

Licence : Creative Commons 4.0 

De la théorie à la pratique : Transmettre les points clefs en neurosciences de l'éducation aux maîtres socioprofessionnels qui accompagnent de jeunes adultes avec une déficience intellectuelle

Emmanuelle Leonard

Centre de formation pour jeunes adultes (FOVAHM)

Correspondance : Emmanuelle Leonard FOVAHM Centre de formation pour jeunes adultes Rue de l'Industrie 10 1950 Sion Email : emmanuelle.leonard@fovahm.ch

Note de l'auteur : Cet article découle du travail de CAS en neurosciences de l'éducation de l'Université de Fribourg 2020-2021

Citation : Leonard, E. (2022). De la théorie à la pratique : Transmettre les points clefs aux maîtres socioprofessionnels qui accompagnent de jeunes adultes avec une déficience intellectuelle. *Cortica* 1 (2), 295-318. <https://doi.org/10.26034/cortica.2022.3143>

Résumé

Ce projet « Cortica Incubateur » a comme objectifs de transmettre les fondements des neurosciences de l'éducation et d'apporter des éclairages pratiques aux personnels qui accompagnent les jeunes adultes avec une déficience intellectuelle dans leur quotidien au Centre de formation pour jeunes adultes (FOVAHM) en Suisse. Ces éclairages permettront à l'équipe des maîtres socioprofessionnels d'identifier la médiation propice aux apprentissages. L'ambition est d'enrichir les compétences sociales et émotionnelles en adaptant les programmes théorico-pratiques issus du CAS en neurosciences de l'éducation de l'Université

de Fribourg au monde MIO[©], TéCööl[©] et Go/Nogo[©]. La traduction de ces programme à la méthode du Facile à Lire et à Comprendre (FALC) et l'adaptation à un tableau interactif permettra l'apprentissage de façon plus engageante. Nous proposerons une approche intégrée des pistes d'intervention auprès des maîtres socio-professionnels œuvrant auprès d'une population neuro-atypique. Relevons par ailleurs qu'afin de soutenir les apprentissages de la théorie de l'esprit et des fonctions exécutives (orientées vers la compréhension des situations socio-émotionnelles), toutes les interventions doivent cibler non seulement les jeunes adultes avec déficience mais aussi leurs parents, leurs enseignants et éducateurs.

Mots clés : fonctions exécutives, théorie de l'esprit, déficience intellectuelle, adolescence, TSA, autisme, cerveau, neuroéducation

Abstract

This "Cortica Incubator" project aims to transmit the foundations of neuroscience, to clarify the notion of executive functions and to provide practical insights to staff who support young adults with intellectual disabilities in their daily lives at the Training Center for young people. adults (FOVAHM) in Switzerland. These insights will allow the team of socio-professional teachers to identify the mediation conducive to learning. The ambition is to enrich social and emotional skills by adapting the TéCööl program. The translation of this program to the Easy to Read and Understand (FALC) method and adapting to an interactive whiteboard will make learning more engaging. In conclusion, we will propose an integrated approach to the avenues of intervention with socio-professional tutors working with a neuro-atypical population. It should also be noted that in order to support learning about the theory of the mind and executive functions (oriented towards understanding socio-emotional situations), all interventions must target not only young adults with disabilities but also their parents, their teachers and educators. The common goal of linking the scientific understanding of how the brain functions (including how the brain learns and adapts) is to bring a certain understanding

of educational best practices. Brain-based education is about the professionalism of knowing why one strategy is used instead of another. The science is based on what we know about how our brain works.

Keywords : executive functions, insights, intellectual disability, ASD, autism, brain, neuroeducation

INTRODUCTION

Ce Cortica Incubateur est un projet visionnaire qui a pour objectif de vulgariser les principaux concepts issus du CAS en neurosciences de l'éducation de l'université de Fribourg auprès des Maîtres Sociaux Professionnels (MSP) œuvrant avec des jeunes adultes souffrant de divers troubles neurodéveloppementaux.

Les connaissances acquises seront les fondements des compétences à développer afin de parachever les outils et les stratégies d'accompagnement. La population visée est des jeunes adultes avec une déficience intellectuelle, des troubles du spectre de l'autisme et/ou des dysphasies et dyspraxies au bénéfice d'une rente AI. Le résultat escompté est que les MSP, ainsi que les jeunes adultes qu'ils accompagnent, puissent augmenter leurs savoirs faire et savoir être de la façon la plus optimale possible.

Les visées principales de ce projet sont :

1. Mettre en avant les concepts et les fondements des neurosciences : réseaux de neurones, élagage synaptique, synchronisation cérébrale.
2. Clarifier les notions de Fonctions Exécutives (FE) et Théorie de l'esprit (TdE), ainsi leur mise en pratique au quotidien.

1. PROBLEMATIQUES CIBLEES

Dans ce Cortica Incubateur, la déficience intellectuelle (DI) est définie au sens de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) ainsi que l'INSERM : «la capacité sensiblement réduite de comprendre une information nouvelle ou complexe et d'apprendre et d'appliquer de nouvelles compétences (*trouble de l'intelligence*). Il s'ensuit une aptitude diminuée à faire face à toute situation de manière indépendante (*trouble du fonctionnement social*), un phénomène qui commence avant l'âge adulte et exerce un effet durable sur le développement. (Petitpierre-Jost; Petitpierre-Jost & Institut national de la santé et de la recherche médicale (France); Petitpierre-Jost et al.). Les limitations significatives du fonctionnement adaptatif sont visibles dans divers secteurs d'aptitudes tels que la communication, les apprentissages scolaires, l'autonomie, la responsabilité individuelle, la vie sociale, le travail, les loisirs, la santé, ou

encore la sécurité (Cudré-Mauroux, 2012; Jecker-Parvex et al., 2007; Lambert, 2002).

Ce projet a comme objectif d'inviter les maîtres socio-professionnels (MSP) à apprivoiser les fondements en neurosciences de l'éducation. Les retombées seront exponentielles pour les MSP ainsi que les jeunes adultes accueillies au sein de la fondation valaisanne en faveur des personnes avec une déficience intellectuelle (FOVAHM).

Il importe de dépasser la description et la classification basées sur de larges tests statistiques comme le test de QI et/ou les diagnostics médicaux et de s'ouvrir à une compréhension des fondements des neurosciences de l'éducation pour les personnes avec une DI. Par exemple, La théorie de l'esprit (TdE, *expliquée plus loin dans l'article*) n'est pas liée au niveau intellectuel (résultats de test de QI) : elle peut tout à fait être perturbée chez les autistes à haut potentiel, mais préservée chez les sujets atteints du syndrome de Down et à déficience intellectuelle (Baron-Cohen, 1989; Yirmiya et al., 1996).

Un autre exemple, assez pertinent, est le fait que les personnes avec DI sont plus sensibles aux fonctions exécutives (FE *expliquée plus loin dans l'article*) en lien avec la cognition sociale, en particulier si elles mettent en jeu la mémoire de travail, la flexibilité mentale ainsi

que la mise à jour de l'information. Il est donc difficile de juger si le déficit se situe du côté de la cognition sociale ou des seules FE.

