

CHRONO° pédago

les réponses des spécialistes
les conseils des pédagogues
en 90 minutes

COMMENT APPREND LE CERVEAU?



ÈVE LELEU-GALLAND
JEAN-BERNARD GALLOIS

Lea.fr Nathan

CHRON^o pédago

les réponses des pédagogues
les conseils des spécialistes
en 90 minutes

COMMENT APPREND LE CERVEAU ?

ÈVE LELEU-GALLAND
JEAN-BERNARD GALLOIS

Avec l'aimable contribution de Marie Létang,
Doctorante en psychologie du développement et
de l'éducation, pour sa relecture scientifique

Lea.fr  Nathan

[crédits]

Crédits iconographiques :
© Andrew_Rybalko / Getty Images

Direction éditoriale : Pascaline Citron
Édition : Stephanie Dizel-Doumenge,
Aurore Champavère
Fabrication : Lysiane Bouchet
Conception graphique et mise en pages :
Lucille Pachot

© Éditions Nathan, 2021
92 avenue de France – 75013 Paris

ISBN : 9782091248042

SOMMAIRE

Introduction



Le développement et le fonctionnement du cerveau

Les apports et les éclairages des neurosciences

Portrait : Jean-Pierre Changeux

L'anatomie et le développement du cerveau

Les lois de base du développement

Les facteurs de réussite de l'apprentissage

Notion : La plasticité neuronale

Trois questions à : Arnaud Cachia

De quoi le cerveau a-t-il besoin pour bien « fonctionner » ?

Les biais cognitifs et les neuromythes

Cas pratique: Comment expliquer le cerveau aux élèves ?



L'acquisition des outils culturels par le cerveau

Les mécanismes cognitifs en jeu dans l'acte de lire

Du langage oral vers le code

Notion : Décodage / encodage

Du décodage à la compréhension et l'automatisation

Portrait : Michel Fayol

L'entrée dans l'écrit

Trois questions à : Irène Altarelli

Main et/ou machine : pour dépasser le débat

Le cerveau logico-mathématique

Cas pratique : Comment l'IRM permet-elle de comprendre le cerveau ?

Les fonctions exécutives



Des outils pour penser et agir

Portrait : Olivier Houdé

L'inhibition cognitive

La mémoire de travail

La flexibilité cognitive

La métacognition

Trois questions à : Grégoire Borst

Les fonctions exécutives et les apprentissages

Notion : L'auto-régulation

Cas pratique : Comment aider à inhiber une heuristique ?



L'attention

Un pilier de l'apprentissage

Portrait : Jean-Philippe Lachaux

Les formes et limites de l'attention

L'attention et la concentration

L'attention et la distraction

Notion : La multimodalité

La captation de l'attention chez l'élève

Le rythme et la nature des activités

Trois questions à : Nathalie Franc

L'aménagement de la classe

Cas pratique : Comment entraîner l'attention des élèves ?



La mémoire

Les différentes mémoires

Notion : La consolidation de la mémoire

Les processus et stratégies de mémorisation

La mémoire et l'oubli

Portrait : Alain Lieury

Trois questions à : Francis Eustache

La mémoire et le sommeil

Cas pratique : Comment faciliter la mémorisation des élèves ?



Les émotions et les compétences psychosociales

Les apports des neurosciences affectives et sociales

Le rôle du cortex orbito-frontal

Portrait : Antonio et Hanna Damasio

Les compétences psychosociales

Notion : L'estime de soi

Apprendre avec les autres, des autres ?

Trois questions à : Céline Darnon

Mieux gérer les émotions

Cas pratique : Pourquoi travailler sur les émotions ?



Le numérique

Intelligence humaine/intelligence artificielle

Les digital native, la génération z

Notion : La lecture numérique

Grandir et apprendre dans un monde numérique

Portrait : Daphné Bavelier

Les impacts des écrans sur les enfants

Trois questions à : André Tricot

Le numérique dans la pédagogie inversée

Cas pratique : Qu'apporte l'intelligence artificielle aux apprentissages ?



Les apprentissages des enfants à besoins éducatifs particuliers

Les enfants à besoins spécifiques

Les troubles « dys »

Portrait : Brian Butterworth

Le trouble déficitaire de l'attention avec hyperactivité (TDAH)

Les enfants à haut potentiel intellectuel (HPI)

Notion : Quotient intellectuel et quotient émotionnel

Trois questions à : Fanny Nusbaum

Les mesures d'accompagnement

Cas pratique : Comment aider les élèves dont la fluidité de

lecture est précaire ?

Bibliographie – Articles – Sitographie



INTRODUCTION

Cet ouvrage (qui initie avec *Qu'est-ce qu'éduquer ?* la nouvelle collection « Chrono Pédago ») entend proposer aux professionnels de l'éducation une synthèse facile d'accès des concepts et connaissances issues des neurosciences, pour comprendre les mécanismes du cerveau à l'œuvre dans les apprentissages. Le déroulement en chapitres pose les grandes lignes de la question *Comment apprend le cerveau ?*. Des encadrés proposent des focales sur des axes de recherche productifs, des points de vue d'experts, des recommandations scientifiques pour guider les mises en pratique. Le tandem d'auteurs complémentaires, l'une spécialiste de l'éducation et pédagogue, l'autre journaliste, contribue à cette lecture multiple conciliant éclairages théoriques et expériences de terrain.

Les apports de la recherche

Il y a presque 20 ans, l'OCDE publiait le rapport « Comprendre le cerveau : naissance d'une science de l'apprentissage ». Il faisait l'état des lieux de ce que les neurosciences et les études scientifiques du système nerveux, en particulier du cerveau, pouvaient apporter à l'éducation¹.

Depuis, les recherches, portées par de nouveaux outils tels que l'IRM fonctionnelle, ont encore agrandi le champ des savoirs, ceux des neurosciences mais aussi des sciences cognitives qui convoquent par ailleurs la psychologie, l'intelligence artificielle, la linguistique, la philosophie et les sciences sociales, enfin ceux de la neuro-éducation. Si cette dernière n'entend pas dicter aux enseignants comment faire leur métier, elle peut sur de nombreux

points éclairer et orienter leurs pratiques pédagogiques.

Des clefs pour les enseignants

Les neurosciences ont identifié quatre facteurs principaux de réussite d'un apprentissage : l'attention, l'engagement actif, le retour d'information et la consolidation. L'attention est un filtre qu'il faut savoir canaliser, « l'effet maître » et les contextes d'apprentissage sont déterminants. Le contrôle exécutif, levier de l'attention, est primordial pour repérer les éléments indésirables. L'engagement actif se présente comme une évidence, un organisme passif n'apprend pas. Le retour d'information est un retour d'expérience qui permet les ajustements, l'analyse de l'erreur est donc fondamentale. Consolider un acquis, opérer le transfert de l'explicite vers l'implicite, aboutit à une automatisation et une meilleure gestion des mémoires. Les neurosciences ont permis également de débusquer certains neuromythes qui circulent, par exemple cette idée selon laquelle, pour le cerveau, tout se joue avant trois ans.

Des outils pour la classe

Les apports de la « neuropédagogie » ont été préparés par les intuitions des pédagogues tels que Maria Montessori, Célestin Freinet, mais aussi les recherches de Jean Piaget, Lev Vygotsky ou Jerome Bruner, sans qui, nous dit Olivier Houdé, l'exploration du cerveau des enfants en laboratoire n'aurait pas été possible. Au cœur du métier d'enseigner, il y a toujours l'interrogation sur ce qui se passe « dans la boîte noire » de l'enfant qui pense, agit et réagit, se souvient et oublie. Les recherches ont éclairé les mécanismes à l'œuvre dans l'apprentissage de la lecture, avec les aires visuelles précoces et des zones correspondant au langage parlé, qui s'en trouve amélioré. On comprend mieux la dyslexie ou la dyscalculie.

Le rôle des fonctions exécutives, de la mémorisation, l'incidence de l'utilisation des outils numériques sur la performance, la motivation, le rôle de l'attention sont des pistes que les enseignants peuvent saisir pour aider leurs élèves. Elles viennent compléter les apports des sciences de l'éducation.

Les pédagogues sont toujours à la recherche des solutions pour faire réussir tous leurs élèves, les chercheurs en neurosciences cognitives ont besoin du dialogue avec l'école pour faire avancer la science. *Comment apprend le cerveau ?* se veut un lien entre les communautés.

Ève Leleu-Galland, inspectrice de l'Éducation nationale, experte internationale en scolarisation de la petite enfance

Jean-Bernard Gallois, journaliste

1. L'étude est la deuxième phase du projet Sciences de l'apprentissage et recherche sur le cerveau, lancé en 1999. Son objectif essentiel est de favoriser le dialogue et la coopération entre les sciences de l'apprentissage et les recherches sur le cerveau.

3 PARCOURS DE LECTURE EN 90 MINUTES CHRONO



Parcours en lecture longue : 8 chapitres abordant les thématiques clés

La thématique du chapitre

Une citation pour amorcer la réflexion

Les notions incontournables

1

1. LE DÉVELOPPEMENT ET LE FONCTIONNEMENT DU CERVEAU

« Le cerveau se comporte naturellement comme un système autonome qui projette en permanence de l'information en direction du monde extérieur – c'est le cas du cerveau de l'élève – au lieu d'en recevoir passivement son empreinte. »

Les recherches en neurosciences cognitives ont apporté des éclairages essentiels sur le développement et le fonctionnement du cerveau. On sait que le cerveau est une machine active, complexe et assez extraordinaire dont le processus de maturité prend du temps ; le bébé est un petit savant en devenir, l'enfance et l'adolescence sont deux fantastiques périodes pour les apprentissages. Mais la plasticité du cerveau permet de faire des acquisitions à tout âge. La neuroéducation, approche émergente, met en lien les découvertes en neurosciences, en psychologie et en éducation pour faire émerger de nouvelles stratégies et méthodes. Elle éclaire aussi sur les biais cognitifs et les neuromythes, qui peuvent entraver la réflexion.

1. Jean-Pierre Changeux, « Apprendre avec ses neurones », in *Le cerveau et les apprentissages*, Nathan, 2018.

LE DÉVELOPPEMENT ET LE FONCTIONNEMENT DU CERVEAU

LES APPORTS ET LES ÉCLAIRAGES DES NEUROSCIENCES

Les connaissances scientifiques sur le fonctionnement du cerveau sont assez récentes. Les neurosciences, dont la cristallisation se fait autour des années 1960, regroupent les disciplines scientifiques qui étudient le système nerveux et son fonctionnement. Elles contribuent à mieux connaître les règles et les mécanismes du cerveau. Les sciences cognitives ont pour objet la description, l'explication, et éventuellement la simulation des mécanismes de la pensée, et plus généralement de tout système complexe de traitement de l'information. Elles utilisent les apports des neurosciences, de la linguistique, l'anthropologie cognitive, la psychologie cognitive, la philosophie de la cognition et l'intelligence artificielle. Le premier centre en sciences cognitives a été fondé en 1960 à l'université Harvard, par deux psychologues, Jérôme Bruner et George Miller. En 1983, Jean Pierre Changeux, neurobiologiste, publie un livre fondateur, *L'homme neuronal*², qui va amener la communauté scientifique et les pédagogues à se poser des questions. Il présente le cerveau sous la forme d'un réseau de cellules, les neurones, qui établissent des connexions à l'aide des synapses. Les neurones véhiculent des signaux électriques et chimiques et réagissent à ceux-ci. Chaque neurone mobilise d'autres neurones dans diverses zones du cerveau. Les progrès techniques et technologiques, notamment l'imagerie cérébrale comme par exemple l'IRM (Imagerie par Résonance Magnétique), ont été un formidable accélérateur pour la recherche scientifique.

Les neurosciences cognitives identifient les bases cérébrales et les mécanismes qui sous-tendent la cognition (le langage, la mémoire, les émotions, la perception...), grâce à la mise en place de techniques d'observation comportementale et d'imagerie cérébrale.

2. Jean-Pierre Changeux, *L'homme neuronal*, Pluriel, 2012.

10

11

1. LE DÉVELOPPEMENT ET LE FONCTIONNEMENT DU CERVEAU

« Le cerveau se comporte naturellement comme un système autonome qui projette en permanence de l'information en direction du monde extérieur – c'est le cas du cerveau de l'élève – au lieu d'en recevoir passivement son empreinte. »¹



Les recherches en neurosciences cognitives ont apporté des éclairages essentiels sur le développement et le fonctionnement du cerveau. On sait que le cerveau est une machine active, complexe et assez extraordinaire dont le processus de maturité prend du temps ; le bébé est un petit savant en devenir, l'enfance et l'adolescence sont deux fantastiques périodes pour les apprentissages. Mais la plasticité du cerveau permet de faire des acquisitions à tout âge. La neuroéducation, approche émergente, met en lien les découvertes en neurosciences, en psychologie et en éducation pour faire émerger de nouvelles stratégies et méthodes. Elle éclaire aussi sur les biais cognitifs et les neuromythes, qui

peuvent entraver la réflexion.

LES APPORTS ET LES ÉCLAIRAGES DES NEUROSCIENCES

Les connaissances scientifiques sur le fonctionnement du cerveau sont assez récentes. Les neurosciences, dont la cristallisation se fait autour des années 1960, regroupent les disciplines scientifiques qui étudient le système nerveux et son fonctionnement. Elles contribuent à mieux connaître les règles et les mécanismes du cerveau. Les sciences cognitives ont pour objet la description, l'explication, et éventuellement la simulation des mécanismes de la pensée, et plus généralement de tout système complexe de traitement de l'information. Elles utilisent les apports des neurosciences, de la linguistique, l'anthropologie cognitive, la psychologie cognitive, la philosophie de la cognition et l'intelligence artificielle. Le premier centre en sciences cognitives a été fondé en 1960 à l'université Harvard, par deux psychologues, Jérôme Bruner et George Miller. En 1983, Jean Pierre Changeux, neurobiologiste, publie un livre fondateur, *L'homme neuronal*², qui va amener la communauté scientifique et les pédagogues à se poser des questions. Il présente le cerveau sous la forme d'un réseau de cellules, les neurones, qui établissent des connexions à l'aide des synapses. Les neurones véhiculent des signaux électriques et chimiques et réagissent à ceux-ci. Chaque neurone mobilise d'autres neurones dans diverses zones du cerveau. Les progrès techniques et technologiques, notamment l'imagerie cérébrale comme par exemple l'IRM (Imagerie par Résonance Magnétique), ont été un formidable accélérateur pour la recherche scientifique.

Les neurosciences cognitives identifient les bases cérébrales et les mécanismes qui sous-tendent la cognition (le langage, la mémoire,

les émotions, la perception...), grâce à la mise en place de techniques d'observation comportementale et d'imagerie cérébrale.

Les neurosciences cognitives se sont elles-mêmes sous-divisées en plusieurs branches de recherche : les neurosciences affectives étudient les processus en jeu dans la motivation, les émotions et la douleur ; les neurosciences comportementales s'intéressent aux comportements et aux effets des hormones ; les neurosciences sociales s'intéressent aux processus du raisonnement moral (empathie, émotions...) ; la neuro-linguistique s'intéresse à l'acquisition du langage.

[portrait]

JEAN-PIERRE CHANGEUX (né en 1936)

La découverte de l'homme neuronal

Neurobiologiste et professeur honoraire au Collège de France, Jean-Pierre Changeux est un des spécialistes majeurs et reconnus du cerveau. Au fil de ses ouvrages, dont le célèbre et fondateur *L'homme neuronal* (Fayard, 1983), il considère l'être humain comme le fruit de multiples histoires évolutives, emboîtées les unes dans les autres. La première est génétique et elle résulte de l'évolution des ancêtres de l'homme. La deuxième évolution commence sans doute dans le ventre maternel, estime Jean-Pierre Changeux, et façonne la manière dont les neurones vont se connecter dans notre cerveau. Le chercheur parle de « *stabilisation sélective de synapses* », qui vont former un réseau unique. La troisième évolution survient lorsque l'être humain interagit avec le monde extérieur. De façon consciente ou pas, il élabore des représentations de ce monde qui vont être mémorisées et stockées dans son cerveau et qui vont s'organiser en raisonnements.

La neuroéducation met en lien les découvertes en neurosciences (notamment sur la mémoire, l'apprentissage, le langage), en psychologie et en éducation. Cette approche a pour but de confronter les mécanismes du fonctionnement cérébral aux méthodologies d'enseignement afin d'envisager celles qui seraient les plus fécondes grâce à une stimulation de certains circuits cérébraux. Leur approche est multi-référentielle, destinée à préciser les démarches didactiques et pédagogiques. En parallèle,

les psychologues cognitivistes se sont intéressés aux troubles de l'apprentissage en les rapprochant de données neurophysiologiques. Elle connaît un essor important dès la fin des années 1980. Elle se nourrit des travaux de chercheurs tels que Olivier Houdé, Jean-Philippe Lachaux, Stanislas Dehaene, Francis Eustache, Pascale Toscani ou encore de la pédiatre Catherine Gueguen. Un bond considérable a été franchi dans la compréhension des mécanismes fondamentaux de l'apprentissage, la mémorisation, la mobilisation de l'attention, l'implication active, la place du numérique. Les résultats des recherches plaident pour un cadre scolaire bienveillant et soutenant. Les bénéfices se mesurent en termes de développement cérébral, en particulier celui de l'hippocampe, et également comportemental. Les neurosciences ont encore de grandes interrogations devant elles, au carrefour de la biologie (les neurones) et de la psychologie (la conscience, l'esprit, l'intelligence...) : le stockage de l'information, l'organisation du système nerveux au cours du développement, le déclenchement des maladies neurodégénératives... L'incursion dans la « boîte noire » est une aubaine pour les enseignants, rien n'est plus passionnant que de mettre en évidence les mécanismes de l'apprentissage. Pour les chercheurs, rien n'est plus motivant que d'aider les enseignants à mieux comprendre les effets de leurs actions.

