rapoport, J. L. (1999). Brain development during childhood and adolescence: a longitudinal MRI study. *Nature neuroscience*, 2(10), 861-863.

Goldbeter-Merinfeld, E. (2009). De la neurobiologie à la psychothérapie. Interview de Boris Cyrulnik. *Cahiers critique de thérapie familiale et de pratiques des réseaux*, 43(2), 17-33. doi :10.3917/ctf.043.0017

Gomes G., (2007), Free will, the self, and the brain. *Behavior Sciences Law*, 25(2):221-34.

Gopnik, A., Sobel, D. M., Schulz, L. E., & Glymour, C. (2001). Causal learning mechanisms in very young children: two-, three-, and four-year-olds infer causal relations from patterns of variation and covariation. *Developmental psychology*, 37(5), 620.

Gunnar, M., & Quevedo, K. (2007). The neurobiology of stress and development. *Annu. Rev. Psychol.*, 58, 145-173.

Houdé O. (2014). *Apprendre à résister*. Le Pommier. Paris - France

Jacobs, B. L., Van Praag, H., & Gage, F. H. (2000). Adult brain neurogenesis and psychiatry: a novel theory of depression. *Molecular psychiatry*, 5(3), 262-269.

Kato, D., & Wake, H. (2019). Activity-dependent myelination. *Myelin: Basic and Clinical Advances*, 43-51.

Lachaux, J.-P. (2020). *L'attention, ça s'apprend. A la découverte du programme ATOLE*. Editions MDI.

Lei, W., Li, W., Ge, L., & Chen, G. (2019). Non-engineered and engineered adult neurogenesis in mammalian brains. *Frontiers in neuroscience*, 13, 131.

Leisman, G., Machado, C., Melillo, R., & Mualem, R. (2012). Intentionality and "free-will" from a neurodevelopmental perspective. *Frontiers in Integrative Neuroscience*, 6, 36.

Lotstra, F. (2002). Le cerveau émotionnel ou la neuroanatomie des émotions. *Cahiers critiques de thérapie familiale et de pratiques de réseaux*, no²⁹, 73-86. <https://doi.org/10.3917/ctf.029.0073>

Mayring Ph. et Gläser-Zikuda M., (2001). « Emotionen in Schule und Unterricht. Gefühle als Triebkräfte sinople Nutzen ». *Lehrerhandbuch*. B, 6.3. Stuttgart, Klett.

Meilleur C. (Analyse de fond) L'attention décryptée. (11.03.2020). [knowledgeOne.ca](https://knowledgeone.ca) <https://knowledgeone.ca/lattention-decryptee/?lang=fr>

Medjad, N., Gil, P., & Lacroix, P. (2017). *Neurolearning: les neurosciences au service de la formation*. Editions Eyrolles.

Michel, J. P., Herrmann, F. R., & Zekry, D. (2009). Rôle de la réserve cérébrale en pathologie cognitive. *Rev Med Suisse*, 5, 2190-4.

Neniskyte, U., & Gross, C. T. (2017). Errant gardeners: glial-cell-dependent synaptic pruning and neurodevelopmental disorders. *Nature Reviews Neuroscience*, 18(11), 658-670.

Noble, K. G., Houston, S. M., Kan, E., & Sowell, E. R. (2012). Neural correlates of socioeconomic status in the developing human brain. *Developmental science*, 15(4), 516-527.

OpenAI. (2023). Résumé généré par ChatGPT (Mar 3.5 version) Abstract traduit par ChatGPT (The text discusses the importance of executive functions for academic success, emphasizing their crucial development between the ages of 3 and 5. It highlights the diversity of emotional reactions among students in the classroom and the impact of these emotions on their academic achievement. The teacher is presented as a key player in managing emotions in the classroom. Explicit teaching is recommended to develop students' metacognition and support their emotional and attentional development. Practical methodologies are suggested, such as the "quiet box" and the "being well to learn" method. The importance of continuous and consistent support is emphasized, with the proposal to integrate these methodologies into a school-wide project.) [Large language model]. <https://chat.openai.com/chat>.

Paus, T. (2013). How environment and genes shape the adolescent brain. *Hormones and Behavior*, 64(2), 195-202.

Perreira Da Silva, M. (2011). *Modèle computationnel d'attention pour la vision adaptative* (Thèse de doctorat, Université de la Rochelle). https://theses.hal.science/tel-00573844/file/ThA_sePerreira-Da-Silva.pdf.

Pierrehumbert, B. (2019). *L'attachement aujourd'hui : parentalité et accueil du jeune enfant*.

Plan d'Etudes Romand, (11.09.2023). <https://portail.ciip.ch/per/domains>

Sherman, L.E., et al. (2014). Menon, V. (2011). Large-scale brain networks and psychopathology: a unifying triple network model. *Trends in cognitive sciences*, 15(10), 483-506.

Steadman, P. E., et al. (2019) Disruption of oligodendrogenesis impairs memory consolidation in adult mice. *Neuron* 105, 1-15.

Sternberg, R. (2012). Intelligence. *Dialogues Clinical Neuroscience*, 14 (1), 19-27.