Ces deux exemples illustrent bien l'importance de concilier les connaissances des MSP avec certaines notions issues des neurosciences de l'éducation. De même, une pléthore d'études, dans la même lignée, appelle à cette conciliation (Begenisic et al., 2015; Bruer, 1999; Casanova et al., 2014; Dong & Greenough, 2004; Favero et al., 2014; Fernandez & Garner, 2007; Gonzalez-Monge et al., 2009; Goswami, 2006; Hirsh-Pasek & Bruer, 2007; Howard-Jones, 2008; Jensen, 2008; Katzir & Pare-Blagojev, 2006; Kelleher & Whitman, 2018; Meng et al., 2005; Nadeau et al., 2020; Novak & Morgan, 2019; Tommerdahl, 2010; Varma et al., 2008)

Les concepts issus des neurosciences de l'éducation et revus par Cherine Fahim dans son modèle PRESENCE (Fahim, 2022) : prédisposition génétique et non déterminisme épigénétique ; réseaux de neurones, neuroplasticité ; neurogenèse ; conscience et réserves cognitives sont porteur d'espoirs. Notamment, si ces concepts sont apprivoisés par les MSP, il leur sera plus faciles de reconnaître et améliorer les capacités des résidents du FOVAHM essentiellement en ce qui concerne la cognition sociale et les compétences liées au comportement adaptatif, à savoir toutes les fonctionnalités

d'une société comme prendre le bus, reconnaître l'arrêt, savoir ouvrir la porte, utiliser le bancomat, effectuer les achats. Ce message plein d'espoir relevé par Cherine Fahim, à savoir que la nature est généreuse et n'a pas voulu que nous soyons prédéterminés. En s'appuyant sur ces concepts, il me semble que malgré les difficultés de la population que nous accueillons, il est possible d'accéder à une vie indépendante si nous, en tant qu'accompagnant, utilisons les apports des neurosciences de l'éducation. Les recherches montrent que l'alliance/attachement, la curiosité et le plaisir entraînent la formation de nouvelles synapses et conséquemment l'acquisition de nouvelles connaissances (Ismail et al., 2017).

Un point cardinal à préciser avant d'aller plus loin, nous ne banalisons pas le fait qu'il y a au niveau neuronal anatomique et fonctionnel des altérations dans les DI. Par exemple au niveau du nombre des neurones ou des épines dendritiques qui peuvent se retrouver dans des maladies telles que le syndrome du X-fragile et du trouble du spectre de l'autisme (TSA), ayant comme conséquence au niveau comportemental, que le jeune adulte n'arrive plus à traiter l'information ou l'emmagasiner correctement. Ainsi, cela provoque une perturbation de la logique de construction de la mémoire, cognition sociale incluant TdE et FE. Il y a donc une défaillance des capacités cérébrales précoces chez les enfants avec DI (Castren & Castren, 2014; Kim & Cho, 2014;

Phillips & Pozzo-Miller, 2015). Cependant, ce que nous voulons appuyer est le fait que connaître ces anomalies au niveau anatomique peut nous aider à concevoir des stratégies de remédiation au niveau comportemental auprès de cette population avec DI. Par exemple, il est important d'utiliser un médiateur sensoriel car les ressentis sensoriels sont beaucoup plus amplifiés chez les TSA.

Citons également que leur intérêt puissant pour un domaine particulier ou leurs comportements répétitifs ont plusieurs fonctions comme : surmonter l'anxiété, donner du plaisir, se détendre, rendre la vie plus prévisible et moins incertaine, aider à comprendre le monde physique, créer un monde alternatif, donner un sens de l'identité et passer le temps, faciliter les conversations et montrer les aptitudes intellectuelles. Ces comportements calment relativement la suractivation des neurones et de leurs dendrites. (Sullivan et al., 2014; Takarae & Sweeney, 2017).

2. DÉTERMINATION DES THÈMES PRINCIPAUX EN NEUROSCIENCES DE L'ÉDUCATION AUPRÈS DES MAÎTRES SOCIOPROFESSIONNELS

Pour l'être humain, plusieurs variables sont à la base de son fondement. Il y a l'héritage biologique, les conditions périnatales, les conditions de l'environnement post-natal, ainsi que nous, les intervenants dans l'éducation. Il

est important de se rappeler que l'être humain est constitué de matière en constante évolution depuis sa conception sous l'influence de l'effet tant des gènes que de l'environnement. Il importe de savoir que les processus mentaux, y compris les processus psychologiques complexes sont issus d'opérations se déroulant au niveau du cerveau (Zachlod et al., 2022). Pour l'enfant, son cerveau se développe lorsque nous interagissons avec lui. Quoi qu'il en soit, la plasticité neuronale perdure tout au long de la vie, mais il y a des périodes critiques du développement. La croissance et l'organisation des branches axonales et dendritiques deviennent extrêmement sensibles à l'environnement.

Ces périodes sont l'enfance et l'adolescence où opère avec élégance l'élagage synaptique. Pendant ces périodes critiques de développement, le cerveau est extrêmement adaptable et flexible. Les interactions avec l'environnement ont un impact sur le développement des aires limbiques spécialisées dans la régulation du stress, des émotions et des apprentissages (Favero et al., 2014; Ismail et al., 2017; Neniskyte & Gross, 2017; Sowell et al., 2001; Sweatt, 2016; Viana Di Prisco, 1984). Ces études nous encouragent à élucider quelques concepts clés en neurosciences.

2.1. La Neuroplasticité

La neuroplasticité est la capacité du cerveau à s'organiser et à se réorganiser en fonction de l'expérience. La neuroplasticité est un processus complexe qui s'intensifie pendant les périodes sensibles au temps du développement cérébral pré et postnatal et se poursuit, bien qu'à un degré moindre, tout au long de l'adolescence et de l'âge adulte. La neuroplasticité fait référence à la capacité biologique intrinsèquement dynamique du cerveau à subir une maturation, à changer structurellement et fonctionnellement en réponse à l'expérience et à s'adapter à la suite d'une blessure. Le cerveau n'est donc pas figé une fois toutes, mais possède de grandes capacités d'adaptation et de régénération des fonctions. La neuroplasticité est une chance, une propriété intrinsèque du cerveau humain. Elle permet d'échapper aux restrictions de son propre génome et ainsi de s'adapter à l'environnement, aux changements physiologiques et aux expériences (épigéniques) (Neniskyte & Gross, 2017; Sweatt, 2016). Cependant, à retenir, cette neuroplasticité n'est pas sans contrainte ou limite. Avec l'âge les contraintes commencent à se manifester. Dans certains cas de DI les limites sont toujours des obstacles de remédiations cognitives. Néanmoins le cerveau est toujours capable de stratégies compensatoires. L'adage « Use it or lose it » (Berlucchi & Buchtel, 2009; Brown et al., 2021; Hebb, 1959; Sweatt, 2016) illustré par l'expérience avec le chat qui est privé de son œil est saisissant et interroge (Kandel, 2009,

2014). C'est donc à l'inverse du déterminisme génétique, la neuroplasticité implique diversité et singularité. Il est intéressant de noter qu'il y a des périodes critiques (enfance et adolescence) pour la neuroplasticité, mais que le cerveau humain est capable de neuroplasticité de la naissance jusqu'à la mort (Bethlehem et al., 2022; Eriksson et al., 1998; Kronenberg & Klempin, 2020).

La neuroplasticité est en lien étroit avec l'apprentissage. Pour permettre au cerveau d'apprendre, il importe de tenir compte de (Hebb, 1977; Hebb, 1976, 1981, 1983; Hebb & Favreau, 1969; Poldrack, 2010):

- De l'échafaudage : les apprentissages doivent prendre appui sur des réseaux déjà existants
- De l'efficience : les actions répétées renforcent la connexion entre les neurones et permet l'automatisation des processus.
- Du changement de processus : un processus moins mature est abandonné au profit d'un processus différent plus mature.

Pour permettre la neuroplasticité, il faut des expériences. Donald Hebb dans ses études suggère qu'un environnement enrichi a un impact sur le comportement (Favero et al., 2014; Hebb, 1959; Viana Di Prisco, 1984).

2.2. Les réseaux de neurones et la plasticité synaptique

La zone de contact entre les neurones est les épines dendritiques. Les influx nerveux, donc l'information peut être de force variable. Si l'information est persistante, les neurones vont amplifier le volume pour que la cellule destinataire puisse mieux entendre cette information. A contrario, l'information d'un faible volume sera davantage réduite pour que celui-ci passe inaperçu. Cette plasticité synaptique contribue à l'apprentissage et à la mémorisation au sein des réseaux de neurones (Alcaro et al., 2007; Andersen & Cui, 2009; Delgado et al., 2008; Kandel, 2001; Sweatt, 2016).