L'ANATOMIE ET LE DÉVELOPPEMENT DU CERVEAU

Le cerveau est un organe plissé, avec des sillons logés dans la boîte crânienne composé de deux hémisphères, qui possèdent chacun 6 parties. Les hémisphères droit et gauche sont reliés entre eux par un gros faisceau de fibres nerveuses, le corps calleux, qui leur permet de communiquer en permanence. Les deux hémisphères, visuellement presque identiques, ne sont pourtant

pas semblables au plan fonctionnel. Chaque hémisphère comporte 6 lobes :

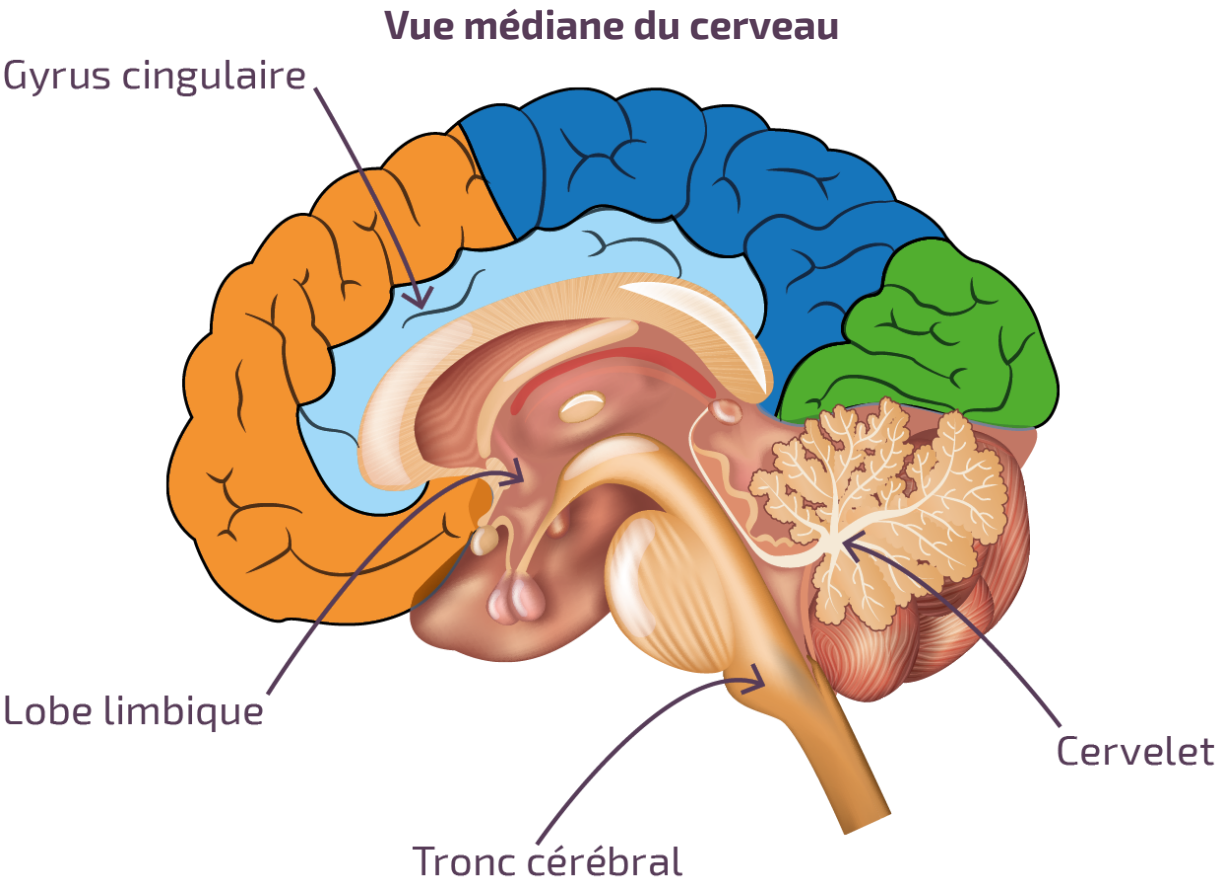
- le lobe frontal, à l'avant du cerveau, est impliqué dans les fonctions de haut niveau tels que l'attention, la réflexion ou la prise de décisions ;
- le lobe pariétal joue un rôle dans les capacités visuo-spatiales, la coordination des mouvements et les sensations ;
- le lobe occipital, situé à l'arrière du cerveau et relié aux yeux par le nerf optique, gère les informations visuelles ;
- le lobe temporal, relié aux oreilles par le nerf auditif, est impliqué dans les informations auditives, la compréhension du langage, la mémorisation et reconnaissance des visages, objets, mots, lettres ;
- l'insula, située dans la partie interne du cerveau, joue un rôle dans la conscience du corps et la perception de la douleur ;
- le lobe limbique, également situé à l'intérieur du cerveau, est le centre des émotions.

On identifie 3 zones essentielles dans le cerveau :

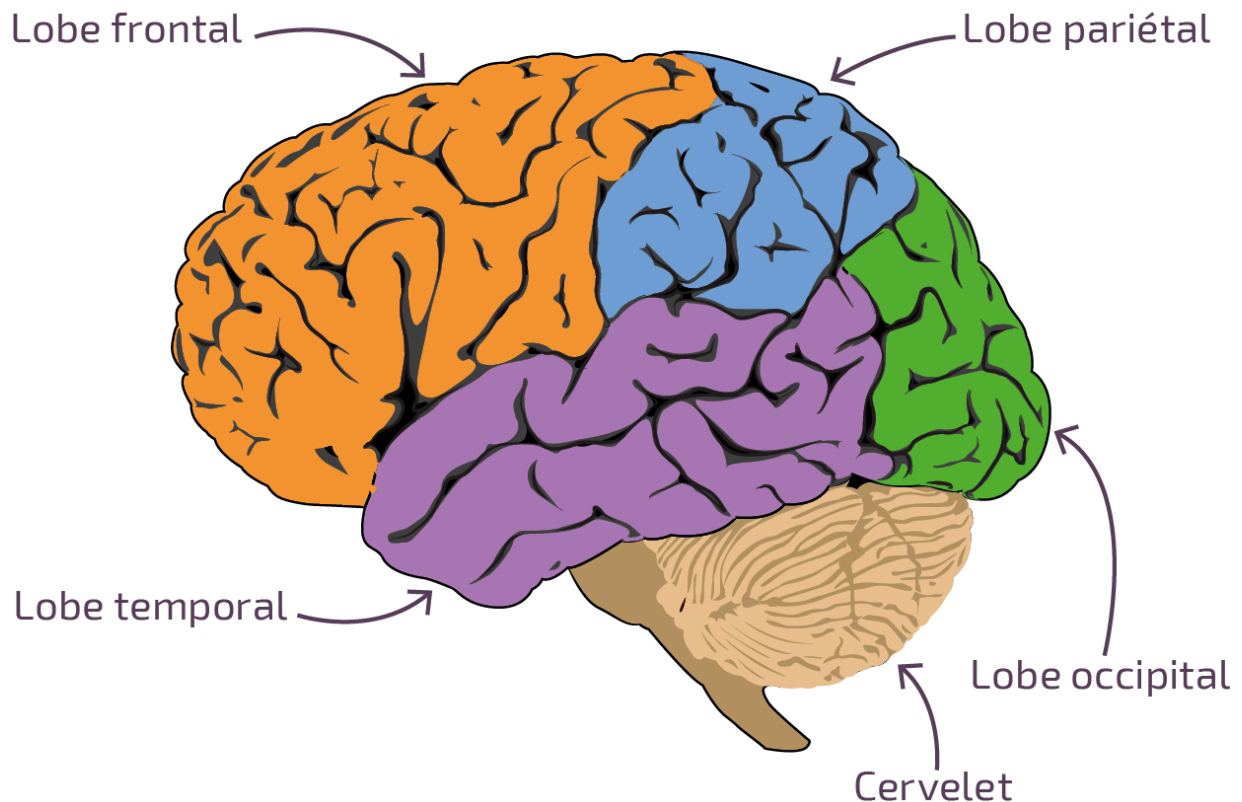
- le néocortex correspond aux lobes frontaux, pariétaux, occipitaux et temporaux. C'est le siège du raisonnement, il intervient dans les fonctions cognitives supérieures ;
- le cerveau limbique, dit aussi « émotionnel », permet de mémoriser et de ressentir les émotions ;
- le cerveau primitif, dit aussi « archaïque », comprend le cervelet et le tronc cérébral. Il est le centre des comportements primaires (instincts de survie...) et du contrôle moteur (respiration, digestion...).

Le cerveau est une « machine extraordinaire » dotée de 100 milliards de neurones, 1 000 à 10 000 synapses par neurone (10×10^{15} synapses), 176 000 km de connexions. 99 % des neurones sont en place avant la naissance mais ils continuent d'être générés

continuellement tout au long de la vie.



Vue latérale du cerveau



Les connexions se développent pendant les 5 premières années, à chaque information que le cerveau reçoit au rythme de 700 à 1 000 nouvelles connexions par seconde pour atteindre 1 million de milliards de connexions (300 000 milliards pour l'adulte).

Vers 1 an, le cerveau de l'enfant a déjà atteint les 2/3 de la taille d'un cerveau adulte. Entre 2 et 3 ans, il est pourtant deux fois plus actif que celui d'un adulte. Dès 1 an, les enfants acquièrent des capacités sonores et de langage, ils ont des capacités appelées proto mathématiques. Ils font des calculs arithmétiques élémentaires, des statistiques, des estimations avec leurs yeux. Vers l'âge de 2 ans, ils se dotent de la structure syntaxique de la phrase, associent les mots, les objets et les sons à l'environnement. Le cortisol, hormone du stress, peut perturber le travail de la mémoire. Entre 1 et 3 ans, l'enfant organise ses

nouvelles connaissances, toutes les habiletés ne sont pas acquises en même temps : un enfant peut s'intéresser d'abord à la marche et un autre au langage. Il prend conscience de son identité, de son corps, de son nom. Il distingue les autres et s'aperçoit qu'il peut avoir une action sur son entourage. Son cerveau est très émotionnel jusqu'à 5 ans.

LES LOIS DE BASE DU DÉVELOPPEMENT

Selon le docteur Catherine Guegen³ qui s'intéresse beaucoup à la petite enfance, il y a 5 lois de base à connaître : le cerveau grandit par le mouvement, il est axé sur les expériences affectives, le cerveau émotionnel n'est pas régulé par le néocortex, un entourage bienveillant favorise son développement, un environnement stressant le bloque.

Le cerveau des bébés est programmé pour apprendre, mais il faut leur donner des environnements stimulants, comme le préconisaient des pédagogues tels que Maria Montessori et Célestin Freinet. Jusqu'à 5/6 ans, l'enfant vit les émotions « sans filtre ». Il doit gérer seul ses angoisses, ses colères. De 7 à 9 ans, on observe une poussée de croissance neuronale. La partie du cortex orbito-frontal (COF) qui contrôle les émotions commence à mûrir. Si l'environnement n'est ni empathique ni soutenant, le COF dysfonctionne. Lorsque l'enfant éprouve de la colère, de la tristesse ou de la peur, il n'a pas de pouvoir de contrôle, car son COF est immature. L'enseignant doit tenir compte du fait que l'enfant n'est pas encore « équipé cérébralement » pour réagir autrement, c'est pourquoi il est inutile de menacer ou de punir. Il doit montrer qu'il comprend ses émotions, lui dire qu'il va apprendre progressivement à les contrôler et qu'il lui fait confiance. L'adulte doit rappeler les règles lorsque c'est nécessaire et expliquer brièvement pourquoi il dit « non ». Mais il doit être

aussi un bon modèle. L'enfant étant un imitateur hors pair, si l'adulte crie, menace, humilie, l'enfant reproduit ce comportement.

LES FACTEURS DE RÉUSSITE DE L'APPRENTISSAGE

Une des découvertes récentes les plus importantes en neurosciences est la mise en évidence du fonctionnement du cerveau en système dynamique, en perpétuelle reconfiguration. Les travaux d'Olivier Houdé⁴ ont permis de dégager 4 grands principes : la plasticité cérébrale, la mémorisation et la consolidation des apprentissages, l'attitude de l'élève (engagement actif, correction des erreurs, émotion, curiosité) et le contrôle exécutif (automatisation, contrôle inhibiteur). La plasticité cérébrale est la capacité du cerveau à remodeler ses connexions en fonction de l'environnement et des expériences vécues. Elle est modulée, positivement par l'enrichissement de l'environnement, et négativement par la peur et les émotions négatives. La consolidation des apprentissages s'appuie sur la mémorisation ; l'espacement des périodes d'apprentissage facilite la mise en mémoire ainsi qu'un sommeil de qualité. L'engagement de l'élève est une condition importante ; cela suppose une pédagogie de l'action qui stimule sa curiosité et lui permet de prendre conscience de ses erreurs et progrès par un feedback positif. Le contrôle exécutif, levier de l'attention, est primordial, il faut aider l'enfant à ne pas se disperser pour mieux se focaliser sur la tâche.

Dans ses cours au collège de France, Stanislas Dehaene⁵ a développé sa conception des fondements cognitifs des apprentissages, qui sert de référence pour les

La plasticité cérébrale est modulée, positivement par l'enrichissement de l'environnement, et négativement par la peur et les émotions négatives.

recommandations

pédagogiques officielles adressées aux enseignants⁶. L'attention sélectionne les informations, module massivement l'activité cérébrale et facilite l'apprentissage. C'est un mécanisme de filtrage qui doit rester en alerte. L'apprentissage est optimal lorsque l'enfant alterne apprentissage et test répété de ses connaissances. Rendre les conditions d'apprentissage raisonnablement plus difficiles va paradoxalement exciter sa curiosité, aboutir à un surcroît d'engagement et un effort cognitif, synonymes de meilleure attention. L'activité plutôt qu'une écoute passive est capitale mais elle ne suffit pas. Le retour d'information est indispensable. Le cortex est une sorte de machine à générer des prédictions et à intégrer les erreurs : il lance une prédiction, reçoit en retour des informations sensorielles, une comparaison se fait entre les deux. La différence crée un signal d'erreur qui va permettre de corriger et d'améliorer la prédiction suivante. Donc, l'erreur est inévitable et fertile, à condition qu'elle soit identifiée pour être dépassée. La consolidation se fait par le transfert de l'explicite vers l'implicite, vers des réseaux non conscients, plus rapides, plus efficaces. C'est ainsi que le cerveau parvient à une automatisation, il libère le système du cortex préfrontal qui redevient disponible. Lors de cette phase, le rôle du sommeil est primordial.

[notion]

LA PLASTICITÉ NEURONALE

La plasticité désigne la capacité du neurone et des synapses à changer de propriétés en fonction de leur état d'activité. Il s'agit d'une caractéristique fondamentale du cerveau qui lui confère une flexibilité fonctionnelle, une capacité de stockage et d'auto-organisation. Pour se développer et fonctionner, il ne suffit pas que le cerveau soit le siège d'une activité spontanée importante. Il doit également être ouvert au monde extérieur avec lequel il échange énergie et information. C'est la rencontre avec l'environnement physique et humain qui contribue à modeler le cerveau et à lui conférer sa singularité. Dans le cas d'un patrimoine génétique identique (comme les jumeaux homozygotes), les connexions synaptiques et l'organisation neuronale sont différentes d'un individu à l'autre car les expériences différentes ont joué différemment de leur plasticité cérébrale.

[trois questions à...]

ARNAUD CACHIA

Professeur de neurosciences cognitives à l'Université de Paris et chercheur au LaPsyDÉ¹

Qu'a apporté l'IRM à la compréhension du développement du cerveau ?

Un de ses apports théoriques majeurs est la notion de plasticité, le fait que le cerveau se modifie sous l'effet de son environnement. Ce mécanisme adaptatif est fondamental pour le développement du nourrisson, jusqu'à l'adulte, et de ses apprentissages.

Est-ce que le développement du cerveau avant la naissance peut avoir des impacts sur le développement cognitif ?

La réponse est oui. On peut par exemple regarder l'organisation des plis, ou sillons, du cerveau qui sont des marqueurs indirects du développement fœtal ; l'étude des plis du cerveau nous a montré que le développement de nombreux domaines cognitifs dépendait en partie de la vie fœtale.

L'anatomie du cerveau influe-t-elle sur le contrôle cognitif ?

Oui, nous avons montré que la forme de certains plis du cerveau est corrélée à un meilleur contrôle cognitif, qui est une capacité cognitive permettant aux humains de résister aux habitudes, aux tentations ou aux distractions. Les plis, et donc le développement fœtal, expliquent une partie des performances d'enfants à cinq ans, à 9 ans et même plus tard chez l'adulte, sur des tâches qui permettent de mesurer le contrôle cognitif. La forme d'autres plis peut également avoir un impact sur l'apprentissage de la lecture et du calcul. Mais seuls 20 % de la variabilité entre individus est expliquée par ces facteurs anatomiques pour le contrôle cognitif. Les 80 % restants sont dus à d'autres facteurs comme l'éducation ou des éléments socio-économiques.