Avec un petit retour vers le passé, on se rappelle que l'éminent Pavlov (1849-1936) a montré que les chiens apprennent à saliver au son d'une cloche qui prédit la nourriture. En 1949, Hebb a adopté les règles de l'apprentissage par association comportementales de Pavlov pour expliquer comment les cellules du cerveau acquièrent des connaissances : « Use it or lose it = tu l'utilises ou tu le perds » et « what fires together, wires together = lorsque deux neurones sont excités ensemble, envoyant simultanément des impulsions électriques et chimiques, les connexions entre eux – les synapses – se renforcent et/ou se créent ». Quand cela se produit, l'apprentissage et la mémoire auront lieu.

2.3. La neurogenèse

C'est la capacité de faire naître des nouveaux neurones. Cette capacité se poursuit à l'âge adulte. Cette neurogenèse est particulièrement importante dans l'hippocampe, le striatum et les ventricules. Les interventions thérapeutiques et en neuroéducation augmentent la neurotransmission sérotoninergique et ainsi agissent en augmentant la neurogenèse dans l'hippocampe.

2.4. Les réserves cognitives

Ce sont l'ensemble de caractéristiques qui permettent une certaine compensation et/ou activation d'aires cérébrales supplémentaires (Stern, 2002). Ces réserves peuvent se manifester à travers deux variations. La première est quantitative. Des réserves neuronales qui peuvent tolérer une pathologie ou les aléas dus à l'âge. Ainsi, les personnes ayant une bonne réserve cognitive peuvent manifester une plus grande capacité et efficacité dans l'utilisation des réseaux cérébraux directement impliqués dans la réalisation d'une tâche cognitive en fonction du degré d'exigence de celle-ci. Pour des tâches de difficulté faible à modérée, une bonne réserve cognitive prend donc la forme d'une moindre activation, puisque le réseau est plus efficace, pour un niveau de performance équivalent, ou plus grand. Pour des tâches qui demandent beaucoup plus de mobilisation cognitive, le cerveau d'une

personne ayant une bonne réserve cognitive serait davantage capable d'accroître son niveau d'activation pour répondre à l'augmentation de difficulté de ces tâches.

La deuxième variation de réserve cognitive plutôt dynamique, c'est la compensation neurale. Elle est présente dans la relation qu'entretiennent les réseaux cérébraux recrutés pour réaliser une tâche donnée. Elle se manifeste par une aptitude à modifier les stratégies cognitives permettant d'accomplir une tâche lorsque les régions cérébrales typiquement impliquées dans cette tâche sont touchées. Il s'agit ici d'une compensation par le recrutement de réseaux cérébraux alternatifs.

Ces réserves sont favorisées par des facteurs comme la nutrition, l'éducation, l'intelligence et le niveau socioéconomique, la qualité de l'instruction et l'assiduité du suivi scolaire (de Rooij, 2022; Panico et al., 2022; Preziosa et al., 2022). A contrario, les facteurs tels que la sous nutrition pendant la période de grossesse, le petit poids de naissance, le manque de liens d'attachement, la croissance ralentie pendant les deux premières années de la vie et un faible niveau socio-économique de la famille pendant le développement de l'enfant pourraient être des marqueurs d'un développement cérébral non optimum, c'est-à-dire d'un nombre réduit de neurones et de

synapses (Black et al., 2017; Siedlecki et al., 2009; Stern, 2009).

2.5. La synchronisation cérébrale

Afin que la neuroplasticité opère, les réseaux de neurones s'orchestrent, la neurogenèse se crée, les réserves cognitives se maintiennent, et la synchronisation cérébrale doit se produire. Durant le développement du cerveau, la synchronisation cérébrale des réseaux de neurones est l'une des meilleures alliées pour l'apprentissage et la mémoire (Gmehlin et al., 2011).

2.5.1. La synchronisation cérébrale est très importante en neuroéducation car :

- L'apprentissage de toute tâche complexe et son exécution impliquent le fonctionnement coordonné de nombreux neurones différents dans diverses régions du cerveau. Cela nécessite que les signaux traversent de grands réseaux neuronaux à une vitesse optimale.
- La gaine de myéline est cruciale pour une transmission optimale. Elle diminue avec l'âge et augmente avec les expériences.
- Les retards dans le cerveau peuvent engendrer des difficultés cognitives et une pensée désorganisée.
- Cette synchronisation permet d'autoréguler les hauts et les bas de la vie entre émotions et cognitions.

2.5.2. Pour bien fonctionner, la synchronisation obéit à :

- La notion de convergence, qui signifie qu'une fonction cognitive se développe à travers l'interaction et la reconfiguration permanente des éléments du réseau et non dans un module cérébral spécifique. La fonction d'une région cérébrale dépend donc du contexte neuronal dans lequel elle intervient. Par exemple, le processus mental de l'inhibition de toute conclusion trop hâtive, analyse des hypothèses, puis synthèse, ensuite l'établissement de liens avec l'histoire de la personne et planification.
- La notion de synchronie rend compte de l'aspect dynamique des interactions entre des régions cérébrales. Par exemple, le processus mental impliqué dans la réalisation d'un body scan pour repérer les zones de tension et les laisser aller.

2.5.3. Il existe trois réseaux, appelés les mousquetaires du cerveau

A. Réseau de saillance : Réseau « à tâches monitrices », régions cingulaire antérieur et insula-temporal, ayant comme fonctions d'identifier les stimuli les plus homéostatiques pour guider le comportement. Il joue un rôle important dans la capture attentionnelle des événements biologiquement et cognitivement pertinents et

dans l'engagement ultérieur d'autres systèmes. Sa fonction est d'identifier les stimuli les plus homéostatiques pour guider le comportement. C'est un réseau très important qui est lié au système de motivation et de récompense.

C'est l'un des réseaux essentiels à l'équilibre interne du cerveau. Chez les personnes avec DI incluant certains TSA, la connectivité du réseau de saillance est liée aux marqueurs cérébraux et comportementaux de la surréactivité sensorielle (Green et al., 2016). Le système nerveux est bombardé en permanence par des stimuli internes et extrapersonnels. L'une des principales priorités consiste à identifier les plus homéostatiquement pertinentes parmi ces innombrables intrants. Cette capacité nécessite un système qui peut intégrer des données sensorielles hautement traitées avec des « marqueurs » viscéraux, autonomes et hédoniques afin que l'organisme puisse décider quoi faire (ou ne pas faire) ensuite (Bechara et al., 2005; Damasio, 1996). Nous proposons que le réseau de saillance décrit ici soit bien adapté à cet effet. Il est construit autour de structures paralimbiques, principalement la dACC et la fronto-insula-orbitale, qui sous-tendent le traitement interoceptif-autonome.

B. Réseau de mode par défaut : Réseau « à tâches au repos », régions cingulaire

postérieurs et frontal, ayant comme fonctions les processus mentaux autoréférentiel, imagination, mémoire autobiographique. Il joue un rôle important dans la surveillance du paysage mental interne. Sa fonction principale est en lien avec les processus mentaux, autoréférentiel, imagination et la mémoire autobiographique. L'exemple est lorsque les enfants s'ennuient, qu'ils se laissent aller, qu'ils jouent seul, qu'ils rêvent.

Les différences dans le réseau du mode par défaut sont les résultats les plus cohérents de la recherche en neuroimagerie dans l'autisme (Bathelt & Geurts, 2021). Des études récentes suggèrent que ce réseau est composé de sous-réseaux liés à différentes fonctions, à savoir la mémoire et la compréhension de l'esprit des autres. Les sous-réseaux du réseau du mode par défaut sont moins différenciés dans l'autisme au milieu de l'enfance par rapport aux neurotypiques. À la fin de l'adolescence, l'organisation du sous-réseau du réseau en mode par défaut est similaire dans les groupes autistes et neurotypiques. Ces résultats fournissent une base pour de futures études visant à déterminer si ce modèle de développement est lié à des améliorations dans l'intégration de la mémoire et de la compréhension sociale à mesure que les enfants autistes grandissent (Bathelt & Geurts, 2021).

C. Réseau exécutif : Réseau « à tâches positives », régions préfrontales et pariétales,

ayant comme fonctions exécutives telles que la mémoire et le comportement axé sur les objectifs. Il joue un rôle clé dans la mémoire de travail et le contrôle cognitif d'ordre supérieur, réguler les changements d'attentions et d'accès aux ressources cognitives générales et spécifiques au domaine.