1. Laboratoire de Psychologie du Développement et de l'Éducation de l'Enfant



DE QUOI LE CERVEAU A-T-IL BESOIN POUR BIEN « FONCTIONNER » ?

Le cerveau représente 2 % du total du poids du corps mais il consomme 20 % de son énergie et 40 % de l'oxygène inspiré. Il dépense 10 fois plus d'énergie que les autres organes ; il a donc besoin d'être alimenté et hydraté (en eau) régulièrement. Pour se maintenir en pleine forme, il doit recevoir sa dose régulière de sucre, d'oxygène et de nutriments. Il faut que le sang circule bien dans les artères chargées de l'alimenter. Voilà pourquoi l'excès de mauvaises graisses, de sucre raffiné et d'aliments trop salés qui encrassent les artères est néfaste, pour tout le corps et pour le cerveau.

Le sommeil occupe une place déterminante dans le développement de l'enfant : 14 à 17 heures pour un nourrisson, 11 à 9 heures jusqu'à 12 ans, 10 heures pour les adolescents. La lumière, notamment celle des écrans, met le cerveau en alerte et empêche la production d'hormones du sommeil. La température de la chambre ne doit pas dépasser 19°. Le cerveau a besoin d'un sommeil de qualité en quantité suffisante, ce dernier jouant un rôle important dans la mémorisation, la régulation des apprentissages, des comportements, du système biologique et psychique. Des études montrent une augmentation de 30 % des capacités mnésiques si l'enfant dort juste après l'apprentissage (voir notamment l'étude ENSOM⁷). On observe également une corrélation négative entre la qualité-quantité de sommeil de l'enfant et la fréquence en classe de symptômes d'inattention et d'hyperactivité.

Il a été établi que la plupart des drogues affectent le cerveau et entraînent une réorganisation biochimique des cellules nerveuses, qui est à l'origine de l'accoutumance et de la dépendance. Il est donc très important d'informer les élèves de leurs effets et de les protéger par un travail de sensibilisation mené à l'école.

LES BIAIS COGNITIFS ET LES NEUROMYTHES

Les biais cognitifs sont des schémas de pensées qui permettent de réfléchir rapidement, mais qui altèrent le raisonnement lorsque la situation est complexe. En d'autres termes, un biais cognitif est une forme de pensée déviant de la pensée logique ou rationnelle et qui a tendance à être systématiquement utilisée dans certaines situations. Il conduit à un jugement erroné de la situation⁸. Ainsi, l'être humain aurait tendance à accorder davantage de crédit à des informations qui vont dans le sens de ses propres savoirs et convictions, c'est le biais de confirmation⁹. Autre exemple : qui n'a pas déjà dit « *Je l'ai toujours su* » ? Il s'agit ici d'un biais rétrospectif : une fois qu'une information a été donnée, l'apprenant sous-estimerait le caractère surprenant de cette information et tendrait à juger qu'il aurait pu la prédire¹⁰.

On appelle neuromythe toute « *croyance erronée à propos du fonctionnement de notre cerveau.* »¹¹. C'est un biais cognitif qui emprunte le langage des neurosciences et certaines de ses

connaissances mais trahit une mauvaise compréhension des méthodes et des contenus. L'exemple le plus probant a trouvé sa source dans la spécialisation des deux hémisphères du cerveau, selon laquelle on serait plutôt cerveau droit ou cerveau gauche. Autre exemple emblématique, le mythe des trois premières années qui affirme que l'apprentissage dépend de la prolifération des connexions entre les neurones et qu'aucune autre période n'est aussi bonne que le 0-3 ans. Cette conception ne tient pas compte du fait que le cerveau conserve une certaine plasticité tout au long de la vie et que l'apprentissage continue grâce à la modification

L'être humain aurait tendance à accorder davantage de crédit à des informations qui vont dans le sens de ses propres savoirs et convictions, c'est le biais de confirmation.

fonctionnelle des synapses et à leur modification anatomique. Le mythe selon lequel seul 10 %, de notre cerveau est actuellement utilisé provient de considérations sur le potentiel inexploité de l'esprit humain. Quant à l'apprentissage de deux langues en même temps pour les jeunes enfants, on a longtemps dit qu'il était nocif aux apprentissages. Or, on sait que l'acquisition précoce et simultanée de deux langues développe des capacités cognitives, notamment les fonctions exécutives. Les neuromythes semblent bénéficier de la même résistance au changement qui affecte les croyances naïves, quand des illusions, des biais et des heuristiques affectent la pensée.

[cas pratique]

COMMENT EXPLIQUER LE CERVEAU AUX ÉLÈVES ?

À quoi ressemble le cerveau ? Quelle est son utilité ? Comment fonctionne-t-il ? Autant de questions complexes pour les élèves qu'il est possible de décortiquer en classe durant quatre ou cinq séances.

Julien Garbarg Chenon, conseiller pédagogique départemental et co-auteur de l'ouvrage *Entraîner le cerveau à résister* (Nathan, 2020) avec Marie Létang, explique que « *l'enfant a probablement un certain nombre de représentations assez naïves sur le cerveau que l'enseignant peut faire évoluer* ». Première croyance, il associe la notion de cerveau à la réflexion. On peut lui faire prendre conscience que l'on s'en sert tout le temps et pour toutes les actions... courir, marcher, rire, et ne pas le résumer à un aspect intellectuel. L'élève doit comprendre que le cerveau est un organe indispensable et central dans sa vie quotidienne.

La deuxième étape consiste à davantage rentrer dans l'aspect physiologique du cerveau. « *Les élèves peuvent commencer par dessiner ce qu'ils imaginent être le fonctionnement du cerveau sans se limiter à la tête mais en pensant à la manière*



dont il est relié au reste du corps. » Ces premières représentations sont mises en perspective avec l'observation de représentations du cerveau.

L'enseignant peut ensuite aborder le fonctionnement du cerveau en s'appuyant par exemple sur l'album *Questions ?*

Réponses ! Mon cerveau (Olivier Houdé, Grégoire Borst, Nathan, 2018). « *On voit que les lobes ont des fonctions différentes et on peut montrer qu'ils interagissent* »,

indique Julien Garbarg-Chenon. En zoomant davantage en profondeur, l'enseignant explique que les cellules du cerveau sont les neurones. Pour mieux faire saisir aux élèves comment ils fonctionnent et se connectent, il peut leur faire jouer le rôle des neurones.

« *Apprendre, c'est créer et renforcer des réseaux neuronaux pertinents*, ajoute Julien Garbarg Chenon. Steve Masson, directeur du Laboratoire de recherche en neuroéducation de l'Université du Québec à Montréal, utilise la métaphore du sentier qui, à force de passages, apparaît et se renforce. *Si les élèves ont conscience que quotidiennement, à l'école, ils créent dans leurs cerveaux des sentiers qui, petit à petit, en s'entraînant, deviendront des chemins puis des autoroutes, ils touchent à ce que c'est qu'apprendre.* »

À partir de ces premières notions clés, l'enseignant peut alors aborder un domaine particulier du fonctionnement cérébral lié à l'apprentissage : l'attention, le contrôle inhibiteur ou la mémoire par

exemple.

1. Jean-Pierre Changeux, « Apprendre avec ses neurones », in *Le cerveau et les apprentissages*, Nathan, 2018.
2. Jean-Pierre Changeux, *L'homme neuronal*, Pluriel, 2012.
3. Catherine Guegen, *Pour une enfance heureuse*, Pocket, 2015.
4. Olivier Houdé, *L'école du cerveau*, Mardaga, 2018.
5. <https://www.college-de-france.fr/site/stanislas-dehaene/course-2015-02-10-09h30.htm>
6. Stanislas Dehaene est président du Conseil scientifique de l'Education installé en 2018. Son rôle, défini par le Ministre, est de conjuguer l'excellence du savoir-faire empirique des enseignants et le meilleur du savoir théorique issu des travaux de la communauté scientifique. L'objectif est de donner aux enseignants des outils pédagogiques plus adaptés aux enjeux du monde contemporain.
7. Voir <https://anr.fr/Projet-ANR-15-CE33-0003>
8. https://syn-lab.fr/wp-content/uploads/2018/03/Note_biais_misenpage_V2.pdf
9. Jean-Luc Berthier, Frédéric Guilleray, *Apprendre à mieux mémoriser*, coll. « Du labo à la classe » ? Nathan, 2020.
10. Joëlle Proust, « La métacognition et l'auto-évaluation », in *Le cerveau et les apprentissages*, coll. « Repères pédagogiques », Nathan, 2018.
11. D'après Steve Masson, professeur à la Faculté des sciences de l'éducation de l'Université du Québec à Montréal (UQAM) directeur du Laboratoire de recherche en neuroéducation (LRN).

2.

L'ACQUISITION DES OUTILS CULTURELS PAR LE CERVEAU

« Lecteurs experts et surentraînés, nous avons l'impression d'une reconnaissance immédiate et globale des mots. [...] Mais l'immédiateté de la lecture n'est qu'une illusion, suscitée par l'extrême automatisation de ses étapes, qui se déroule en dehors de notre conscience. »¹



Apprendre à lire et à écrire, développer les apprentissages numériques et mathématiques sont des apprentissages complexes qui mobilisent énergie et effort cognitif de haut niveau. Durant les 20 dernières années, la recherche en neurosciences cognitives a progressé à grands pas pour éclairer ce qui se passe dans le cerveau de l'enfant face à ces apprentissages. Ainsi, on sait mieux

comment accompagner cette entrée dans les cultures, écrites et mathématiques en donnant aux enfants le plaisir d'apprendre et de progresser vers l'autonomie.

LES MÉCANISMES COGNITIFS EN JEU DANS L'ACTE DE LIRE

Alors que le développement du langage oral se réalise assez naturellement par la communication, la lecture et l'écriture sont les résultats d'un apprentissage méthodique. Tous les travaux scientifiques² s'accordent à considérer que l'acte de lire repose sur deux processus fondamentaux et transversaux : l'identification de mots écrits, qui est spécifique à la lecture, la compréhension qui relève de processus généraux non spécifiques à la lecture. Le réseau cérébral de la lecture situé dans l'hémisphère gauche essentiellement, est le même, quels que soient les systèmes d'écriture et les langues ; la porte d'entrée est une région située entre le cortex occipital et temporal de l'hémisphère gauche. Ce réseau intègre les aires du langage, l'aire de Broca qui sert à la production des mots et l'aire de Wernicke pour la compréhension des mots. La lecture met en place une nouvelle interface, du cortex visuel vers le langage oral ; elle réutilise le réseau du langage oral avec les actions, les sensations, les émotions associées. « Apprendre à lire consiste à recycler un morceau de ce cortex (visuel) afin qu'une partie des neurones qui s'y trouvent réorientent leurs préférences vers la reconnaissance des lettres »³. Entre l'apparition du mot sur la rétine de l'œil et l'activation de toutes les régions du cerveau nécessaires à son décryptage puis à l'accès au sens, il se passe... 1/4 de seconde ! Au commencement de tout, il y a donc un langage d'abord construit à l'oral qu'il va falloir redécouvrir dans ses actualisations écrites, en s'appropriant un système de codage. Les connexions établies entraînent l'apparition d'un code phonologique précis et conscient.

DU LANGAGE ORAL VERS LE CODE

L'écriture codifie la langue parlée et doit donc être décodée pour que l'enfant puisse comprendre ce qu'elle signifie. La langue est perçue par l'oreille dans un flux

L'écriture codifie la langue parlée et doit donc être décodée pour que l'enfant puisse comprendre ce qu'elle signifie.

continu de paroles articulées sur la prononciation de phonèmes ; la langue française en compte 36. Chacun de ces 36 phonèmes est l'un des plus petits sons articulés dans la parole. C'est une unité indécomposable dénuée de sens. Le linguiste Ferdinand de Saussure⁴ a donné une définition éclairante du signe linguistique, appelé mot par commodité, qui permet de mieux se représenter d'où vient la compréhension et comment on peut l'étayer grâce à la syllabisation. Le signe linguistique est toujours l'union d'un concept, appelé signifié (le sens), et d'une image acoustique, appelé signifiant (le son). Cette union est aussi étroite que celle du recto et du verso d'une feuille de papier. Lorsqu'on articule le mot « bol » on utilise la suite de phonèmes /b/ /o/ /l/, l'image acoustique, qui est associée à l'idée et l'image du bol. Articuler le mot « balle » passe alors par la substitution d'un phonème qui entraîne un changement du signifiant et du signifié, et du sens du mot. Lorsque l'enfant comprend ce qu'il entend, cela veut dire qu'il accède aux signifiés par les signifiants qu'il perçoit, puisque ces signifiants ne sont pas de simples émissions de sons. Il a appris à reconnaître l'union du signifiant et du signifié en apprenant à parler. S'il veut se faire comprendre, il lui faut trouver la bonne union, ce qu'il fait lors de tous les essais et erreurs dans les tâtonnements langagiers, qui l'aident à améliorer sa maîtrise des mots. Avant l'apprentissage du codage, l'enfant possède un lexique phonologique, il a mémorisé les formes sonores de mots qu'il connaît. Au moment de l'apprentissage, il doit apprendre les règles de correspondances entre graphèmes et phonèmes pour associer des lettres et des

sons. Ensuite, il applique ses connaissances pour décoder de nouveaux mots et les retrouver dans son lexique phonologique. Quand le déchiffrement réussi active en mémoire la forme orale d'un mot connu, le mécanisme du décodage est renforcé. Une représentation graphique du mot est créée dans le lexique orthographique. Un apprentissage de la lecture efficace passe par un apprentissage de la constance et de la prévisibilité du code.

[notion]

DÉCODAGE / ENCODAGE

La lecture est une opération de décodage, c'est-à-dire d'identification de mots par l'association de lettres ou groupes de lettres (les graphèmes) à des sons de la langue (les phonèmes). Combinés entre eux, ils forment des syllabes et des mots, reconnus à partir de leur forme orale : c'est ce qu'on appelle la voie grapho-phonologique. Écrire est une opération d'encodage, dont l'apprentissage doit être combiné avec celui de la lecture. Les correspondances phonème-graphème permettent d'encoder des mots, d'abord connus oralement. L'encodage suppose d'identifier les phonèmes qui constituent les mots puis de sélectionner les lettres ou graphèmes qui les transcrivent. Tout ce qui s'exprime, des phrases les plus simples aux discours les plus élaborés, se prononce à partir de ces 36 sons répartis en 16 voyelles et 20 consonnes. Les graphèmes sont la transcription écrite des phonèmes¹ à partir des 26 lettres de l'alphabet. Ainsi le phonème /i/ de « pli » s'écrit avec un graphème d'une lettre ; le phonème /ou/ de « poule » s'écrit avec un graphème de deux lettres...

1. Tableau phonèmes/graphèmes de la langue française sur http://cache.media.education.gouv.fr/file/Etude_de_la_langue/33/5/RA16_C2C3_FRA_4_Phonogrammes_636335.pdf

 **DU DÉCODAGE À LA COMPRÉHENSION ET L'AUTOMATISATION**

Les recherches⁵ montrent que le niveau de compréhension dépend de la maîtrise de deux compétences : le niveau de

Une simple exposition à l'écrit ne suffit pas à en découvrir les principes.

compréhension du langage oral, le degré d'automatisation des procédures d'identification des mots écrits. Le déchiffrage n'est pas un automatisme vidé de sens. Les langues varient dans la simplicité de leur notation des sons, ce qu'on appelle la transparence des correspondances graphème-phonème. Cette transparence a un impact direct sur la vitesse d'apprentissage de la lecture⁶ et sur la taille de la région du cortex dédiée à la reconnaissance visuelle des mots. La langue française comprend plusieurs irrégularités, mais moins que l'anglais, et elle demande un effort prolongé d'apprentissage. Le travail de compréhension prend appui sur un décodage efficace pour accéder à la signification des mots. L'entrée orale, la prosodie et la phonologie de la parole, et l'entrée visuelle, l'alphabet, font appel à des codes et à des régions cérébrales différentes pour entrer dans le même système linguistique. Une simple exposition à l'écrit ne suffit pas à en découvrir les principes. Selon l'efficacité de la stratégie pédagogique, le code écrit peut s'acquérir en quelques mois pour venir se greffer sur le langage parlé. Le vocabulaire s'apprend à partir d'environnements riches. La présentation d'un mot nouveau dans de nombreux contextes, en réception comme en production, permet d'en affiner le sens. Cet enrichissement linguistique est primordial pour les enfants ayant un bagage lexical pauvre. La lecture permet une meilleure conscience de la structure de la langue. Les marqueurs morphologiques⁷, qui compliquent certes l'orthographe du français, apportent des indices de syntaxe et de sens. La compréhension de la structure de la langue permet de les reconnaître, d'automatiser leur lecture et de pouvoir bien les orthographier.

[portrait]

MICHEL FAYOL (né en 1947)

L'objectif de la lecture est la compréhension

Michel Fayol est professeur émérite en psychologie du développement et membre du conseil scientifique de l'Éducation nationale. Il a travaillé, en particulier, sur l'acquisition de la lecture et de l'orthographe en français et l'acquisition des compétences numériques chez l'enfant.