Sa fonction est en lien principal avec la mémoire et le comportement axé sur les objectifs de surveiller en permanence le contrôle cognitif : l'ensemble des processus ou mécanismes qui permettent de générer et de réguler de façon flexible notre comportement dans un contexte environnemental changeant. Cette surveillance en permanence se déroule grâce aux fonctions exécutives (FE).

Les FE sont un ensemble des processus cognitifs qui permettent à l'individu de réguler intentionnellement sa pensée et ses actions dans l'atteinte d'un but précis (Witt et al., 2021). Ce sont donc des habiletés de haut niveau nécessaires à la réalisation d'un comportement dirigé vers un but. Elles facilitent l'adaptation aux situations nouvelles. Elles interviennent dans : la régulation du comportement et la prise de décision.

Les principaux processus sont :

I. l'inhibition : capacité à contrôler son attention, son comportement, ses pensées et/ou ses émotions afin de surmonter les tentations internes et externes¹. Cette inhibition est un processus du cerveau qui permet de résister aux heuristiques (automatismes) perceptives et cognitives qui court-circuitent le raisonnement efficace. C'est donc un contrôle intentionnel des pensées. Pour comprendre ce processus, il est possible d'illustrer en parlant du jeu très connu : Jacques a dit. Les enfants doivent inhiber l'action à accomplir si la demande n'est pas précédée de Jacques a dit. L'inhibition cognitive contrôle les réactions impulsives et focaliser l'attention sur la tâche attendue. C'est donc une dynamique inverse à l'automatisation. L'inhibition est la capacité à s'empêcher de produire une réponse routinière automatique. Pour apprendre à inhiber, le Msp peut utiliser des activités pédagogiques régulières. Il importe qu'il favorise le jeune adulte à se questionner, à varier les stratégies enseignées, à valoriser l'erreur comme essentielle pour donner accès aux stratégies métacognitives et à mettre en avant le piège à éviter plutôt que le seul rappel de la règle.

II. la mémoire de travail : capacité à mémoriser et à manipuler des informations sur une période de temps limitée. Elle est nécessaire pour faire le lien entre plusieurs

éléments dans le but de les assembler en un tout global ou au contraire pour permettre de les dissocier afin de les organiser de manière différente. Elle est nécessaire à l'organisation spatiale et temporelle. La mémoire de travail est l'atelier du cerveau. Elle est définie comme le maintien d'une information à l'esprit tout en travaillant mentalement avec celle-ci. Il est important d'être conscient que le stress, la fatigue, un état mental inquiet ont une influence sur celle-ci.

Les jeunes adultes que nous accueillons rencontrent souvent des difficultés avec cette mémoire de travail, il y a très certainement un déficit neurodéveloppemental avec un manque de matière blanche.

En se basant sur ces définitions, les MSP doivent prendre en considérations les précautions suivantes :

- Ne pas la surcharger par des consignes trop complexes.
- Donner la priorité au raisonnement
- Proposer une décomposition de la complexité en étapes plus accessibles
- La solliciter de manière cohérente par des supports visuels et auditifs
- Limiter la quantité de textes.

III. La flexibilité mentale et la mise à jour : capacité de changer rapidement de

¹ idem

tâches (alterner entre différentes tâches ou différentes consignes) ou de stratégie et d'analyser l'environnements selon différentes perspectives. La flexibilité cognitive est tributaire de l'inhibition et de la mémoire de travail. En effet, la personne doit être capable d'inhiber certains stimuli internes ou externes afin d'orienter son attention vers d'autres perspectives stockées en mémoire de travail. Il est relevé que faire preuve de flexibilité cognitive permet de mieux s'entendre avec les autres, pour grandir et apprendre en toute sécurité, l'enfant doit donc savoir s'adapter. Cela dépend fortement de la maturation des lobes frontaux. Pour améliorer cette flexibilité, il est bien d'habituer les jeunes adultes à passer rapidement d'une tâche à une autre en verbalisant le changement d'activité, de consigne ou de stratégie si celle qui avait été choisie est inopérante. Il est bien d'une façon générale d'encourager l'émergence d'idées créatrices et innovantes.

IV. La planification : capacité à formuler des hypothèses à partir d'éléments abstraits ou concrets et aussi à organiser ses pensées

Ces différents FE permettent d'atteindre La métacognition : qui est l'ensemble des processus, des pratiques et des connaissances qui permettent de contrôler et d'évaluer ses propres activités cognitives. Elle

intervient avant l'action, mais aussi de manière rétrospective.

Le MSP a un rôle fondamental, il veille à effectuer des régulations pédagogiques appropriées comme l'étayage et les feedbacks sur l'accomplissement de la tâche. Il est intéressant de se baser sur 3 conditions :

- Pouvoir apprendre : condition de compétence disponible
- Vouloir apprendre : condition de motivation
- Pouvoir s'évaluer : condition d'autoévaluation.
- Dans les consignes des tâches, des stratégies de métacognition comme : vérifie bien, attention

La tour de contrôle personnelle pourrait être une métaphore pour décrire les fonctions exécutives. En effet, un jeune adulte doit gérer beaucoup d'information et éviter d'être distrait. C'est donc une mémoire de travail, ajoutée du contrôle des impulsions et une souplesse mentale. Le cortex préfrontal (mature presque vers 25 ans) est responsable pour la fonction exécutive, mais n'est pas seul à agir, il interagit avec toutes les zones du cerveau.

Dans son exposé, Cherine Fahim rajoute à la capacité à réfléchir sur soi et à se surveiller, la capacité à gérer le temps et les priorités, la compréhension des concepts complexes ou abstraits et l'utilisation de stratégies nouvelles.

Il est important de les entraîner pour les améliorer :

- Activités qui entraînent ces fonctions exécutives (ni oui, ni non ou exercice en remédiation)
- Prise de conscience de la nécessité de mobiliser ces fonctions (résister à l'automatisme).

À l'adolescence, les fonctions exécutives continuent de se développer. Les jeunes adultes de notre centre sont sollicités pour communiquer dans différents contextes, à gérer des tâches d'apprentissages, des stages et à réaliser différentes activités. Il importe que les adolescents apprennent à organiser et à planifier leurs tâches et en assurer le suivi, pour cela, les parents et les MSP peuvent y contribuer. Dans le dossier projet Savoir un outil d'évaluation très intéressant pourra être mis en place pour les jeunes adultes de notre centre afin de choisir les interventions plus ciblées. Les fonctions exécutives sont au cœur des apprentissages.

Les aides sont multiples pour développer les fonctions exécutives, attention cela doit s'opérer grâce à des expériences réelles dans la vraie vie qui sont en lien avec les quatre filtres de l'apprentissage (plaisir, inférences, mouvements et imaginaire) :

- Aider les jeunes adultes à planifier des objectifs à court terme et à long terme
- Les soutenir dans la planification, la démarche en étapes en réfléchissant aux obstacles à venir, aux habiletés à développer.
- Les encourager à respecter et suivre le plan établi.
- Encourager l'analyse réflexive, comme par exemple la rédaction d'un journal personnel
- Les aider à prendre conscience des interruptions lorsqu'ils réalisent une tâche, comme par exemple, l'utilisation d'une minuterie pour faire un retour sur les objectifs : est-ce que la tâche que je suis en train de faire me permet d'atteindre l'objectif fixé
- Les aider à diviser en étapes le projet à réaliser
- Créer un échéancier ou un calendrier
- Identifier avec eux les moments importants ou critiques du projet
- Une fois le projet terminé, effectuer un retour sur les points forts et faibles et réfléchir sur les apprentissages réalisés.
- Promouvoir les activités sportives structurées
- Pratiquer le yoga, la méditation
- Les encourager à jouer de la musique et à faire du théâtre
- Recourir à des jeux de stratégie et à des énigmes à résoudre.

Les aménagements, la qualité du climat de la salle, la nature des activités proposées reposent sur l'engagement actif du jeune adulte. Le MSP a une posture bienveillante et sécurisante. Comme mentionné plus haut, il importe aussi de favoriser la concentration avec des activités physiques, de respiration, de relaxation car c'est une aide aux apprentissages.

L'attention a un rôle central dans le développement des fonctions exécutives. Ce concept de l'attention est utilisé de différentes façons suivant les recherches (Albright et al., 2000; DeSerisy et al., 2021; Petersen & Posner, 2012; Posner, 2012, 2016; Posner & Niell, 2019; Posner & Rothbart, 2009, 2018; Posner et al., 2019, 2020; Posner et al., 2014; Posner et al., 2016) :

- Attention soutenue : très utilisée lorsqu'on suit un cours
- Attention sélective : Inhibition d'une partie, permet la flexibilité cognitive
- Attention divisée : partagée
- La vigilance : attention pour tout ce qui se passe

Le fonctionnement exécutif est en lien avec la maturation cérébrale. Pour certains auteurs, le développement du fonctionnement exécutif est en lien avec le maintien du but. Pour que le jeune adulte ne perde pas de vue le but, il

faut des consignes, des images, des éléments surlignés ou encadrés.

3. Pourquoi ces notions en neurosciences de l'éducation sont-elles aussi importantes pour les MSP ?

Selon la définition Suisse <https://www.orientation.ch/dyn/show/1900?id=752> les MSP « maître socioprofessionnel ou la maîtresse socioprofessionnelle » aident les personnes inadaptées ou handicapées physiques, sensorielles, motrices, psychiques, intellectuelles et sociales à effectuer divers gestes et activités professionnelles appropriés et ciblés. Ils les aident à acquérir des capacités professionnelles précises qui favorisent leur épanouissement et leur autonomie. Ils les préparent ainsi à s'intégrer au mieux dans un atelier adapté ou dans le circuit économique ordinaire d'une entreprise.

Leurs principales activités consistent à <https://www.orientation.ch/dyn/show/1900?id=752> :

- Évaluation, observation et planification des tâches
- observer et analyser les capacités de la personne, lui fixer des objectifs précis et lui offrir un programme de travail orienté vers davantage d'autonomie;

- définir de manière détaillée et structurée les modalités de sa prise en charge afin de lui redonner confiance et de l'aider à s'intégrer dans un groupe de travail;
- apprendre des gestes professionnels adaptés au handicap de la personne et aux particularités de l'activité;
- créer une bonne ambiance de travail et développer une dynamique de groupe.

Ainsi, de ce qui précède nous relevons l'importance de concilier entre quelques notions des neurosciences de l'éducation et des MSP qui sont les personnes qui travaillent le plus auprès de la population avec DI.

4. Comment les MSP vont-ils appliquer ces notions ?

I. Le programme MIO (Modèle interne Opérateur) aide à prendre conscience de notre corps afin d'appivoiser les émotions, sentiments, ainsi que les changements physiologiques qui s'y rattachent, d'autoréguler le liens entre émotions et pensées, à s'adapter à l'environnement cognitivo-socio-émotionnel, à se détendre et à gérer le stress via des techniques de yoga des animaux, gratitude, et relaxation (Universität Freiburg Departement für Psychologie).

II. Le programme TéCööl (l'accompagnement par la théorie de l'esprit et les fonctions exécutives)

adapté par Dr. Cherine Fahim 2020 des travaux de Line Massé qui vise la gestion du comportement émotionnel et cognitif via des enseignements sur le cerveau moral, l'empathie, la TdE et les FE afin de développer des relations plus satisfaisantes avec l'entourage (Massé; Massé; Massé, Couture, et al.; Massé, Desbiens, et al.; Massé, Rozon, et al.; Massé, Verret, Boudreault, et al.; Massé, Verret, & Lévesque; Massé, Verret, Verreault, et al.; Nadeau et al., 2020; Plouffe et al.; Verret & Massé).

III. Le programme Go/no-Go (l'accompagnement par la mentalisation et le comportement pro-social) adapté par Dr. Cherine Fahim 2020 qui favorise la mentalisation et la métacognition, ainsi que l'apparition de comportements pro-sociaux afin de diminuer les troubles du comportement (Bethlehem et al., 2022; Cartier & Puentes-Neuman; Curchod-Ruedi et al.; Deslandes & Potvin; Ensink et al., 2015; Fonagy & Bateman, 2016; Fonagy et al., 2016; Gilles et al.; Luyten & Fonagy, 2015; Potvin; Potvin).

5. CONCLUSION

Comprendre les mécanismes des interventions efficaces nous permettra d'identifier des ingrédients actifs communs ou fondamentaux pour favoriser des résultats

optimaux chez les personnes ayant une DI. Dans une revue de la littérature, Sullivan et collègues ont conclu trois caractéristiques clés de l'intervention liées aux mécanismes neuronaux qui peuvent contribuer à l'efficacité des zones déficitaires dans le DI. Ces caractéristiques comprennent (1) le début précoce d'une intervention intensive qui capitalise sur la plasticité du cerveau en attente d'expérience, (2) l'utilisation de stratégies de traitement qui traitent les principaux déficits de cognition sociale en mettant l'accent sur l'engagement social positif et la modulation de l'excitation en lien avec les FE et la TdE. , et (3) la promotion des réseaux de neurones complexes et de leur synchronisation grâce à des approches pédagogiques thématiques, multisensorielles et multidomaines. (Sullivan et al., 2014)

Ce Cortica Incubateur en neurosciences de l'éducation peut amener aux MSP des connaissances dont ils n'avaient pas conscience. Parallèlement à cette connaissance, il offre la possibilité de confirmer ce que certains pensaient intuitivement, comme de prendre du temps, de passer des moments de relaxation avec les jeunes adultes de leur donner la motivation d'apprendre grâce aux filtres du plaisir, de l'inférence, du mouvement et de l'imaginaire. Ainsi, ce qui semblait intuitivement utile, et cela me réjouit, valide de façon objective qu'un environnement stimulant, des techniques de relaxation, de yoga et d'entraînement à la TdE

sont des vrais outils pour le développement de l'apprentissage et des compétences qui agissent réellement dans le cerveau tout en gardant en considération les limites et obstacles liés à chaque individu et chaque DI.

Pour le mot de la fin, j'aimerais juste faire part d'un débat qui nous a animés au FOVAHM lorsque nous avons commencé avec les écrans interactifs et les tablettes, certains MSP étaient convaincus qu'il fallait abandonner le bon vieux crayon, d'autres au contraire. Une discussion avec Dre Fahim m'a permise d'apprendre que les études en neurosciences montrent qu'écrire à la main active des parties du cerveau en lien avec la créativité et l'autocontrôle et que le fait de tapping plutôt le sensori-moteur (Ihara et al., 2021). Les résultats de cette étude suggèrent que les mouvements impliqués dans l'écriture permettent une plus grande mémorisation de nouveaux mots. L'avantage de l'écriture manuscrite sur la dactylographie pourrait également être causé par une humeur plus positive pendant l'apprentissage. Les résultats montrent que l'écriture manuscrite avec un stylo numérique et une tablette peut augmenter la capacité d'apprentissage par rapport à la frappe au clavier une fois que les individus s'y sont habitués. Les deux sont importants et qu'il est bien de varier les supports et les outils afin de mieux cibler les différents réseaux de neurones et les synchroniser ensemble.

Par rapport aux remédiations, dans le cadre de notre centre, nous effectuons la remédiation cognitive, à savoir de la résolution de problèmes avec des jeux sur table ou informatisés, je m'arrête, je regarde, j'écoute (Gagné 2001) et aussi de l'entraînement de l'inhibition en travaillant sur les délais de réponse et sur l'inhibition des distracteurs. La remédiation métacognitive est plus efficace en faisant prendre conscience les mécanismes de son trouble, en expliquant comment la mémoire fonctionne et plus largement l'ensemble de la cognition et aussi d'apprendre à gérer ses ressources attentionnelles. Il est donc prévu comme mentionné dans les finalités de construire un cours sur le cerveau et sur son fonctionnement et ainsi d'entrer progressivement dans la remédiation métacognitive.