Son apport majeur est de représenter la compréhension de textes comme une activité de construction de sens. Selon le chercheur, *« l'objectif de la lecture est toujours la compréhension. On lit pour se distraire, pour faire, pour chercher des informations. On ne lit pas pour lire mais pour un objectif qui se trouve en dehors de l'activité elle-même. »* (*Aider les élèves à comprendre*, Hachette, 2003). Pour cela, le lecteur passe par un double traitement de l'information : le traitement des mots écrits et la compréhension du contenu.

Michel Fayol ajoute que comprendre un discours ou un texte, *« consiste à construire une représentation mentale intégrée et cohérente de la situation décrite par ce discours ou ce texte »*. Selon lui, les traitements mis en œuvre pour comprendre un texte concernent à la fois les éléments linguistiques et les concepts et relations que ceux-ci évoquent.

La difficulté consiste à établir les relations entre les idées, souvent portées par des mots comme les pronoms et les connecteurs

temporels « ensuite », « demain »... ou logiques « mais », « donc »... Quand elles sont implicites, leur compréhension fait appel à des mécanismes d'inférence et de raisonnement, activité délibérée et réfléchie qui repose sur une analyse de chacune des phrases et des relations qu'elles entretiennent. Les stratégies d'inférence s'enseignent. Une formule simple résume l'interaction entre le décodage et la compréhension : c'est une relation multiplicative qui donne sens et force à chacune des opérations.

L'ENTRÉE DANS L'ÉCRIT

Grâce au passage à l'écrit, les élèves entrent dans une expérience de la langue qui renforce la perception des mots qu'ils rencontrent en lecture. Écrire un mot qu'ils savent lire leur permet d'en

Gâce au passage à l'écrit, les élèves entrent dans une expérience de la langue qui renforce la perception des mots qu'ils rencontrent en lecture.

fixer l'orthographe, qui, à son tour, en conforte la lecture⁸. Les mécanismes en jeu dans l'écriture, geste et production de texte, se situent dans les aires frontales, pariétales et temporales, le cerveau droit perçoit des choses, des formes et le cerveau gauche les traduit en concepts ou en langage. Les sciences cognitives permettent de comprendre que l'apprentissage du geste de l'écriture améliore l'apprentissage de la lecture, le tracé de lettres avec les doigts y contribue dès la maternelle. Le geste d'écriture permet à l'élève de s'orienter dans l'espace et de comprendre le sens de lecture, les caractères sont en partie reconnus en reconstituant le geste qui les a engendrés.

[trois questions à...]

IRÈNE ALTARELLI, Maître de conférences en psychologie et neurosciences du développement à l'université de Paris

Observe-t-on des changements dans le cerveau à la suite de l'apprentissage de la lecture ?

Les chercheurs ont constaté par IRM fonctionnelle que l'apprentissage de la lecture active le système visuel, et plus particulièrement qu'il est accompagné par l'émergence d'une région spécialisée dans la reconnaissance de la forme visuelle des mots (lettres, groupes de lettres, mots entiers). Cette région apparaît rapidement, dès les premières semaines d'acquisition de la lecture et vient se placer dans une aire cérébrale incluant des régions qui se spécialisent pour d'autres types d'objets visuels, comme par exemple les visages.

Quels sont les facteurs les plus importants pour apprendre à lire ?

Les compétences phonologiques sont importantes : il est essentiel que l'enfant ait appris à manipuler les sons du langage, qu'il comprenne que le langage se segmente en mots et également en segments plus petits du langage oral, en syllabes et en phonèmes (comme par exemple, le son « p » dans « pièce »). Cette capacité de conscience phonologique est essentielle dans l'apprentissage de la lecture et pour le développement de la compréhension de l'écrit ensuite !

Quels sont les exercices à pratiquer ?

Il est important d'imaginer et de mettre en pratique de petits jeux sur ces sous-unités de langage comme des jeux de

rimes ou de contrepèteries. Ce genre d'exercices ludiques prépare les élèves à porter leur attention sur les sous-unités du langage oral.

Aussi, la lecture à haute voix à l'enfant est un moment de partage et d'enrichissement pour l'enfant, une occasion d'apprendre de nouveaux mots et de se familiariser avec des structures syntaxiques propres de l'écrit.



Entretien complet sur [Lea.fr](https://www.lea.fr)

Le geste répété va également permettre au cerveau de désapprendre la ressemblance des lettres miroirs (b, p, d, q). Un niveau suffisant d'automatisation du geste graphique n'est atteint que vers l'âge de dix ans, les performances graphomotrices continuent de se développer encore à l'adolescence.

Des études menées⁹ mettent en évidence les pratiques les plus efficaces pour que les élèves puissent mémoriser l'orthographe des mots et des chaînes écrites pour les réinvestir dans les productions écrites. Les exercices de copie et de dictée doivent être réguliers pour produire un effet sur le long terme. L'acquisition (dès le CP) et la mise en mémoire de l'orthographe des mots s'appuient essentiellement sur la mémorisation dans le bon ordre des lettres qui les composent. La copie permet à l'élève d'écrire les lettres d'un mot dans l'ordre et en ce sens participe à la construction de l'orthographe. L'enseignant centre l'attention des élèves sur des particularités, des régularités. La dictée est un temps d'apprentissage si elle favorise la mémorisation orthographique (consonnes doubles, lettres muettes...).

 **MAIN ET/OU MACHINE : POUR DÉPASSER**

LE DÉBAT

La graphie manuelle permet une appropriation des formes orthographiques dans le même temps que la construction d'une image mentale. Sur le clavier, on apprend à taper sur les bonnes touches, à contrôler sur le plan vertical la formation du texte, lettre à lettre, ligne à ligne sur l'écran. La technologie de la machine prend en charge le déplacement de l'écrit et la mise en page du texte. *« Il est à noter que l'écriture avec le clavier, qui doit faire l'objet d'un apprentissage spécifique, ne peut remplacer l'écriture manuelle. Il a en effet été montré que la production manuscrite des lettres permet une meilleure mémorisation des mots écrits et aussi une meilleure reconnaissance en lecture, la mémoire sensorimotrice venant assister la mémoire visuelle. »*¹⁰ Les outils numériques peuvent constituer *« une aide efficace pour remédier aux difficultés de maîtrise du langage écrit des élèves »* mais ne remplacent pas l'apprentissage de l'écriture cursive. Les contraintes de la production écrite – automatiser des procédures, notamment orthographiques, anticiper les informations et leur mode d'organisation, revenir sur ce qui a été produit pour réviser le texte – doivent être enseignées et entraînées. Pour qu'elles soient efficaces en saisie-machine, il convient que les élèves les entraînent d'abord en écriture manuelle.

LE CERVEAU LOGICO-MATHÉMATIQUE

L'imagerie a démontré que le cortex pariétal, en particulier le sillon intra-pariétal, est le siège du sens des nombres et des quantités. L'aire des mathématiques est commune aux bébés, aux enfants et aux experts. Les recherches sur les bébés montrent qu'ils ont déjà des compétences pour les « fondements » mathématiques¹¹ et disposent d'un système de perception approximative des

grandeurs numériques ainsi que d'une disposition à percevoir les tout petits nombres 1, 2, 3. Un consensus existe sur le fait que ce « sens du nombre » sert de fondation à l'acquisition des symboles pour les nombres. Quelques expériences d'IRM chez l'enfant, menées notamment par le groupe de Daniel Ansari¹², montrent une augmentation d'activité avec l'âge, particulièrement dans le sillon intra-pariétal gauche, avec un raffinement progressif de la représentation des quantités. La recherche a également établi que l'aire de la forme visuelle des nombres réagit aux nombres écrits en chiffres arabes chez l'adulte, elle se situe à la base du gyrus temporal inférieur des deux hémisphères. Chez l'enfant, l'automatisation du calcul mental s'accompagne d'une augmentation d'activation dans les régions pariétale et temporale inférieures de l'hémisphère gauche. On voit également une diminution importante de l'activité des aires préfrontales : l'automatisation libère les ressources cognitives centrales.

Avant d'arriver à l'école, tous les jeunes enfants possèdent des intuitions proto-mathématiques profondes et abstraites, qui

Les recherches sur les bébés montrent qu'ils ont déjà des compétences pour les « fondements » mathématiques.

vont servir de « socle » aux apprentissages. L'enseignement des mathématiques doit s'appuyer sur ces intuitions, tout en les formalisant par le biais des symboles écrits et oraux. Le boulier, le comptage sur les doigts sont des supports utiles à ces intuitions. Apprendre à réciter la suite des nombres ne suffit pas, il faut comprendre le sens et le but du comptage, ce qui implique l'établissement explicite des liens entre symboles et quantités. L'apprentissage du calcul exact présente des difficultés pour tous les enfants. Un travail quotidien de mémoire permet de l'automatiser, libérant les ressources cognitives pour des réflexions mathématiques d'ordre supérieur. Les jeux numériques, les jeux de plateau, et certains logiciels éducatifs peuvent être utilisés avec succès pour faciliter les apprentissages mathématiques.

Les compétences essentielles aux apprentissages mathématiques sont de savoir suivre des consignes dans l'ordre donné, reconnaître des modèles, estimer le plus justement possible une quantité, une taille, visualiser mentalement des images et les manipuler, avoir un sens de l'orientation et de l'organisation spatiale, effectuer un raisonnement déductif, raisonner en partant du général pour aller vers le particulier. La généralisation et conceptualisation sont efficaces si elles s'appuient sur de la manipulation de matériel, qui contribue au renforcement tactile et spatial des concepts. Il favorise la concentration et aide à développer les structures cognitives nécessaires pour comprendre les relations arithmétiques. Les élèves qui rencontrent des difficultés en mathématiques montrent plus d'intérêt avec des problèmes de la vie courante. Il faut donc les aider à percevoir les mathématiques comme un langage et non comme une collection de formules abstraites.

[cas pratique]

COMMENT L'IRM PERMET-ELLE DE COMPRENDRE LE CERVEAU ?

Après avoir expliqué le fonctionnement du cerveau dans le cas pratique du premier chapitre, l'enseignant peut, dans un second temps, présenter à ses élèves la technologie sur laquelle s'appuient ces recherches.

Il s'agit de l'Imagerie par Résonance

Magnétique (l'IRM), utilisée depuis les années 1980 et qui a permis de grandes avancées. « Elle permet de visualiser les tissus mous, et notamment le cerveau, ce que ne permettaient pas les rayons X », explique Arnaud Cachia, professeur de neurosciences cognitives à l'Université de Paris. Contrairement aux rayons X, qui peuvent être invasifs, cette technologie ne présente aucun danger connu, même pour les très jeunes enfants.

Il existe deux sortes d'IRM : l'IRM anatomique qui cartographie le cerveau et l'IRM fonctionnelle permettant de visualiser, de manière indirecte, le fonctionnement cérébral. Son principe : l'appareil observe, en temps réel, les variations d'oxygénation du sang. Lorsqu'il y a activité neuronale, elle se traduit par une augmentation du débit sanguin, ce qui va colorer la zone active à l'écran. Le chercheur fait alterner chez le patient des périodes d'activité et des périodes de repos et comparera ensuite les zones colorées et les zones plus calmes qui sont en gris.

En observant l'activité cérébrale d'enfants qui réalisent exactement la même tâche, les chercheurs essaient de comprendre ce qu'il y a de différent dans la structure et le fonctionnement de leur cerveau selon qu'ils réussissent ou échouent dans la tâche.

Point essentiel, le chercheur travaille toujours à base d'hypothèses de fonctionnement des aires cérébrales.



« L'imagerie cérébrale permet de voir si le modèle d'hypothèses que nous émettons est validé ou pas », précise Arnaud Cachia. Si l'on prend l'exemple du décodage de mots, le chercheur fait l'hypothèse qu'il y a des mouvements différents dans les aires cérébrales pour lire un mot qui a un sens et lire des lettres ne voulant rien dire, puis il va comparer les images obtenues avec celles où l'enfant décode des lettres formant un mot ayant un sens. En fonction des images comparées, il pourra dire s'il y a une activité différente, mais pas plus. Puis il émettra d'autres hypothèses et fera faire d'autres tests. Ainsi, l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle permet de comprendre le mécanisme global de la lecture. Mais il y a peut-être d'autres facteurs qui interviennent et que les chercheurs ignorent encore.

1. Stanislas Dehaene, *Les Neurones de la lecture*, Odile Jacob, 2007

2. Voir notamment S. Dehaene *Les Neurones de la lecture*, qui explique les processus par le biais de la neurobiologie, de la neuropsychologie, des théories de l'information et même de la génétique.

3. S. Dehaene, op. cit.

4. Fondateur de la linguistique moderne (1857-1913).

5. A. Castles, K. Rastle, K. Nation K (2018). Ending the Reading Wars: Reading Acquisition From Novice to Expert. *Psychological Science in the Public Interest*, 19(1), 5–51.

6. J. C. Ziegler (2018). Différences inter-linguistiques dans l'apprentissage de la lecture. *Langue Française*, 35-49.

7. S. Casalis, P. Colé (2016). Morphologie (psycholinguistique), *Encyclopaedia Universalis* (en ligne) : <https://www.universalis.fr/encyclopedie/morphologie/>

8. L. Sprenger-Charolles, Colloque « Sciences cognitives et éducation », Collège de France,

2012.

9. Les performances en orthographe des élèves en fin d'école primaire (1987-2007-2015), note d'information de la Direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance (Depp), n° 28, novembre 2016.

10. Liliane Sprenger-Charolles, 2012, op. cit.

11. Stanislas Dehaene, *La bosse des maths, quinze ans après*, Odile Jacob, 2007.

12. Daniel Ansari dirige le laboratoire de cognition numérique à l'Université Western (Canada). Il utilise des méthodes comportementales et de neuro-imagerie pour comprendre comment se développent les compétences numériques et mathématiques. Il est cité par Stanislas Dehaene dans les cours du collège de France.

3.

LES FONCTIONS EXÉCUTIVES

« Les fonctions exécutives constituent l'outillage cérébral que la nature met à disposition de l'humain [...] pour penser et agir. »¹



Les fonctions exécutives représentent l'ensemble des processus cognitifs qui permettent de réguler intentionnellement la pensée et les actions dans l'atteinte d'un but précis. Elles regroupent le contrôle inhibiteur, la mémoire de travail et la flexibilité cognitive ; elles se développent progressivement dès la petite enfance. Elles jouent un rôle-clef dans les apprentissages fondamentaux, lire, écrire, compter, raisonner et pour les aptitudes socio-émotionnelles. En prenant en compte les fonctions exécutives à l'école, en mettant en place des stratégies d'entraînement, on peut aider les élèves à progresser et à mieux réussir dans leurs apprentissages. Les dernières recherches participatives, menées avec des laboratoires et des enseignants ont permis de stabiliser des procédures et des jeux qui permettent de les renforcer.

 **DES OUTILS POUR PENSER ET AGIR**

Les fonctions exécutives sont les capacités du cortex préfrontal, plus exactement d'un circuit pariéto-frontal, qui contrôlent l'exécution des conduites, le choix des stratégies, la prise de décision. Elles sont mobilisées dans les situations qui demandent de la réflexion et de l'adaptabilité face à des situations nouvelles « non-routinières ». D'après les recherches d'Adèle Diamond², il existe trois fonctions exécutives principales, l'inhibition cognitive, la mémoire de travail, la flexibilité cognitive, sur lesquelles se construisent les fonctions exécutives de plus haut niveau telles que la planification, la résolution de problème et le raisonnement. Elles rassemblent des composantes diverses comme l'élaboration de stratégies, la planification des tâches par l'anticipation et la réalisation logique, le maintien de l'attention et la surveillance de l'avancement jusqu'à la réalisation du plan. Le contrôle inhibiteur est la capacité de résister aux informations non pertinentes, aux automatismes, ainsi qu'aux comportements inadaptés. La mémoire de travail permet de maintenir en mémoire et de manipuler des informations durant une courte période. La flexibilité cognitive permet l'adaptation aux imprévus, la correction des erreurs, le passage d'une tâche à l'autre. Les enfants qui développent de bonnes fonctions exécutives sont plus à l'aise avec les attentes scolaires ; ils apprennent plus facilement à lire, à écrire, à compter et à raisonner. Le développement des fonctions exécutives est rapide lors de la petite enfance et s'accélère de nouveau à l'adolescence. À 3 ans, les enfants sont capables de réussir des tâches qui comportent deux règles différentes (par exemple appuyer sur un bouton lorsqu'une pomme rouge s'affiche à l'écran, et sur un autre bouton lorsqu'une pomme verte apparaît). Ils sont capables de focaliser leur attention sur une des deux règles le temps nécessaire pour arriver au but et inhiber l'autre règle, les deux consignes étant maintenues dans la mémoire de travail. Dès 4 ans, ils peuvent reconnaître un objet pour ce qu'il est et pour sa ressemblance avec un autre, « *C'est un animal mais on dirait une feuille* ». L'enfant devient progressivement capable de différer une récompense pour en obtenir une plus grande. À 5 ans, il peut inhiber une règle pour en activer une autre, même quand elle

concerne deux caractéristiques d'un même objet (par exemple, appuyer sur un bouton lorsqu'un objet rouge et rond s'affiche à l'écran, et appuyer sur un autre bouton lorsque c'est un objet rouge et carré). Comme la mémoire se développe, il se souvient des lieux et des objets qu'il a déjà explorés, il peut mettre en place des stratégies de recherche et se représenter des alternatives.