« Nous ne voyons pas les choses telles qu'elles sont, nous les voyons telles que nous sommes »

Anaïs Nin (1961)

Référence

- Albright, T. D., Jessell, T. M., Kandel, E. R., & Posner, M. I. (2000). Neural science: a century of progress and the mysteries that remain. *Neuron*, 25 Suppl, S1-55.
[https://doi.org/10.1016/s0896-6273\(00\)80912-5](https://doi.org/10.1016/s0896-6273(00)80912-5)
- Alcaro, A., Huber, R., & Panksepp, J. (2007). Behavioral functions of the mesolimbic dopaminergic system: an affective neuroethological perspective. *Brain Res Rev*, 56(2), 283-321.
<https://doi.org/10.1016/j.brainresrev.2007.07.014>
- Andersen, R. A., & Cui, H. (2009). Intention, action planning, and decision making in parietal-frontal circuits. *Neuron*, 63(5), 568-583.
<https://doi.org/10.1016/j.neuron.2009.08.028>
- Baron-Cohen, S. (1989). The autistic child's theory of mind: a case of specific developmental delay. *J Child Psychol Psychiatry*, 30(2), 285-297.
<https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1989.tb00241.x>
- Bathelt, J., & Geurts, H. M. (2021). Difference in default mode network subsystems in autism across childhood and adolescence. *Autism*, 25(2), 556-565.
<https://doi.org/10.1177/1362361320969258>
- Bechara, A., Damasio, H., Tranel, D., & Damasio, A. R. (2005). The Iowa Gambling Task and the somatic marker hypothesis: some questions and answers. *Trends Cogn Sci*, 9(4), 159-162; discussion 162-154.
<https://doi.org/10.1016/j.tics.2005.02.002>
- Begenisic, T., Sansevero, G., Baroncelli, L., Cioni, G., & Sale, A. (2015). Early environmental therapy rescues brain development in a mouse model of Down syndrome. *Neurobiol Dis*, 82, 409-419.
<https://doi.org/10.1016/j.nbd.2015.07.014>
- Berlucchi, G., & Buchtel, H. A. (2009). Neuronal plasticity: historical roots and evolution of meaning. *Exp Brain Res*, 192(3), 307-319.
<https://doi.org/10.1007/s00221-008-1611-6>
- Bethlehem, R. A. I., Seidlitz, J., White, S. R., Vogel, J. W., Anderson, K. M., Adamson, C., Adler, S., Alexopoulos, G. S., Anagnostou, E., Areces-Gonzalez, A., Astle, D. E., Auyeung, B., Ayub, M., Bae, J., Ball, G., Baron-Cohen, S., Beare, R., Bedford, S. A., Benegal, V., . . . Alexander-Bloch, A. F. (2022). Brain charts for the human lifespan. *Nature*, 604(7906), 525-533.
<https://doi.org/10.1038/s41586-022-04554-y>
- Black, M. M., Walker, S. P., Fernald, L. C. H., Andersen, C. T., DiGirolamo, A. M., Lu, C. L., McCoy, D. C., Fink, G., Shawar, Y. R., Shiffman, J., Devercelli, A. E., Wodon, Q. T., Vargas-Baron, E., Grantham-McGregor, S., & Series, L. E. C. D. (2017). Early childhood development coming of age: science through the life course. *Lancet*, 389(10064), 77-90. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)31389-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)31389-7)
- Brown, R. E., Bligh, T. W. B., & Garden, J. F. (2021). The Hebb Synapse Before Hebb: Theories of Synaptic Function in Learning and Memory Before , With a Discussion of the Long-Lost Synaptic Theory of William McDougall. *Front Behav Neurosci*, 15, 732195.
<https://doi.org/10.3389/fnbeh.2021.732195>
- Bruer, J. T. (1999). In search of ... Brain-based education. *Phi Delta Kappan*, 80(9), 648-+. <Go to ISI>://WOS:000080073300004
- Cartier, S. C., & Puentes-Neuman, G. *L'élève à risque dans l'école d'aujourd'hui : apprentissage, adaptation sociale, intervention et réussite.*
- Casanova, J. R., Nishimura, M., & Swann, J. W. (2014). The effects of early-life seizures on hippocampal dendrite development and later-life learning

- and memory. *Brain Res Bull*, 103, 39-48.
<https://doi.org/10.1016/j.brainresbull.2013.10.004>
- Castren, M. L., & Castren, E. (2014). BDNF in fragile X syndrome. *Neuropharmacology*, 76 Pt C, 729-736.
<https://doi.org/10.1016/j.neuropharm.2013.05.018>
- Cudré-Mauroux, A. (2012). *Le personnel éducatif face aux comportements défis : manuel de gestion du stress dans l'intervention auprès de personnes avec déficiences intellectuelles* (1ère éd. ed.). De Bock.
- Curchod-Ruedi, D., Stephan, P., & Doudin, P.-A. *La santé psychosociale des élèves*.
- Damasio, A. R. (1996). The somatic marker hypothesis and the possible functions of the prefrontal cortex. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*, 351(1346), 1413-1420.
<https://doi.org/10.1098/rstb.1996.0125>
- de Rooij, S. R. (2022). Are Brain and Cognitive Reserve Shaped by Early Life Circumstances? *Frontiers in Neuroscience*, 16.
<https://doi.org/ARTN 825811>
10.3389/fnins.2022.825811
- Delgado, M. R., Li, J., Schiller, D., & Phelps, E. A. (2008). The role of the striatum in aversive learning and aversive prediction errors. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*, 363(1511), 3787-3800.
<https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0161>
- DeSerisy, M., Ramphal, B., Pagliaccio, D., Raffanello, E., Tau, G., Marsh, R., Posner, J., & Margolis, A. E. (2021). Frontoparietal and default mode network connectivity varies with age and intelligence. *Dev Cogn Neurosci*, 48, 100928.
<https://doi.org/10.1016/j.dcn.2021.100928>
- Deslandes, R., & Potvin, P. *Les comportements des parents et les aspirations scolaires des adolescents*.
- Dong, W. K., & Greenough, W. T. (2004). Plasticity of nonneuronal brain tissue: roles in developmental disorders. *Ment Retard Dev Disabil Res Rev*, 10(2), 85-90.
<https://doi.org/10.1002/mrdd.20016>
- Ensink, K., Fonagy, P., Berthelot, N., Normandin, L., & Bernazzani, O. (2015). Response: Behind the closed doors of mentalizing. A commentary on "Another step closer to measuring the ghosts in the nursery: preliminary validation of the Trauma Reflective Functioning Scale". *Front Psychol*, 6, 697.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00697>
- Eriksson, P. S., Perfilieva, E., Bjork-Eriksson, T., Alborn, A. M., Nordborg, C., Peterson, D. A., & Gage, F. H. (1998). Neurogenesis in the adult human hippocampus. *Nat Med*, 4(11), 1313-1317. <https://doi.org/10.1038/3305>
- Fahim, C. (2022). PRESENCE enracinée dans le cerveau par une prédisposition génétique et tissée par l'épigénétique [editorial]. *Cortica*, 1(1), 1-3.
<https://doi.org/https://doi.org/10.26034/cortica.2022.1779>
- Favero, M., Cangiano, A., & Busetto, G. (2014). Hebb-based rules of neural plasticity: are they ubiquitously important for the refinement of synaptic connections in development? *Neuroscientist*, 20(1), 8-14.
<https://doi.org/10.1177/1073858413491148>
- Fernandez, F., & Garner, C. C. (2007). Over-inhibition: a model for developmental intellectual disability. *Trends Neurosci*, 30(10), 497-503.
<https://doi.org/10.1016/j.tins.2007.07.005>
- Fonagy, P., & Bateman, A. W. (2016). Adversity, attachment, and mentalizing. *Compr Psychiatry*, 64, 59-66.
<https://doi.org/10.1016/j.comppsy.2015.11.006>
- Fonagy, P., Luyten, P., Moulton-Perkins, A., Lee, Y. W., Warren, F., Howard, S.,