Les fonctions exécutives des enfants de 7 ans s'approchent de celles des adultes. Ils peuvent focaliser leur attention sur une tâche. Le développement du contrôle exécutif implique une diversification des processus en jeu, une spécialisation ; l'enfant est progressivement capable de rester concentré sur un but et de choisir les comportements les mieux adaptés à une situation.

[portrait]

OLIVIER HOUDÉ (né en 1963)

L'inhibition, essentielle dans les apprentissages

Instituteur de formation et docteur en psychologie, Olivier Houdé est co-directeur du Laboratoire de Psychologie du Développement et de l'Éducation de l'enfant (LaPsyDÉ). Il est l'un des premiers à avoir utilisé l'imagerie cérébrale dans ses travaux. Il est parti des travaux de Jean Piaget en reprenant, notamment, l'idée d'un développement non linéaire de l'intelligence chez l'enfant. Son concept-clé est l'inhibition, présentée comme une fonction exécutive déterminante dans le choix sélectif d'une stratégie adaptée. Il a mis en évidence trois systèmes cognitifs dans le cerveau. Le système 1 est rapide, automatique et intuitif. Le système 2 est plus lent, logique et réfléchi. Le système 3 assure l'inhibition des automatismes de la pensée quand l'application de la logique est nécessaire. Il a montré que se développer, c'est apprendre à inhiber des stratégies existantes qui rentrent en compétition avec de nouvelles stratégies.

L'INHIBITION COGNITIVE

L'inhibition cognitive est le processus du cerveau qui permet de résister aux

L'inhibition cognitive est le processus du cerveau qui

heuristiques perceptives et cognitives qui court-circuitent le raisonnement efficace. C'est un contrôle intentionnel des pensées,

permet de résister aux heuristiques perceptives et cognitives qui court-circuitent le raisonnement efficace.

des comportements et des impulsions. Selon Olivier Houdé³, le cerveau comporte trois systèmes de pensée : le système heuristique, correspondant aux pensées automatiques, le système algorithmique, celui de la pensée logico-mathématique, et le système de l'inhibition qui intervient lorsqu'il existe un conflit entre les deux premiers systèmes. Il interrompt alors le système heuristique pour activer celui des algorithmes dans un rôle d'arbitrage. Quand des enfants jouent au jeu *Jacques a dit*, ils doivent inhiber l'action à accomplir si la demande n'est pas précédée de la formule « *Jacques a dit...* ». Le signal « stop » est destiné à contrôler les réactions impulsives et focaliser l'attention sur la tâche attendue. L'intelligence consiste à arbitrer, c'est-à-dire à déterminer les situations dans lesquelles la réflexion doit se substituer à la spontanéité. C'est le cas dans un problème arithmétique (« Pierre a 10 billes. Il a 5 billes de moins que Lisa. Combien de billes à Lisa ? ») où les élèves associent automatiquement la formule langagière « moins que » à la soustraction. Dans certains cas, il est nécessaire d'inhiber cette heuristique pour utiliser l'algorithme exact. Les résultats des examens d'imagerie indiquent un basculement net des activations cérébrales de la partie postérieure du cerveau vers le cortex préfrontal qui traduit une dynamique cérébrale inverse de celle de l'automatisation. Quand deux situations scolaires sont source de conflit cognitif entre deux savoirs, l'élève doit savoir inhiber la stratégie qu'il pense efficace au bénéfice d'une nouvelle stratégie, qui sera pertinente. Un repérage des blocages cognitifs les plus courants chez les élèves (« moins que », le « s » à la fin du mot précédé du mot « les » comme dans « il les mange ») permet ensuite d'apprendre à les inhiber à travers des activités pédagogiques régulières sous forme de jeux⁴, des stratégies comme « l'attrape-pièges » (cf. cas pratique ci-après). Une

recherche collaborative menée sur le portail Lea.fr en partenariat avec le LaPsyDÉ auprès de 150 enseignants d'école élémentaire a démontré qu'un entraînement régulier au contrôle inhibiteur des élèves améliorerait leurs performances⁵.

LA MÉMOIRE DE TRAVAIL

La mémoire de travail est l'atelier du cerveau. Adèle Diamond la définit comme le maintien d'une information à l'esprit tout en travaillant mentalement avec celle-ci. Elle permet de voir les choses selon différents points de vue, de comprendre les logiques d'un texte entendu ou lu, d'appréhender une situation dans son ensemble, de transformer des instructions en plans d'action. Elle est impliquée dans des activités cognitives complexes, telles que le raisonnement, la compréhension, la résolution de problèmes. On dit qu'elle est éphémère, qu'elle s'efface comme un écrit sur un verre embué ; de fait, elle a une capacité limitée. Nous pouvons maintenir et manipuler simultanément 7 plus ou moins 2 éléments simultanément (c'est-à-dire entre 5 et 9 éléments, en moyenne, selon les personnes). C'est vers 7 mois que se développe la mémoire de travail. Vers 6-7 ans, un enfant découvre la stratégie de répétition pour conserver les informations. Elle augmente de 7 % par an dès 8 ans, pour atteindre son apogée à 25 ans. À 55 ans, la mémoire de travail équivaut à celle d'un enfant de 12 ans. La confrontation à un environnement riche stimule la mémoire de travail, encore faut-il être capable de résister à une multiplicité de stimuli pour pouvoir se concentrer. Des facteurs conjoncturels tels que le stress, la fatigue, un état mental inquiet ont une influence négative sur les performances.

Les enseignants doivent être particulièrement attentifs à leurs démarches

La mémoire de travail est l'atelier du cerveau.

pédagogiques⁶ pour qu'elles soient adaptées aux capacités de la mémoire de travail de leurs élèves : volume de traitement, études de sujets complexes, recours à des modalités visuelles et auditives de présentation, place laissée à la compréhension. Quelques précautions peuvent être prises : 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 texte étudié selon l'âge des élèves.

LA FLEXIBILITÉ COGNITIVE

La flexibilité cognitive est la capacité à s'adapter aux changements dans l'environnement pour changer de stratégie, de manière de raisonner et de penser. Elle mobilise la mémoire de travail et la capacité à inhiber. Les capacités de flexibilité cognitive se développent graduellement, en relation avec la maturation des réseaux cérébraux engagés dans la mémoire de travail et le contrôle inhibiteur. Par ailleurs, faire preuve de flexibilité cognitive permet de mieux s'entendre avec les autres, un enfant moins flexible peut paraître rigide ou opposant, il tient souvent à son point de vue ou à sa manière de faire qu'il défend âprement. Ceci peut constituer un obstacle à ses progrès. Pour grandir et apprendre en toute sécurité, l'enfant doit donc savoir s'adapter. Un développement affectif adaptatif est porteur de bien-être pour l'enfant, alors que les difficultés de régulation émotionnelle amènent des perturbations de l'humeur et des problèmes de comportement. Réguler et adapter volontairement son comportement dépend fortement de la maturation des lobes frontaux ; la régulation cognitive et émotionnelle est intense pendant la période préscolaire et se poursuit tout au long de l'enfance et de l'adolescence. Cette flexibilité peut être améliorée

en habituant les élèves à passer rapidement d'une tâche à une autre, en verbalisant par exemple le changement d'activité, un changement de consigne, un changement de stratégie si celle qui avait été choisie est inopérante. De manière générale, encourager l'émergence des idées créatrices et innovantes améliore la flexibilité.

LA MÉTACOGNITION

La métacognition 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

Une manière de favoriser le développement des fonctions exécutives est d'agir sur l'environnement scolaire, par les aménagements, la qualité du climat de classe, la nature des activités proposées.

rétrospective, pour évaluer la réalisation correcte de l'action. Lors de la phase de l'évaluation prédictive, le cerveau analyse quatre dimensions de l'action : l'importance du but, l'intérêt de l'activité, l'effort à consentir et la probabilité d'atteindre le but, eu égard aux circonstances présentes. L'évaluation a posteriori amène à des anticipations qui permettront de prédire la réussite de tâches de même nature, selon l'analyse de l'effort, la probabilité de réussite ultérieure et le sentiment d'efficacité personnelle. C'est en veillant à des régulations pédagogiques appropriées, comme l'étayage et les feedbacks sur l'accomplissement de la tâche, que l'enseignant aide les élèves à surmonter les heuristiques prédictives et les sentiments qui en résultent, qui décident du « vouloir apprendre ». « Une "bonne régulation" conduit l'élève à s'engager dans l'apprentissage avec confiance et enthousiasme. La « mauvaise régulation » de la métacognition se solde par le dégoût

d'apprendre, l'évitement de l'école, le décrochage, et par ce que l'on nomme "la spirale de l'échec". »⁷ Il n'y a pas d'autorégulation métacognitive sans décision de l'élève d'effectuer une action. Elle suppose qu'il puisse s'y engager parce qu'elle est cognitivement accessible pour lui ; c'est la condition de compétence disponible ou de « pouvoir apprendre ». Il faut qu'il soit motivé, c'est le « vouloir apprendre ». Il faut qu'il puisse s'auto-évaluer, c'est la condition du « pouvoir s'évaluer ». Quelques stratégies métacognitives peuvent être inscrites dans les consignes des tâches, par exemple « Vérifiez bien que... », « Attention à bien... ». ⁸

[trois questions à...]

GRÉGOIRE BORST

Professeur de psychologie du développement et de neurosciences cognitives de l'éducation et directeur du LaPsyDÉ.

Comment améliorer les fonctions exécutives des enfants en classe ?

Il existe deux approches possibles : l'une qui consiste à utiliser des activités qui entraînent ces fonctions exécutives et l'autre qui consiste à faire prendre conscience aux enfants de la nécessité de mobiliser ces fonctions dans tel ou tel contexte.

Comment les mettre en place ?

Durant les parties de jeu « 1,2,3 soleil », les enfants mobilisent leur inhibition motrice pour ne plus bouger quand l'enfant qui dit « 1,2,3 soleil » se retourne. Il en est de même lorsqu'ils jouent à « ni oui ni non ». Toute la question est de savoir dans quelle mesure l'amélioration de ces fonctions

exécutives dans le cadre de ces petits jeux se transfert à des activités scolaires. Pour le moment, les résultats sont encore très aléatoires.

Dans une perspective plus métacognitive, l'enjeu est de faire prendre conscience à l'élève que certaines de ses difficultés, de ses erreurs viennent de la difficulté qu'il peut avoir à résister à un automatisme qu'il a développé dans un autre contexte.

Est-ce possible ?

Oui, nous l'avons constaté dans le cadre de la résolution de problèmes de raisonnement logique. En comparant des élèves à l'entrée au collège et ceux à la sortie du lycée, nous avons observé que la proportion de ceux qui étaient en mesure d'avoir des intuitions logiques augmentait significativement. Pour trouver très rapidement la bonne réponse dans ces problèmes de raisonnement logique, ils ont sans doute appris à inhiber de manière quasi automatique leur biais (automatisme) de raisonnement.



Entretien complet sur [Lea.fr](https://leaproject.fr)

LES FONCTIONS EXÉCUTIVES ET LES APPRENTISSAGES

Une première manière de favoriser le développement des fonctions exécutives est d'agir sur l'environnement scolaire, par les aménagements, la qualité du climat de classe, la nature des activités proposées qui reposent sur l'engagement actif de l'enfant, la posture de l'enseignant, bienveillant et sécurisant. À l'école

maternelle, l'enseignant peut construire des réseaux attentionnels en favorisant les zones de jeu et les petits groupes et adopter une posture éducative bienveillante, basée sur une attention sincère portée aux actions et aux émotions des enfants, en particulier les plus « en retrait ». Des études récentes ont démontré l'impact de l'environnement de l'enfant sur les apprentissages cognitifs⁹.

[notion]

L'AUTO-RÉGULATION

C'est le processus par lequel les élèves maîtrisent leurs pensées, leurs comportements et leurs émotions pour réussir à vivre pleinement des expériences de développement et d'apprentissage. Selon le chercheur canadien Stuart Shanker, l'autorégulation se rapporte au degré d'efficacité avec lequel l'enfant réagit aux facteurs stressants et revient ensuite à un état de calme où il peut se concentrer et rester alerte. Il n'est pas si facile de cultiver la capacité d'autorégulation des élèves. Dans un contexte éducatif, plusieurs manifestations de l'autorégulation peuvent être observées, telles qu'attendre son tour dans les situations de jeu, se rappeler les consignes, attendre son tour avant de parler ou encore persévérer dans une activité ou un atelier. Elle intègre plusieurs compétences comme observer, organiser sa pensée et planifier.

Les enfants de milieux « fragiles » ont des fonctions exécutives moins bonnes que ceux vivant dans des environnements porteurs. Ces différences sont en partie liées au stress généré par l'incertitude qui caractérise un environnement plutôt qu'un autre.

En classe, il est possible d'améliorer les situations éducatives, notamment en comprenant le profil de l'enfant pour l'aider à installer ses propres capacités exécutives et lui fournir des étayages, notamment saisir toutes les occasions de faire avec lui, l'engager sur des tâches partagées. Le fait de multiplier les interactions sociales avec des jeux, des activités à plusieurs, de mettre en place des démarches de projets, de favoriser la concentration avec des activités physiques, de respiration, de relaxation est une aide aux apprentissages.

Dans les processus comme l'association graphophonologique ou le raisonnement en mathématiques, les recherches¹⁰ montrent que les fonctions exécutives, comme la mémoire de travail et le contrôle inhibiteur, mesurées chez des enfants de 4 ans constituent un prédicteur des compétences en lecture et en mathématiques chez les enfants de 7 ans. Des études et des expérimentations menées au plan international montrent que des programmes ont permis de cibler avec succès le développement des fonctions exécutives. Ainsi, il a été démontré que les programmes d'éducation à la petite enfance tels que *Head Start*¹¹ ou *Tools of the mind*¹² mettent en place du soutien en matière de maîtrise de soi en classe, installent des règles et des routines claires ; les appuis, les étayages de l'adulte selon le comportement d'un enfant sont déterminants. Ceci permet de réduire les écarts de réussite entre les enfants avant l'entrée à l'école élémentaire. Étant donné l'importance des fonctions exécutives pour l'efficacité scolaire et le bien-être de l'enfant, l'identification précoce des problèmes d'autorégulation cognitive et comportementale est très importante. L'autorégulation (*cf.* l'encadré sur la notion) permet à l'enfant d'avoir des interactions sociales positives et détermine des comportements qui l'accompagneront toute sa vie. Cette autorégulation revêt plusieurs formes¹³ : biologique, émotionnelle, cognitive et sociale. Selon le psychologue Lev Vygotsky, chez les jeunes enfants, l'autorégulation se développe au cours d'interactions avec les pairs, dans le cadre de jeux où il faut faire semblant, en créant un monde imaginaire partagé, en passant ou

non par le langage. Quand les élèves travaillent en petits groupes sur des tâches nécessitant un plan, l'autorégulation métacognitive est active. Quand les activités ne sont pas trop supervisées, les enfants font preuve de régulation métacognitive partagée et méta-émotionnelle grâce à la palette des émotions qui s'expriment naturellement. Les chercheurs, Bodrovan et Leong¹⁴ montrent que les enfants qui sont incapables de s'autoréguler à l'âge de 4 ans auront plus de difficultés à suivre les consignes scolaires à 6 ans.

[cas pratique]

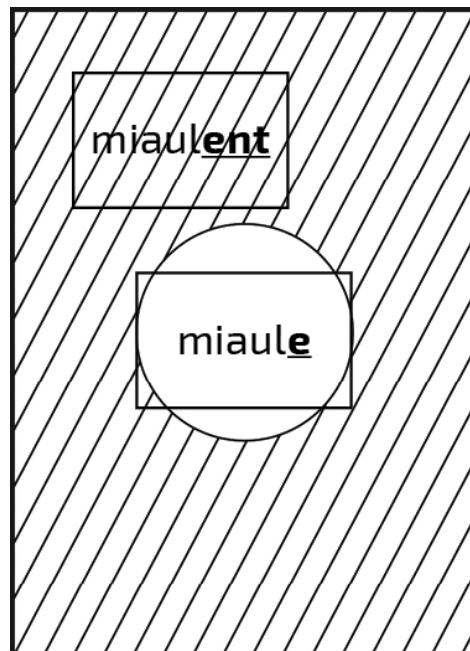
COMMENT AIDER À INHIBER UNE HEURISTIQUE ?

Un matériel ludique à manipuler, l'attrape-pièges, a été inventé par le LaPsyDÉ¹ pour bloquer les stratégies automatisées inefficaces dans certains cas. Cette manière d'inhiber les heuristiques permet d'installer les règles correctes, appelés aussi algorithmes.

Les études menées par le Laboratoire de psychologie du développement et de l'éducation de l'enfant à La Sorbonne (LaPsyDÉ) ont montré qu'une notion scolaire peut être renforcée en mettant en exergue les stratégies automatisées (appelées aussi heuristiques) qui sont inefficaces dans un contexte donné. Appelées pièges, ces stratégies peuvent



être bloquées à l'aide d'un matériel ludique à manipuler, l'attrape-pièges, qui aide les élèves à inhiber les heuristiques préalablement identifiées et à installer la règle correcte (appelée algorithme). Dans l'exemple dessiné, l'attrape-pièges s'utilise avec l'énoncé à compléter (« Le chat des voisins miaul_ »), présenté par l'enseignant aux élèves. Ces derniers disposent de deux étiquettes pour compléter : « miaule », « miaulent ».



Sur l'une est inscrite la mauvaise réponse (« miaulent »), celle qui correspond à la réponse heuristique. Elle est à glisser sous les hachures de l'attrape-pièges : c'est la réponse à inhiber. Sur l'autre est inscrite la bonne réponse (« miaule »), celle qui correspond à l'algorithme. Elle doit être posée sur le rond central : c'est la réponse à activer². « Il est prouvé que mettre en

avant le piège à éviter est plus efficace que le seul rappel de la règle, explique Marie Létang, doctorante au LaPsyDÉ. Elle améliore les performances des élèves de façon plus importante qu'une méthode pédagogique plus classique centrée uniquement sur l'apprentissage de la stratégie efficace. »

Utilisé en classe en mathématiques ou en français, l'attrape-pièges permet aux élèves de prendre du recul sur les réponses qu'ils donneraient de manière automatique.

1. Laboratoire de Psychologie du Développement et de l'Éducation de l'Enfant

2. Plus d'explications sur l'attrape-pièges dans *Entraîner le cerveau à résister*, coll. « Du labo à la classe », Nathan, 2020. Deux versions non lecteurs et lecteurs.

1. Jean-Luc Berthier, « Les cogni'classes », in *Pédagogies alternatives et démarches innovantes*, Nathan, 2020.

2. Adèle Diamond est Professeure de la Chaire de recherche en neuroscience du développement cognitif du département de psychiatrie de l'Université de la Colombie-Britannique. Auteure de : (2013). *Exécutive functions*, *Annual review of Psychology*, 64: 135–168.

3. *L'école du cerveau*, Mardaga, 2018.

4. Voir Marie Létang, Julien Garbarg-Chenon, *Entraîner le cerveau à résister*, coll. « Du labo à la classe », Nathan, 2020 (2 versions non lecteurs et lecteurs).

5. Voir chapitre 10, *Le cerveau et les apprentissages*, Nathan, 2019.

6. Pour aller plus loin « Les cogni'classes », in *Les pédagogies alternatives et les démarches innovantes*, p. 123 à 135, Nathan, 2020.

7. Joelle Proust : <https://www.pedagogie.ac-nantes.fr/sciences-economiques-et-sociales/mutualisation/didactique/la-metacognition-les-enjeux-pedagogiques-de-la->

recherche-1229073.kjsp?RH=SES

8. Voir Joelle Proust, op. cit.

9. Clancy Blair, C. Cybele Raver (2016). Poverty, Stress, and Brain Development: New Directions for Prevention and Intervention. *Academix Pediatrics*, 16(3), 30-36.

10. Recherches de Bull, Espy et Wiebe.

11. <http://www.enfant-encyclopedie.com/sites/default/files/dossiers-complets/fr/fonctions-executives.pdf>

12. <https://www.innovation.ca/fr/reussites/outils-lintelligence>

13. Modèle de S. Shanker, chercheur canadien.

14. Elena Bodrova, Deborah J. Leong, (2007). *Tools of the Mind: The Vygotskian approach to early childhood education* (2nd Ed.). Merrill/Prentice Hall.

4. L'ATTENTION

« L'attention est la prise de possession par l'esprit, sous une forme claire et vive, d'un objet ou d'une suite de pensées parmi plusieurs qui semblent possibles [...]. Elle implique le retrait de certains objets afin de traiter plus efficacement les autres. »¹



L'attention est une fonction cérébrale dont l'une des missions principales est d'opérer un tri entre différents stimuli et informations pour consacrer « le temps de cerveau disponible » à l'école aux apprentissages les plus efficaces. Au cours des différents temps de classe, l'élève doit apprendre à bien gérer son attention, à rester concentré pour ne pas perdre le fil et les buts de ses tâches. Il doit prendre conscience des multiples sources de distraction, pour mieux contrôler ses activités et redonner du pouvoir à ses « neurones-chefs ». L'aménagement des espaces de travail, une bonne gestion du rythme des activités sont des aides pour les élèves. Les programmes issus des neurosciences proposent des démarches de classe pour enseigner les bons

gestes aux élèves. La stabilisation de l'attention est bien une compétence transversale, indispensable pour toute forme d'apprentissage.

UN PILIER DE L'APPRENTISSAGE

Être attentif, c'est mobiliser les cinq sens pour percevoir de manière optimale tout ce qui se passe autour de soi, rechercher, faire le tri entre les informations. L'attention est le processus, à la fois sensoriel et intellectuel, qui permet de traiter les stimuli

L'attention figure parmi les quatre grands facteurs clés qualifiés de « piliers de l'apprentissage » jouant un rôle déterminant dans la vitesse et la facilité des apprentissages scolaires.

les plus importants pour répondre de manière adaptée à une situation. Sur le plan de l'anatomie cérébrale, Michael Posner² et Steve Petersen³ ont décrit trois fonctions attentionnelles. La première est la fonction d'alerte. Elle permet d'élever et maintenir un état d'alerte en préparation de l'apparition d'un stimulus. La deuxième est la fonction d'orientation qui permet à l'attention de se focaliser sur la perception des objets, la localisation spatiale, le langage. Elle repose sur les parties postérieures du cerveau et comprend plusieurs composantes qui vont activer ce qui a été sélectionné et inhiber d'autres données. La troisième, la fonction exécutive attentionnelle, détermine les éléments vers lesquels l'attention va se diriger en fonction des buts, et va permettre la résolution de conflits. Les études d'imagerie cérébrale fonctionnelle montrent clairement le réseau d'interaction des régions du cerveau, les régions préfrontales pour le contrôle, les régions postérieures dans l'orientation et la sélection, notamment spatiale, les structures sous-corticales comme le thalamus dans le filtrage de l'information, le tronc cérébral dans la modulation de

l'éveil et de l'alerte.

L'attention figure parmi les quatre grands facteurs clés qualifiés de « piliers de l'apprentissage » jouant un rôle déterminant dans la vitesse et la facilité des apprentissages scolaires. Stanislas Dehaene⁴ déclare que le plus grand talent d'un enseignant consiste à canaliser et captiver, à chaque instant, l'attention de l'enfant, afin de l'orienter vers le niveau approprié, mais aussi de lui apprendre à mobiliser son attention. Elle est le premier levier de la mémorisation, de la qualité de l'action, de l'évitement des biais de la pensée. Tout au long de la journée, l'élève est amené à l'exercer pour saisir les informations, observer ce que présente l'enseignant, raisonner et agir à partir des consignes.

[portrait]

JEAN-PHILIPPE LACHAUX (né en 1970)

Entraîner l'attention

Neurobiologiste, chercheur en sciences cognitives et directeur de recherches à l'Inserm (Centre de recherche en neurosciences de Lyon), Jean-Philippe Lachaux s'est spécialisé sur l'attention et l'éducation à l'attention. Ses recherches concernent les mécanismes neuronaux de l'attention et de la concentration avec un regard particulier pour répondre à des questions concrètes : pourquoi sommes-nous si facilement distraits ? Se concentrer demande-t-il un effort ?

Il a lancé le projet ATOLE (pour ATtentif, à l'écOLE) en 2014 avec des professionnels de l'enfance et de l'adolescence, dont l'objectif est d'aider l'élève à mieux comprendre son cerveau et les forces qui bousculent son attention au quotidien. Près de 20 000 élèves et professeurs ont été formés.

LES FORMES ET LIMITES DE L'ATTENTION

Les chercheurs⁵ distinguent deux formes d'attention. L'attention sélective permet de repérer un visage dans une foule, des mots dans un texte, de sélectionner des objets... Elle se distingue de l'attention intellectuelle exécutive, qui est l'attention portée aux opérations et processus mentaux. L'attention sélective désigne donc la capacité à sélectionner une source de stimulation que l'enfant estime, consciemment ou non, plus importante qu'une

autre. Cette capacité se manifeste vers l'âge de 2 ans. Elle continue de s'améliorer au-delà de cet âge. Entre 3 et 7 ans, les capacités d'attention de l'enfant sont plus évidentes si on stimule ses sens, l'ouïe, le toucher, la vue, l'odorat. Le sens de la vue est particulièrement sollicité dans le processus d'attention, on parle alors d'attention visuelle, qui permet de se centrer sur des éléments attractifs comme des images, des objets. Pour orienter son attention visuelle sur des caractéristiques précises, l'enfant doit focaliser son regard et se concentrer sur les informations qu'il trouve les plus pertinentes, en ignorant celles qui le sont moins.

En situation de « double tâche », lorsque l'on demande à l'enfant de réaliser plusieurs opérations sous le contrôle de l'attention, l'une des deux opérations sera forcément ralentie ou abolie. Les études portant sur la représentation neuronale de la consigne d'une tâche, montrent qu'avoir deux activations simultanées⁶ dans le cortex préfrontal n'est pas pertinent. Au moment de percevoir un stimulus, les deux groupes de neurones tentent de déclencher des actions qui peuvent se contredire. Lorsqu'un élève passe d'une tâche qui lui demandait de porter son attention sur des figures dessinées sur le tableau à une tâche de lecture, les régions de son cortex visuel sensibles aux formes restent dans un état de sensibilité accrue par un effet d'inertie, même si elles ne sont plus nécessaires.

D'après Jean-Philippe Lachaux, dans la classe, il est tout à fait normal de se laisser distraire à certains moments, malgré l'intensité du travail engagé. Il parle de « *mythe de l'attention parfaite* », le cerveau est assailli en continu de stimuli auxquels il va donner ou non une priorité. Le chercheur pense qu'il est possible de gérer le cerveau de manière souple grâce à une gymnastique de l'attention. Il compare cela à un marin qui apprend à naviguer en fonction du vent et des courants. D'après lui, un enfant ne progresse pas dans sa maîtrise de l'attention sans améliorer toutes les fonctions exécutives, le contrôle, l'inhibition, la mémoire de travail, la flexibilité, la régulation émotionnelle et la planification.

L'ATTENTION ET LA CONCENTRATION

L'attention est un contrôle volontaire qui opère des sélections ; la concentration associée à une tâche et à un objet implique une stabilisation de ce qui a été sélectionné et le maintien d'intentions à court terme. L'intensité de la concentration se traduit par sa continuité et par sa sélectivité. C'est un processus actif. L'enfant qui est bien concentré stabilise et favorise certaines perceptions grâce à son attention. Il est capable d'établir une différence entre ce qui lui est nécessaire pour la tâche à accomplir et ce qu'il peut considérer comme un « bruit de fond » parce qu'il n'en a pas besoin. Quand l'enfant « cherche Charlie »⁷ dans les images chargées de son album de jeunesse, il retient la grande taille du personnage mais surtout le motif rayé blanc et rouge de son pull. Ce dernier devient la cible attentionnelle du cerveau qui active le réseau de neurones le plus efficace (ici le cortex visuel).

L'enseignant peut favoriser la concentration des élèves, en les aidant à avoir une conscience claire de leur programme attentionnel (PIM⁸) : à quoi dois-je faire attention, à quelle Perception (P) ? pour en faire quoi, dans quelle Intention

(I) ? de quelle Manière puis-je agir pour faire évoluer cet objet d'attention, pour réagir quand il évolue (M) ? Les enseignants disent souvent que les capacités attentionnelles des jeunes enfants sont limitées, évaluées à 10 minutes maximum, au-delà desquelles il est inutile d'essayer de les retenir. Or, sur des activités sensori-motrices telles que transvaser des marrons avec une cuillère d'un bol à l'autre, on observe un maintien de la concentration d'enfants de 3 ans supérieur à 20 minutes. L'enfant est d'autant plus attentif quand il est intéressé.

L'attention est un contrôle volontaire qui opère des sélections ; la concentration associée à une tâche et à un objet implique une stabilisation de ce qui a été sélectionné et le maintien d'intentions à court terme.

L'ATTENTION ET LA DISTRACTION

Sans cesse, le cerveau est bombardé de pensées et de signaux sensoriels qu'il ne peut pas tous traiter. Alors, il active un système qui privilégie certains signaux et en inhibe d'autres grâce au filtre de l'attention. À tout moment, l'attention de l'élève peut être distraite : une sirène d'alarme qui se déclenche dans la rue, la neige qui commence à tomber sur les carreaux de la classe, la porte qui s'ouvre..., capturent immédiatement l'attention car ces signaux ont des valeurs particulières. L'attention a tendance à sautiller, elle alterne avec l'action en 200 ou 300 millisecondes.

Il existe dans le cerveau un système dit pré-attentif qui réagit de manière automatique et ultra rapide sur des faits appelés « saillants » : par exemple la sirène du camion de pompier, un objet qui brille. La « saillance » d'un événement dépend aussi de sa valence émotionnelle, positive ou négative, qui déclenche une sensation agréable ou désagréable. Les neurones du cerveau cherchent alors à attirer l'attention vers la recherche de plaisir, les choses distrayantes, ou celles qui ont une portée émotionnelle. Quand l'élève essaie de lire quelque chose qui ne l'intéresse pas a priori, ou qu'il est dans un cours qui l'ennuie, les neurones de la satisfaction agissent pour produire un détachement. Quand les élèves sentent que leur attention se dilue, c'est un signe que des neurones tentent de détourner leur attention. Ils doivent prendre le temps de reconnaître ce signe, faire une petite pause pour décider s'ils veulent vraiment lui obéir. Ils peuvent décider de reprendre le contrôle. Ce signe distracteur a aussi des vertus puisqu'il peut prévenir un danger ou alerter (pleurs d'un enfant).

[notion]

LA MULTIMODALITÉ

Le concept de multimodalité se réfère aux diverses manières de solliciter les sens de l'enfant lors des apprentissages. Des études récentes montrent qu'il est judicieux de varier les modalités d'apprentissage, en particulier chez les élèves de 3 à 7 ans. Il leur est plus facile de rester concentrés et intéressés quand ils sont en apprentissage actif (exploration de leur environnement, situation de jeu libre, avis des élèves demandés) que lorsque l'enseignant leur demande d'être attentif sur une longue période de temps. Le fait d'être actif augmente le flux sanguin vers le cerveau, ce qui contribue au développement cérébral. Par ailleurs, les apprentissages en mouvement sont associés à une diminution du niveau de stress, ce qui favorise le développement cognitif.

LA CAPTATION DE L'ATTENTION CHEZ L'ÉLÈVE

Être concentré, c'est focaliser son attention sur un point précis à l'exclusion de tout autre en fermant sa conscience, sa pensée à tout ce qui pourrait l'en détourner ou l'en distraire. Pour introduire sa séquence et capter l'attention, l'enseignant présente des supports attrayants et stimulants : ils ne doivent pas distraire, mais au contraire faciliter le travail de la concentration vers le niveau pertinent de la tâche attendue. Comme le cerveau de l'enfant est sensible aux indices relationnels et sociaux, l'attitude

de l'enseignant doit soutenir l'attention par le contact visuel et verbal, quelques fois avec un contact rapide de la main sur l'épaule de l'enfant.

Toutes les tâches n'exigent pas le même niveau de concentration. Prévenir les élèves dès le début de l'activité qu'il va falloir être attentif à des aspects

Un élève qui commence à réfléchir à la consigne écrite qu'il a sous les yeux ne peut pas être réceptif à une consigne donnée oralement.

comme la relecture de la consigne, avant la lecture du premier paragraphe du texte puis la recherche des informations à l'aide du surligneur, les aide à être prêts à se concentrer. Mettre en place un signal établi tel que demander le silence, faire un geste de la main, énoncer une expression telle que « *J'attire votre attention sur...* » peuvent relancer une attention qui se dilue. Les simples remarques du type « *Soyez attentifs, concentrez-vous* » sont inefficaces si ce sont de simples rappels à l'ordre. L'élève est le seul pilote conscient de son attention. L'enseignant doit éviter la double tâche, particulièrement pour les enfants en difficulté. Un élève qui commence à réfléchir à la consigne écrite qu'il a sous les yeux ne peut pas être réceptif à une consigne donnée oralement. En revanche, le cerveau peut très bien capter la même information sous deux formes différentes, une consigne donnée oralement puis écrite sur le tableau sous les yeux des élèves. Certains élèves, avec des troubles spécifiques des apprentissages, sont en double tâche permanente. Par exemple, un enfant dysgraphique ne peut pas écouter l'enseignant et faire attention à son orthographe en même temps qu'il écrit. Un enfant dyslexique a du mal à décoder et comprendre ce qu'il lit. Ces enfants ont besoin de plus de concentration tout le temps, ils se fatiguent assez vite et épuisent vite leur stock de concentration.

L'attention amplifie les signaux sélectionnés, mais réduit fortement ceux qui sont jugés non-pertinents. Bruce McCandliss et ses collaborateurs⁹ ont montré l'importance de l'attention sélective

dans les processus d'apprentissage de la lecture : par exemple prêter attention à la forme globale du mot empêche de découvrir le code alphabétique et oriente l'activité cérébrale en direction d'un circuit inapproprié de l'hémisphère droit. La lecture, l'écriture, l'orthographe relèvent d'apprentissages procéduraux multitâches. L'automatisation, la planification peuvent être rapidement acquises mais tous les élèves ne le font pas à la même vitesse.