- Ghinai, R., Fearon, P., & Lowyck, B. (2016). Development and Validation of a Self-Report Measure of Mentalizing: The Reflective Functioning Questionnaire. *PLoS One*, 11(7), e0158678. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0158678>
- Gilles, J.-L., Potvin, P., & Tièche-Christinat, C. *Les alliances éducatives pour lutter contre le décrochage scolaire.*
- Gmehlin, D., Thomas, C., Weisbrod, M., Walther, S., Resch, F., & Oelkers-Ax, R. (2011). Development of brain synchronisation within school-age - Individual analysis of resting (alpha) coherence in a longitudinal data set. *Clinical Neurophysiology*, 122(10), 1973-1983. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2011.03.016>
- Gonzalez-Monge, S., Boudia, B., Ritz, A., Abbas-Chorfa, F., Rabilloud, M., Iwaz, J., & Berard, C. (2009). A 7-year longitudinal follow-up of intellectual development in children with congenital hemiplegia. *Dev Med Child Neurol*, 51(12), 959-967. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2009.03339.x>
- Goswami, U. (2006). Neuroscience and education: from research to practice? *Nat Rev Neurosci*, 7(5), 406-411. <https://doi.org/10.1038/nrn1907>
- Green, S. A., Hernandez, L., Bookheimer, S. Y., & Dapretto, M. (2016). Salience Network Connectivity in Autism Is Related to Brain and Behavioral Markers of Sensory Overresponsivity. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 55(7), 618-626. <https://doi.org/10.1016/j.jaac.2016.04.013>
- Hebb, D. (1977). Wilder Penfield: his legacy to neurology. The frontal lobe. *Can Med Assoc J*, 116(12), 1373-1374. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/324602>
- Hebb, D. O. (1959). Intelligence, brain function and the theory of mind. *Brain*, 82, 260-275. <https://doi.org/10.1093/brain/82.2.260>
- Hebb, D. O. (1976). Physiological learning theory. *J Abnorm Child Psychol*, 4(4), 309-314. <https://doi.org/10.1007/BF00922529>
- Hebb, D. O. (1981). Consider mind as a biological problem. *Neuroscience*, 6(12), 2419-2422. [https://doi.org/10.1016/0306-4522\(81\)90087-7](https://doi.org/10.1016/0306-4522(81)90087-7)
- Hebb, D. O. (1983). Neuropsychology: retrospect and prospect. *Can J Psychol*, 37(1), 4-7. <https://doi.org/10.1037/h0080689>
- Hebb, D. O., & Favreau, O. (1969). The mechanism of perception. *Radiol Clin North Am*, 7(3), 393-401. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/4986221>
- Hirsh-Pasek, K., & Bruer, J. T. (2007). The brain/education barrier. *Science*, 317(5843), 1293-1293. <https://doi.org/10.1126/science.1148983>
- Howard-Jones, P. (2008). Philosophical Challenges for Researchers at the Interface between Neuroscience and Education. *Journal of Philosophy of Education*, 42(3-4), 361-380. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9752.2008.00649.x>
- Ihara, A. S., Nakajima, K., Kake, A., Ishimaru, K., Osugi, K., & Naruse, Y. (2021). Advantage of Handwriting Over Typing on Learning Words: Evidence From an N400 Event-Related Potential Index. *Front Hum Neurosci*, 15, 679191. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2021.679191>
- Ismail, F. Y., Fatemi, A., & Johnston, M. V. (2017). Cerebral plasticity: Windows of opportunity in the developing brain. *Eur J Paediatr Neurol*, 21(1), 23-48. <https://doi.org/10.1016/j.ejpn.2016.07.007>
- Jecker-Parvex, M., Jecker-Parvex, M., & Edition SZH/CSPS. (2007). *Nouveau lexique sur le retard mental et les déficiences intellectuelles* (4e éd.,

- augmentée et actualisée ed.). Edition SZH/SPC.
- Jensen, E. P. (2008). A fresh look at brain-based education. *Phi Delta Kappan*, 89(6), 408-417. <https://doi.org/10.1177/003172170808900605>
- Kandel, E. R. (2001). The molecular biology of memory storage: a dialogue between genes and synapses. *Science*, 294(5544), 1030-1038. <https://doi.org/10.1126/science.1067020>
- Kandel, E. R. (2009). An introduction to the work of David Hubel and Torsten Wiesel. *J Physiol*, 587(Pt 12), 2733-2741. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2009.170688>
- Kandel, E. R. (2014). Republication of The Journal of Physiology (2009) 587, 2733-2741: an introduction to the work of David Hubel and Torsten Wiesel. *J Physiol*, 592(1), 2-10. https://doi.org/10.1113/jphysiol.2013.268060_2
- Katzir, T., & Pare-Blagoev, J. (2006). Applying cognitive neuroscience research to education: The case of literacy. *Educational Psychologist*, 41(1), 53-74. https://doi.org/10.1207/s15326985ep4101_6
- Kelleher, I., & Whitman, G. (2018). A Bridge No Longer Too Far: A Case Study of One School's Exploration of the Promise and Possibilities of Mind, Brain, and Education Science for the Future of Education. *Mind Brain and Education*, 12(4), 224-230. <https://doi.org/10.1111/mbe.12163>
- Kim, S. W., & Cho, K. J. (2014). Activity-dependent alterations in the sensitivity to BDNF-TrkB signaling may promote excessive dendritic arborization and spinogenesis in fragile X syndrome in order to compensate for compromised postsynaptic activity. *Med Hypotheses*, 83(4), 429-435. <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2014.07.007>
- Kronenberg, G., & Klempin, F. (2020). Laying out the evidence for the persistence of neurogenesis in the adult human hippocampus. *Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci*, 270(4), 497-498. <https://doi.org/10.1007/s00406-019-01066-1>
- Lambert, J.-L. (2002). *Les déficiences intellectuelles : actualités et défis*. Editions universitaires.
- Luyten, P., & Fonagy, P. (2015). The neurobiology of mentalizing. *Personal Disord*, 6(4), 366-379. <https://doi.org/10.1037/per0000117>
- Massé, L. *Les troubles du comportement à l'école : prévention, évaluation et intervention*.
- Massé, L. *Les troubles du comportement à l'école : prévention, évaluation et intervention (2e éd. ed.)*.
- Massé, L., Couture, C., Bégin, J.-Y., Rousseau, M., & Plouffe-Leboeuf, T. *Effets auprès d'enseignants du secondaire d'un modèle de consultation pour soutenir l'intégration scolaire d'élèves présentant des difficultés comportementales*.
- Massé, L., Desbiens, L., & Lanaris, C. *Les troubles du comportement à l'école (3e édition ed.)*.
- Massé, L., Rozon, N., & Séguin, G. *Le français en projets : activités d'écriture et de communication orale*.
- Massé, L., Verret, C., Boudreault, F., & Verreault, M. *Mieux gérer sa colère et sa frustration*. <http://mabibliotheque.cheneliere.ca/>
- Massé, L., Verret, C., & Lévesque, M. *Se faire des amis et les garder*. <https://mabibliotheque.cheneliere.ca/>
- Massé, L., Verret, C., Verreault, M., & Boudreault, F. *Mieux vivre avec le TDA/H à la maison : programme pour aider les parents à mieux composer au quotidien avec le TDA/H de leur enfant*.
- Meng, J., Meng, Y., Hanna, A., Janus, C., & Jia, Z. (2005). Abnormal long-lasting synaptic plasticity and cognition in mice lacking the mental retardation gene Pak3. *J Neurosci*, 25(28), 6641-6650. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0028-05.2005>

- Nadeau, M. F., Masse, L., Argumedes, M., & Verret, C. (2020). Education for students with neurodevelopmental disabilities-Resources and educational adjustments. *Handb Clin Neurol*, 174, 369-378.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-444-64148-9.00027-2>
- Neniskyte, U., & Gross, C. T. (2017). Errant gardeners: glial-cell-dependent synaptic pruning and neurodevelopmental disorders. *Nat Rev Neurosci*, 18(11), 658-670.
<https://doi.org/10.1038/nrn.2017.110>
- Novak, I., & Morgan, C. (2019). High-risk follow-up: Early intervention and rehabilitation. *Handb Clin Neurol*, 162, 483-510.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-444-64029-1.00023-0>
- Panico, F., Sagliano, L., Magliacano, A., Santangelo, G., & Trojano, L. (2022). The relationship between cognitive reserve and cognition in healthy adults: a systematic review. *Current Psychology*.
<https://doi.org/10.1007/s12144-022-03523-y>
- Petersen, S. E., & Posner, M. I. (2012). The attention system of the human brain: 20 years after. *Annu Rev Neurosci*, 35, 73-89.
<https://doi.org/10.1146/annurev-neuro-062111-150525>
- Petitpierre-Jost, G. *Recherche dans le champ des déficiences intellectuelles. Quelles devraient être les priorités de demain ?*
- Petitpierre-Jost, G., & Institut national de la santé et de la recherche médicale (France). *Déficiences intellectuelles : expertise collective, synthèse et recommandations*.
<http://www.inserm.fr/thematiques/sant-e-publique/expertises-collectives>
- Petitpierre-Jost, G., Orthmann, D., Debbané, M., Barisnikov, K., & Martini-Willemin, B.-M. *Déficiences intellectuelles : expertise collective*.
- Phillips, M., & Pozzo-Miller, L. (2015). Dendritic spine dysgenesis in autism related disorders. *Neurosci Lett*, 601, 30-40.
<https://doi.org/10.1016/j.neulet.2015.01.011>
- Plouffe, T., Couture, C., Massé, L., Bégin, J.-Y., & Rousseau, M. *Intégration scolaire d'élèves présentant des difficultés d'ordre comportemental : liens entre attitude des enseignants, stress et qualité de la relation enseignant-élève*.
- Poldrack, R. A. (2010). Interpreting developmental changes in neuroimaging signals. *Hum Brain Mapp*, 31(6), 872-878.
<https://doi.org/10.1002/hbm.21039>
- Posner, M. I. (2012). Imaging attention networks. *Neuroimage*, 61(2), 450-456.
<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2011.12.040>
- Posner, M. I. (2016). Orienting of attention: Then and now. *Q J Exp Psychol (Hove)*, 69(10), 1864-1875.
<https://doi.org/10.1080/17470218.2014.937446>
- Posner, M. I., & Niell, C. M. (2019). Illuminating the Neural Circuits Underlying Orienting of Attention. *Vision (Basel)*, 3(1).
<https://doi.org/10.3390/vision3010004>
- Posner, M. I., & Rothbart, M. K. (2009). Toward a physical basis of attention and self regulation. *Phys Life Rev*, 6(2), 103-120.
<https://doi.org/10.1016/j.pprev.2009.02.001>
- Posner, M. I., & Rothbart, M. K. (2018). Temperament and brain networks of attention. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*, 373(1744).
<https://doi.org/10.1098/rstb.2017.0254>
- Posner, M. I., Rothbart, M. K., & Ghassemzadeh, H. (2019). Restoring Attention Networks. *Yale J Biol Med*, 92(1), 139-143.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30923481>
- Posner, M. I., Rothbart, M. K., & Ghassemzadeh, H. (2020). Developing attention in typical children related to disabilities. *Handb Clin Neurol*, 173, 215-223.

- <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-64150-2.00019-8>
- Posner, M. I., Rothbart, M. K., Sheese, B. E., & Voelker, P. (2014). Developing Attention: Behavioral and Brain Mechanisms. *Adv Neurosci (Hindawi)*, 2014, 405094.
<https://doi.org/10.1155/2014/405094>
- Posner, M. I., Rothbart, M. K., & Voelker, P. (2016). Developing brain networks of attention. *Curr Opin Pediatr*, 28(6), 720-724.
<https://doi.org/10.1097/MOP.00000000000000413>
- Potvin, P. *High school teacher's sense of responsibility toward student achievement.*
- Potvin, P. *Prévenir le décrochage scolaire : mieux comprendre la réussite ou l'échec scolaire de nos enfants et adolescents.*
- Preziosa, P., Conti, L., Pagani, E., Filippi, M., & Rocca, M. (2022). Cognitive reserve modulates the impact of frontal lobe damage on executive functioning in multiple sclerosis. *European Journal of Neurology*, 29, 51-51. <Go to ISI>://WOS:000815254000090
- Siedlecki, K. L., Stern, Y., Reuben, A., Sacco, R. L., Elkind, M. S., & Wright, C. B. (2009). Construct validity of cognitive reserve in a multiethnic cohort: The Northern Manhattan Study. *J Int Neuropsychol Soc*, 15(4), 558-569.
<https://doi.org/10.1017/S1355617709090857>
- Sowell, E. R., Thompson, P. M., Tessner, K. D., & Toga, A. W. (2001). Mapping continued brain growth and gray matter density reduction in dorsal frontal cortex: Inverse relationships during postadolescent brain maturation. *J Neurosci*, 21(22), 8819-8829.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11698594>
- Stern, Y. (2002). What is cognitive reserve? Theory and research application of the reserve concept. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 8(3), 448-460.
<https://doi.org/10.1017/S1355617702813248>
- Stern, Y. (2009). Cognitive reserve. *Neuropsychologia*, 47(10), 2015-2028.
<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2009.03.004>
- Sullivan, K., Stone, W. L., & Dawson, G. (2014). Potential neural mechanisms underlying the effectiveness of early intervention for children with autism spectrum disorder. *Res Dev Disabil*, 35(11), 2921-2932.
<https://doi.org/10.1016/j.ridd.2014.07.027>
- Sweatt, J. D. (2016). Neural plasticity and behavior - sixty years of conceptual advances. *J Neurochem*, 139 Suppl 2, 179-199.
<https://doi.org/10.1111/jnc.13580>
- Takarae, Y., & Sweeney, J. (2017). Neural Hyperexcitability in Autism Spectrum Disorders. *Brain Sci*, 7(10).
<https://doi.org/10.3390/brainsci7100129>
- Tommerdahl, J. (2010). A model for bridging the gap between neuroscience and education. *Oxford Review of Education*, 36(1), 97-109.
<https://doi.org/Pii 919322143>
- 10.1080/03054980903518936
Universität Freiburg Departement für Psychologie. Cortica. In (pp. Ressource en ligne).
- Varma, S., McCandliss, B. D., & Schwartz, D. L. (2008). Scientific and Pragmatic Challenges for Bridging Education and Neuroscience. *Educational Researcher*, 37(3), 140-152.
<https://doi.org/10.3102/0013189x08317687>
- Verret, C., & Massé, L. *Gérer ses émotions et s'affirmer positivement.*
<http://mabibliotheque.cheneliere.ca/>
- Viana Di Prisco, G. (1984). Hebb synaptic plasticity. *Prog Neurobiol*, 22(2), 89-102. [https://doi.org/10.1016/0301-0082\(84\)90021-2](https://doi.org/10.1016/0301-0082(84)90021-2)
- Witt, S. T., van Ettinger-Veenstra, H., Salo, T., Riedel, M. C., & Laird, A. R. (2021). What Executive Function

Network is that? An Image-Based
Meta-Analysis of Network Labels.
Brain Topography, 34(5), 598-607.
<https://doi.org/10.1007/s10548-021-00847-z>

Yirmiya, N., Solomonica-Levi, D., Shulman, C., & Pilowsky, T. (1996). Theory of mind abilities in individuals with autism, Down syndrome, and mental retardation of unknown etiology: the role of age and intelligence. *J Child Psychol Psychiatry*, 37(8), 1003-1014. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1996.tb01497.x>

Zachlod, D., Bludau, S., Cichon, S., Palomero-Gallagher, N., & Amunts, K. (2022). Combined analysis of cytoarchitectonic, molecular and transcriptomic patterns reveal differences in brain organization across human functional brain systems. *Neuroimage*, 257, 119286. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2022.119286>