LE RYTHME ET LA NATURE DES ACTIVITÉS

Pour permettre une remobilisation de l'attention, l'enseignant peut proposer des pauses régulières, de quelques minutes, lors d'une transition entre deux activités pendant lesquelles les élèves pourront se déplacer, regarder par la fenêtre, faire des étirements, réalimenter leur réservoir attentionnel. Les élèves peuvent ainsi laisser leur esprit divaguer, sans effort requis.

[trois questions à...]

NATHALIE FRANC

Pédopsychiatre au CHU de Montpellier

Comment l'enseignant peut-il reconnaître un trouble de l'attention chez un élève ?

C'est souvent en situation d'apprentissage, à partir du CP, que l'on décèle les symptômes du TDAH (trouble du déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité) ; manque de concentration, d'organisation, difficultés à être ordonné, à faire ses devoirs... L'enseignant va pouvoir rechercher la difficulté à initier et maintenir un effort attentionnel. Il y a

également les pertes d'objet, les étourderies, les oublis de consigne.

Qu'en est-il du déficit d'attention ?

La différence entre le TDAH et le déficit d'attention, c'est l'impact. Il existe des élèves qui ont un grand déficit d'attention mais qui ne sont pas gênés. Ce qui m'intéresse pour distinguer le trouble du déficit, c'est de savoir s'il y a une gêne suffisante pour l'enfant. Dans les moments importants, l'élève qui souffre d'un déficit d'attention arrivera à se concentrer. Ceux qui ont des troubles vont se trouver en décalage avec leurs camarades.

Comment peut-on aider ces élèves dans la classe ?

Il est important que l'enseignant encourage et valorise leurs efforts car ils y sont très sensibles. C'est le plus efficace. Concrètement, il peut placer ces élèves au premier rang, reformuler les consignes ou les laisser au tableau. Il doit aussi vérifier que les élèves ne sont pas en train de rêver, et les faire intervenir afin de ne pas les laisser partir dans leurs rêveries. Je conseille aux enseignants de faire des plannings de la journée afin que les enfants aient une représentation de leur journée de classe, cela peut aider à mieux maintenir leur attention.



Entretien complet sur [Lea.fr](https://leaproject.fr)

Pour l'enseignant, varier les rythmes peut prendre diverses formes : moduler l'intonation de la voix, utiliser les silences, alterner des séquences de manipulation et des séquences de réflexion orale collective, proposer des temps debout et des temps assis, proposer aux élèves de répondre à un mini quiz, s'asseoir au milieu du groupe... Hubert Montagner¹⁰ a montré que les niveaux de vigilance et de performance et l'activité intellectuelle varient aussi

au cours de la semaine. Sans être experts en chronobiologie, la majorité des enseignants ressent un manque de concentration des élèves le lundi matin, l'agitation de la classe au retour de la pause méridienne. Il faut donc mieux répartir les temps d'enseignement pour mieux utiliser les plages d'attention pour les apprentissages qui nécessitent plus de concentration. Les élèves avec un déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDAH)¹¹ ont besoin d'aménagements spécifiques définis par écrit pour réaliser leurs apprentissages.

L'AMÉNAGEMENT DE LA CLASSE

Plus l'enfant est jeune, plus il lui est difficile, voire douloureux, de rester statique toute une journée. C'est pourquoi les temps de récréation et d'activité sont fondamentaux. Il faut autoriser les élèves à changer de posture quand ils en ont besoin (assis par terre, allongés sur un coussin pour lire), autoriser les coloriages et gribouillages sur les cahiers de brouillon, proposer des réveils musculaires... Quand les élèves trépignent sur leur chaise, le meilleur remède pour les reconcentrer est le mouvement... L'aménagement en classe flexible¹² y participe : en complément des tables et des chaises classiques, des tabourets hauts, des tables surélevées, des tabourets bas, des tables basses devant lesquelles l'élève s'assied en tailleur, des coussins d'équilibre avec une assise réduisant les gesticulations... La journée se partage entre des périodes en postures « classiques » et des périodes en postures choisies selon le travail à faire. L'élève bouge pour passer d'une période à l'autre, d'une posture à l'autre et sa concentration en est améliorée. Une étude de l'université de Salford¹³ souligne l'impact de la flexibilité dans les performances des élèves. Elle compte pour 17 % des facteurs améliorant les performances scolaires, entre la luminosité de la salle de classe (21 %) et la qualité de l'air qui y règne (16 %).

[cas pratique]

COMMENT ENTRAINER L'ATTENTION DES ÉLÈVES ?

Impulsivité, conversations, difficulté à suivre les consignes, rêveries... Les exemples de problèmes de concentration en classe ne manquent pas.

Spécialiste de l'attention, le neurobiologiste Jean-Philippe Lachaux a créé le programme ATOLE (pour Attentif, à l'école), construit par les enseignants pour « valoriser le plaisir de l'attention », adapté aux élèves du CP à la 6^e. « ATOLE permet aux enfants de prendre conscience de leur propre image mentale, explique Jean-Philippe Lachaux. L'objectif est d'apprendre aux élèves à repérer l'instant où ils perdent leur concentration pour réajuster leur comportement. »

Le programme est organisé en dix séquences s'inscrivant sur une année scolaire, à raison d'une demi-heure par semaine. « Il permet aux élèves de mettre en œuvre quatre éléments clés : comprendre les forces qui bousculent ou stabilisent son attention, apprendre à reconnaître leur action dans sa vie quotidienne, apprendre à y réagir pour se restabiliser physiquement et prendre



l'habitude d'agir avec une intention simple et claire », poursuit Jean-Philippe Lachaux. La gymnastique repose sur un cycle que le chercheur a appelé PIM pour « perception, intention et manière d'agir ». L'enseignant explique aux élèves que lorsqu'ils ont un objectif, ils se concentrent sur une perception, qui peut être un objet perçu par ses sens. Ils ont également une intention, qui est de réaliser une action, un objectif. Enfin, ils mettent en place une manière d'agir pour faire bouger l'objet dans la direction choisie. Durant ce cycle, il s'agit pour chaque élève de garder en tête l'objectif pour réajuster ses actions afin de l'atteindre malgré tous les stimuli pouvant le déconcentrer.

Diverses activités permettent de développer des petites solutions pour apprendre à être attentif. Le chercheur explique que le cerveau a besoin, pour être concentré, de faire le tri. Il propose donc des consignes simples, courtes et claires, avec des étapes, des « mini-missions » à réaliser. *« On ne peut pas faire correctement et en même temps deux tâches qui demandent de la concentration. »*

L'enfant peut aussi mettre en place des stratégies quand il sent qu'il est distrait. Par exemple, il visualise, dans son esprit, sur son « écran mental », une poutre à traverser, sans tomber, pour aller d'un point A à un point B. L'idée est de l'aider à détecter le moment où il commence à être déconcentré, pour qu'il puisse se ressaisir

vite et stabiliser de nouveau son attention.

1. William James, *The Principles of Psychology*, 1890.
2. Psychologue américain spécialiste de l'attention.
3. Cité in É. Siéoff, « Michael Posner (1936-) », *Encyclopædia Universalis*. URL : <https://www.universalis.fr/encyclopedie/michael-posne>
4. Psychologue cognitif et neuroscientifique, professeur au Collège de France, titulaire de la Chaire de psychologie cognitive expérimentale, membre de l'Académie des Sciences, président du Conseil Scientifique de l'Éducation nationale.
5. L. Massé, N. Desbiens et C. Lanaris, *Les troubles du comportement à l'école : prévention, évaluation et intervention*, Gaëtan Morin Éditeur, 2014.
6. Le phénomène a été étudié dans des situations expérimentales demandant aux participants de passer rapidement d'une tâche à une autre.
7. Charlie est le personnage d'une série de livres-jeux britannique créée par Martin Handford. Il porte un sweat à rayures blanches et rouges et des lunettes de vue. Il adore se cacher dans des décors très chargés. Pour le retrouver, il ne suffit pas d'être fin observateur, il faut s'affranchir de tous les autres personnages qui lui ressemblent.
8. Acronyme conçu par Jean-Philippe Lachaux.
9. Cité par Stanislas Dehaene, cours du collège de France, <https://www.college-de-france.fr/site/stanislas-dehaene/L-attention-et-le-controle-executif-resume-cours-13012015.htm>
10. Voir notamment Hubert Montagner, « Les rythmes majeurs de l'enfant », *Informations sociales*, mars 2009, n°153, p.14- 20.
11. <https://www.tdah-france.fr/TDAH-Fiche-conseils-pour-l-ecole.html>
12. Voir Séverine Walker, « La classe flexible », *Pédagogies alternatives et démarches innovantes*, Nathan, 2020.
13. <https://ecadmin.wdfiles.com/local--files/facilities/Impact%20of%20Classroom%20Design%20on%20Learning.pdf>

5. LA MÉMOIRE

« La mémoire, c'est une capacité de voyage mental dans le temps, donc dans le passé certes, mais également dans le futur. Et cette mémoire du futur est essentielle car c'est elle qui va nous permettre de raisonner sur le monde. »¹



La mémorisation est un processus dynamique, mouvant qui s'appuie sur des réseaux cérébraux dotés d'une grande plasticité, notamment au cours de l'enfance et de l'adolescence. Il n'existe pas une mémoire, mais des mémoires multiples et complémentaires qui interagissent dans toutes les activités. Les recherches en neurosciences mettent en évidence l'existence de cinq types de mémoire connectés et en interaction : les mémoires perceptives et procédurales, la mémoire sémantique, la mémoire de travail et la mémoire épisodique. La mémorisation dépend de la sensibilité émotionnelle, la mémoire n'est pas qu'une retenue des événements, des informations. Elle opère un tri des informations en fonction des sensations ressenties et de l'humeur. Le rôle favorable du sommeil lent pour la consolidation des mémoires verbales et spatiales a été mis en évidence.

LES DIFFÉRENTES MÉMOIRES

Il n'existe pas « un » centre de la mémoire mais différents systèmes de mémoire qui mettent en jeu des réseaux de neurones distincts, répartis dans différentes zones du cerveau. La mémoire est une fonction mentale complexe et composite qui permet d'encoder, de stocker, de consolider et de rappeler des informations. Diverses conceptions se sont succédées dans le temps. Les chercheurs Alan Baddeley et Graham Hitch ont été les premiers à proposer un modèle de la mémoire de travail « à composants multiples » et non plus d'une seule mémoire à court terme (1974). E. Tulving (2001) décrit une organisation hiérarchisée de trois mémoires qui stockent des informations sur des durées longues : la mémoire perceptive, la mémoire sémantique et la mémoire épisodique. Les chercheurs s'accordent aujourd'hui sur le fait qu'il existe cinq types fondamentaux de mémoire connectés et en interaction, que Francis Eustache et Béatrice Desgranges² ont formalisé à travers le modèle MNESIS (modèle néostructural intersystémique de la mémoire humaine) : la mémoire de travail, la mémoire sémantique, la mémoire épisodique, la mémoire perceptive et la mémoire procédurale.

La mémoire de travail a un rôle central dans les apprentissages. Son but est de retenir et de traiter des informations utiles, par exemple pour effectuer un calcul mental, se repérer sur un plan, argumenter... Elle fonctionne comme une mémoire tampon : les informations qu'elle véhicule peuvent être rapidement effacées, ou stockées dans la mémoire à long terme par le biais d'interactions spécifiques entre le système de mémoire de travail et la mémorisation à long terme. Elle met en évidence les trois systèmes en interaction dynamique : mémoires épisodique, sémantique et perceptive. La mémoire épisodique est celle des expériences plus personnelles ; elle est située dans l'hippocampe, en lien avec les souvenirs émotionnels dans l'amygdale ; elle permet de se situer dans le temps et l'espace et de se projeter dans le futur. La

mémoire sémantique est celle du langage et des connaissances ; elle se construit et se réorganise tout au long de la vie, avec l'apprentissage et la mémorisation du sens des mots et des savoirs sur les objets, et de données individuelles comme les savoirs sur les lieux, les personnes... La mémoire perceptive s'appuie sur les sens, elle permet de retenir des images ou des bruits sans s'en rendre compte, de se souvenir des visages, des voix, des lieux. La mémoire procédurale, liée à l'action, est la mémoire des automatismes tels que marcher, jouer de la musique... sans avoir à les réapprendre à chaque fois. Ces deux mémoires, procédurale et perceptive, constituent une capacité d'économie cognitive : en s'appuyant sur des routines on peut continuer de penser et d'agir.

[notion]

LA CONSOLIDATION DE LA MÉMOIRE

On appelle consolidation le transfert continuuel d'informations entre la mémoire de travail (ou mémoire à court terme) et la mémoire à long terme. Une information, même bien encodée, est toujours sujette à l'oubli. Le stockage peut être considéré comme le processus actif de consolidation qui rend les souvenirs moins vulnérables à l'oubli. C'est cette consolidation qui différencie le souvenir des faits récents du souvenir des faits anciens qui sont associés à un plus grand nombre de connaissances déjà établies.

Si le mécanisme reste encore mal décrypté, on sait désormais que le rôle du sommeil est important dans le processus de consolidation. Selon la théorie dominante, l'hippocampe profiterait de l'absence de stimuli pour réactiver les souvenirs et c'est ce traitement nocturne qui participerait à la consolidation synaptique, notamment durant le sommeil paradoxal. Celui-ci joue un grand rôle de consolidation, ainsi que les révisions (scolaires, par exemple).

LES PROCESSUS ET STRATÉGIES DE MÉMORISATION

La mémorisation résulte d'une modification des connexions entre les neurones, on parle de « plasticité synaptique ». Les différentes

mémoires fonctionnent en interaction, selon que la situation requiert des informations de la mémoire sémantique ou épisodique. Le processus de mémorisation comprend trois phases : l'encodage, le stockage (la consolidation), la récupération. L'encodage permet l'acquisition de nouvelles informations via les 5 sens. Plus l'encodage est personnalisé, émaillé d'indices propres à l'enfant, meilleure sera la mémorisation. Le stockage maintient dans le temps les informations apprises. C'est un phénomène dynamique. Le processus de récupération permet à une information d'être restituée.

En classe, l'encodage peut être soutenu en multipliant les modalités de présentation, supports visuels, manipulation d'objets, expériences..., en

offrant des situations différentes (par exemple un mot nouveau repris selon divers points de vue), en offrant des représentations mentales, en faisant des liens avec les connaissances sémantiques présentes, les connaissances personnelles. Repérer la structure d'un document afin d'en faire une synthèse des éléments essentiels, faire le classement, la catégorisation des informations-clés sous forme de plans, tableaux, schémas, cartes mentales... sont des stratégies plus efficaces si l'élève les construit lui-même. L'apprentissage de connaissances sur plusieurs épisodes, intercalés de périodes de repos, est plus efficace et durable que l'apprentissage massé sur une seule période.

Le recours à la réactivation peut passer par la répétition d'un même message plusieurs fois mais sous des angles différents, par exemple : utiliser une vidéo

en complément d'une présentation orale, faire rédiger des

Les différentes mémoires fonctionnent en interaction, selon que la situation requiert des informations de la mémoire sémantique ou épisodique.

L'oubli, phénomène biologique naturel, protège le cerveau contre la perception massive d'informations bombardées à flot continu.

questions aux élèves sur la thématique abordée, faire créer aux élèves des cartes de mémorisation... Créer des associations entre une information nouvelle et des informations déjà existantes par des comparaisons, des métaphores, des rappels de liens logiques ou chronologiques... permet de multiplier les indices pour se souvenir plus aisément de l'information stockée. L'utilisation d'un quiz pour ponctuer une séance, la réalisation d'une carte mentale pour synthétiser et réactiver les messages clés, favorisent la mise en mémoire. Le développement de la métacognition (*comment je fais, comment suis-je le plus efficace ?*) contribue aux choix de stratégies d'organisation, donc de mémorisation. D'un point de vue cognitif, les capacités d'attention soutenue, les fonctions exécutives, la mémoire de travail ne sont pas mobilisables de façon optimale sur de très longues durées. Fractionner les épisodes de mobilisation permet donc d'obtenir plus d'efficacité.

LA MÉMOIRE ET L'OUBLI

L'oubli, phénomène biologique naturel, protège le cerveau contre la perception massive d'informations bombardées à flot continu. Il est le résultat d'une limitation de la mémoire. Des informations sans intérêt finissent par s'effacer quand le cerveau estime qu'elles n'ont pas d'utilité. L'oubli naturel est pourtant la bête noire des élèves, et des enseignants. Mémoriser est indispensable pour apprendre. Il faut donc consacrer des temps dédiés pour aider à mémoriser et à réactiver leurs connaissances. Dans les *cogni'classes*³, les enseignants expérimentent des modalités nourries par les sciences cognitives. Elles permettent de lutter contre l'oubli par un renforcement régulier des acquis et des stratégies de reprise ; elles aménagent des temps de mémorisation pour développer et entretenir les savoirs ; elles pratiquent la mémorisation active, en incitant les élèves à poser des questions, au lieu de faire une lecture simple qui est une modalité peu

performante.

[portrait]

ALAIN LIEURY (1946-2015)

L'apprentissage multi-épisodique

Professeur émérite de psychologie cognitive à l'Université de Rennes II, Alain Lieury a, en particulier, développé l'idée novatrice de l'apprentissage multi-épisodique. Il existe deux mémoires pour les mots ; la lexicale et la sémantique. La lexicale est la « bibliothèque » des mots, dont l'enrichissement passe par l'apprentissage par cœur. Pour apprendre du sens, il faut passer par une deuxième mémoire, la mémoire sémantique. Endel Tulving avait proposé, en 1972, la théorie de la mémoire épisodique, en avançant que l'apprentissage d'un mot nouvellement acquis faisait l'objet d'un nouvel épisode dans une mémoire spéciale, la mémoire épisodique. Dans les années 1990, Alain Lieury, rattache la mémoire épisodique à la mémoire sémantique car dans chaque épisode (contexte) où l'élève rencontre ce mot, il va ajouter une parcelle de sens en mémoire sémantique. Alain Lieury a déterminé que pour construire la mémoire sémantique d'un mot, il faut multiplier les épisodes, ce qui passe par un apprentissage multi-épisodique.

[trois questions à...]

FRANCIS EUSTACHE

Neuropsychologue, Maître de Conférences
HDR à l'EPHE, Université de Caen, membre du
Laboratoire de Neuropsychologie et Imagerie
de la Mémoire Humaine (NIMH, INSERM,
EPHE)

Les nouvelles technologies peuvent-elles nuire à la mémoire ?

La réponse mérite une nuance. Elles sont à la fois un outil de liberté et d'accès aux connaissances et comportent d'autres termes moins vertueux. En les associant à d'autres méthodes éducatives dans la classe, elles constituent clairement un plus. C'est, en partie, le rôle de l'école d'apprendre aux enfants comment bien utiliser les nouvelles technologies. Les familles sont, en effet, très inégales face à ce type d'outils.

Le « par cœur » est-il toujours important à l'école ?

De mon point de vue, c'est une évidence que le « par cœur » fait partie de la constitution de la mémoire de l'enfant. Certaines informations sont à connaître par cœur ; des tables de multiplication, une fable de la Fontaine... Notre mémoire a besoin d'être forgée dans l'exactitude, c'est une des fonctions de la mémoire. Nous avons besoin d'avoir des chiffres précis comme le nombre d'habitants de la France, par exemple. Une des dimensions de la mémoire est son exactitude, sa précision, on ne peut pas seulement se former une mémoire générale.

Qu'apporte d'autre le « par cœur » ?

Apprendre par cœur une fable de la Fontaine est un exercice formidable pour la poésie et la langue. C'est un exercice de

mémoire qui permet d'enregistrer des mots qui, une fois compris, éveilleront des sentiments. Il y a aussi la dimension culturelle et collective de la mémoire. L'élève vit dans une culture. Ce qui va le rapprocher des autres générations est l'accès aux connaissances générales et à des éléments du patrimoine. Ce sont des situations qui vont le rapprocher des autres.



Entretien complet sur [Lea.fr](https://lea.fr)

LA MÉMOIRE ET LE SOMMEIL

Le sommeil favorise l'apprentissage et les processus de consolidation en mémoire⁴. Les études montrent que les régions cérébrales actives à l'éveil au cours d'un apprentissage le sont à nouveau au cours du sommeil. Il est comme « rejoué » durant le sommeil pour favoriser son inscription en mémoire à long terme. La réorganisation des réseaux corticaux, la modification et le remodelage des connexions synaptiques au cours du sommeil sont considérés comme le reflet des mécanismes de plasticité cérébrale qui sous-tendent la mémoire et sa consolidation. Il est difficile d'identifier le rôle précis des différents stades de sommeil mais on trouve de manière consistante un rôle favorable du sommeil lent pour la consolidation de mémoires verbales et spatiales, et dans certains cas de l'apprentissage de nouvelles habiletés perceptives et/ou motrices. Des privations de sommeil (moins de 4 ou 5 heures par nuit) sont souvent associées à des troubles de la mémoire et des difficultés d'apprentissage. Le sommeil n'est pas le seul paramètre d'hygiène de vie qui influence la capacité de mémorisation : une alimentation équilibrée, l'activité physique et les activités sociales jouent également un rôle important.

[cas pratique]

COMMENT FACILITER LA MÉMORISATION DES ÉLÈVES ?

Créateur et promoteur des cogni'classes, Jean-Luc Berthier a fait de la mémorisation un des quatre axes majeurs de travail de ces classes expérimentales dont les modalités pédagogiques ont été co-construites avec des enseignants et des chercheurs.

Parmi les outils spécifiques figurent les fiches mémo qui « *permettent aux élèves de mémoriser des notions par questionnement et non par lecture/relecture* », indique Jean-Luc-Berthier. Concrètement, elles proposent une liste de questions-réponses et se présentent généralement sous la forme d'un tableau disposant d'une colonne à gauche listant les questions et une colonne à droite avec les réponses. L'élève cache la réponse et se pose la question. Il doit réfléchir un temps suffisant (de 5 à 10 secondes) pour rechercher la meilleure réponse. Une fois que l'élève s'est testé sur toutes les questions, il lui est conseillé de relire le cours pour réactiver les réponses les plus fragiles. Comme il s'agit de proposer des



« questions efficaces », c'est à l'enseignant de créer les questions. Dans ces fiches, il faut également cibler les essentiels. Pas question de faire figurer l'intégralité d'un programme et toutes les notions abordées en classe. Il faut aussi former les élèves en amont aux meilleures stratégies pour mémoriser à long terme. La technique du questionnement est efficace si les élèves en comprennent le principe et le respectent. Ils doivent d'abord se questionner puis revenir au cours une fois le travail de questionnement réalisé afin de consolider les points fragiles. Enfin, la fiche comptera un nombre d'informations minimales : le moins de mots possible et les plus précis possible.

Quant au format des fiches mémo, les plus fréquents sont les colonnes, en recto verso ou les réponses en dessous des questions. Il est possible d'ajouter d'autres éléments dans les fiches mémo comme une colonne d'indices de rappel ou des colonnes d'auto-évaluation.

Ces fiches sont encore plus efficaces si elles s'inscrivent dans une démarche plus globale comprenant le travail en amont sur la compréhension avec des outils spécifiques (vérification des prérequis, élaboration de cartes mentales, établissement d'un répertoire des essentiels) et en aval sur la consolidation et la réactivation (temps de mémorisation spécifiques en classe, cahier de réactivation avec calendrier)¹.

1. Voir la démarche plus détaillée : Jean-Luc Berthier, Frédéric Guilleray, *Apprendre à mieux mémoriser* ; coll. « Du labo à la classe », Nathan, 2020.

1. Francis Eustache, *La mémoire au futur*, Le Pommier, 2019.

2. F. Eustache, B. Desgranges (2008). MNESIS: Towards the integration of current multisystem models of memory. *Neuropsychology Review*, 18(1), 53-69. Francis Eustache dirige l'Unité U1077 de l'Inserm de Caen, unité de recherche dédiée à l'étude de la mémoire humaine.

3. Voir le cas pratique ci-après présentant quelques outils.

4. Rémy Schmitz, Philippe Peigneux, « Sommeil et plasticité cérébrale », *Bienfaits et troubles du sommeil : Comprendre pour mieux prendre en charge*, De Boeck, 2016.

6. LES ÉMOTIONS ET LES COMPÉTENCES PSYCHOSOCIALES

« We are not thinking machines that fell ; rather, we are felling machines that think. »¹



Les émotions jouent un rôle dans les apprentissages. Elles peuvent faciliter ou empêcher les processus d'acquisition, le stockage et la mobilisation de connaissances. Les recherches en neurosciences affectives et sociales montrent que les compétences émotionnelles et sociales ont un impact sur le bien-être des élèves et sur leurs performances scolaires. Le cortex orbito-frontal, actif dans le processus d'attention, intervient aussi dans la régulation des émotions, la prise d'initiative et sur l'estime de soi. Il a un impact sur la coordination des pensées et des actions en accord avec les buts intérieurs. Le couple émotion-cognition permet d'aborder les apprentissages scolaires en intégrant la dimension relationnelle et sociale comme un des objectifs importants de l'école.

LES APPORTS DES NEUROSCIENCES AFFECTIVES ET SOCIALES

Les neurosciences affectives et sociales constituent un domaine de recherche récent qui s'intéresse aux émotions, aux sentiments et aux relations. Elles étudient les mécanismes neuronaux des émotions comme réactions biologiques à un environnement et montrent qu'elles sont reliées aux activités dans les zones du cerveau qui dirigent l'attention, motivent le comportement et la relation avec autrui. Les émotions, sentiments et affects jouent un rôle dans les apprentissages. Les travaux de Paul Broca (1878), James Papez (1937) et Paul D. MacLean (1952) ont montré que l'émotion est liée à un groupe de structures au centre du cerveau, le système limbique (hypothalamus, cortex cingulaire, hippocampe...). D'autres structures cérébrales telles que l'amygdale, le thalamus... sont également impliquées. Le développement du cerveau de l'enfant est dépendant de processus génétiques et des caractéristiques d'un environnement qui ont une influence sur les neurones et les circuits neuronaux, ainsi que sur le système neuro-endocrinien qui régule le stress. Jusqu'à 5/6 ans, l'enfant vit ses émotions sans filtre, exprime des chagrins, de la peur, de la colère. S'il doit gérer seul ses angoisses et/ou sa frustration, des molécules de stress (cortisol, adrénaline) sont sécrétées bloquant la sécrétion d'ocytocine, d'endorphine et de sérotonine (hormones « du bonheur »). À partir de 7 ans, une poussée de croissance neuronale multipliant les circuits se poursuit, la maturation cérébrale se termine par l'ultime étape du cortex orbito-frontal (COF), sa maturité s'achève à l'entrée dans l'âge adulte.

Apparue dans les travaux de Wayne Payne dans les années 1980 puis ceux de Howard Gardner dans les

Jusqu'à 5/6 ans, l'enfant vit ses émotions sans filtre, exprime des chagrins, de la peur, de la colère.

années 1990 (concept d'intelligence interpersonnelle ou sociale), l'intelligence émotionnelle a été formalisée en 1995 par Daniel Goleman², qui la décline sous trois aspects : l'expression et l'interprétation des émotions chez soi et chez autrui qui participent au développement de l'empathie ; le contrôle des émotions qui permet la prise de recul et la recherche de solution ; l'usage productif des émotions pour adapter son comportement. Cette forme d'intelligence a un impact sur la flexibilité cognitive, la planification, la résolution de problème. On parle ainsi de quotient émotionnel (QE).

LE RÔLE DU CORTEX ORBITO-FRONTAL

Le corps, les émotions et l'intellect sont interconnectés en permanence. Le corps influence les émotions, qui ont un impact sur la pensée, avec des répercussions sur le corps. Le cerveau, via son corps, est toujours dans un contexte culturel et social. Antonio Damasio³ a décrit le circuit cérébral des émotions en étudiant des patients ayant eu des accidents cérébraux, avec un QI normal mais qui n'éprouvaient plus rien, ne donnaient plus de sens à leur vie. Il a mis en évidence le rôle fondamental du cortex orbito-frontal (COF) dans la capacité à aimer et à éprouver de l'empathie, réguler ses émotions et développer un sens éthique. Le COF est un système attentionnel superviseur en connexion directe avec les zones sensorielles. Il contrôle l'exécution des conduites, le choix des stratégies, la prise de décision. Allan Schore, un des fondateurs des neurosciences affectives et sociales⁴, a montré que la maturation du COF dépend de facteurs tels que la sécurité affective, l'écoute, la bienveillance. Être attentif, reconforter un enfant favorise la sécrétion d'ocytocine, la molécule de l'empathie qui agit sur les structures cérébrales et diminue le stress. Quand l'adulte dit non à des comportements inadéquats, il le fait en étant à l'écoute des émotions, et ce faisant il soutient aussi le développement cérébral

de l'enfant. Un attachement émotionnel à un domaine de connaissance permet une meilleure compréhension et produit un apprentissage durable. L'inverse est vrai, un enfant qui a une aversion pour les mathématiques par exemple aura toujours plus de difficulté à réussir dans cette matière. Des études de neuro-imagerie utilisant l'IRM fonctionnelle ont démontré que la région du cerveau activée quand on ressent du dégoût l'est aussi quand on observe une autre personne ressentir du dégoût. L'expression du visage de l'enseignant peut influencer les élèves : par exemple montrer une expression faciale qui exprime la peur lors de la lecture d'un texte effrayant les aide à comprendre le sens de certains mots de vocabulaire et à comprendre ce qui se passe dans l'histoire.

[portrait]

**ANTONIO DAMASIO (né en 1944)
et HANNA DAMASIO (née en 1942)**
**Les explorateurs du circuit cérébral
des émotions**

Antonio Damasio est neurologue des émotions et directeur de l'institut pour l'étude neurologique de l'émotion et de la créativité à l'Université de Southern California. Il est l'un des premiers à décrire le circuit cérébral des émotions dans la construction de l'individu, notamment le rôle essentiel des émotions dans la réflexion, les processus cognitifs tels que la prise de décision et le sens moral (cf. *L'erreur de Descartes, la raison des émotions*, Odile Jacob, 1995). Il dit ainsi que « *ni bonnes, ni mauvaises, les émotions sont agréables ou désagréables et sont le reflet de nos souhaits et besoins profonds* ».

Il travaille depuis trente ans avec sa femme, Hanna Damasio, qui est professeure de psychologie et de neurologie à l'Université de Southern California. Elle a développé des méthodes pour étudier le cerveau en utilisant la tomographie informatisée et l'imagerie par résonance magnétique pour voir le cerveau au travail et renseigner sur son anatomie. Elle s'est penchée, en particulier, sur des fonctions telles que la mémoire et les émotions en utilisant à la fois la méthode des lésions et la neuro-imagerie fonctionnelle.

Les compétences psychosociales (CPS) sont définies par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) depuis 1993 comme « *la capacité à répondre avec efficacité aux exigences et aux épreuves de la vie quotidienne. C'est l'aptitude à maintenir un état de bien-être mental, en adoptant un comportement approprié et positif à l'occasion des relations entretenues avec les autres, sa propre culture et son propre environnement.* » Dénommées *soft skills* par les Anglo-Saxons, leur développement joue un rôle important pour le bien-être physique, mental et social, et la santé des jeunes. Elles influencent leur capacité à se protéger quand ils sont face à des épreuves et à lutter contre les conduites à risque. Elles sont regroupées en trois grandes catégories ; les compétences sociales, cognitives et émotionnelles. Les compétences sociales concernent la connaissance de soi et des autres, la communication verbale et non verbale, la capacité à donner et recevoir des *feedbacks*, la résistance, la négociation, la persuasion, la coopération. Les compétences cognitives touchent à la prise de décision, la résolution de problèmes, la pensée critique, l'auto-évaluation. Les compétences émotionnelles concernent la gestion de l'émotivité et du stress, la pensée positive, l'estime de soi et l'autorégulation. Une analyse scientifique⁵ a montré les effets positifs des interventions destinées à améliorer les compétences sociales et émotionnelles des élèves. La mise en place d'un dispositif de type SEL (*Social Emotional Learning*)⁶ pour développer les CPS améliore les performances académiques, les comportements sociaux et diminue les problèmes de comportement. L'étude de l'OCDE⁷ (2015) rappelle la nécessité de les enseigner à l'école et montre l'importance de compétences telles que la persévérance, la sociabilité et l'estime de soi.

[notion]

L'ESTIME DE SOI

Le concept d'estime de soi est décrit dès 1890 par le psychologue William James¹ comme un processus interne et psychique par lequel une personne s'auto-évalue. En 1902, le psychologue Charles H. Cooley avance l'hypothèse que l'estime de soi dépend également des réactions de l'entourage, et cela dès l'enfance. Ce terme désigne, en psychologie, le jugement ou l'évaluation qu'une personne a de sa propre valeur. Pour développer l'estime de soi et l'estime des autres, un enfant a besoin de savoir que ce qu'il pense, ce qu'il ressent et ce qu'il fait est important. L'estime de soi est liée à la conscience de sa valeur personnelle. Des expériences positives peuvent favoriser un regard positif posé sur soi-même et inversement. Les parents influencent significativement le développement de l'estime de soi durant les premières années de la vie d'un enfant. Avoir une bonne estime de soi, c'est se sentir digne d'être aimé et se sentir suffisamment en sécurité pour accepter ses forces et ses faiblesses et utiliser ses capacités pour faire face aux défis de la vie.

1. <http://www.estimesoietdesautres.be/williamjames.html>

Les parents, par la façon dont ils élèvent leurs enfants, et les enseignants, par leurs choix de démarches, contribuent au développement de ces compétences⁸.

Les recherches montrent que **ne forte estime de soi peut**

l'estime globale de soi est à la fois une résultante et une combinaison de perceptions dans différents domaines : les compétences motrices et l'aisance corporelle, la place au sein d'un groupe, l'image physique, la conformité du comportement, le réseau

signifier une croyance solide dans le point de vue personnel, la capacité à faire les choix corrects, sans culpabilité vis-à-vis des autres, à aller de l'avant sans se sentir freiné par des événements passés ou à venir.

d'amitié, les relations affectives, les compétences cognitives. L'attitude encourageante de l'enseignant prépare l'émergence d'une bonne estime de soi par des « *feedbacks* » positifs. À partir de l'âge de 7/8 ans, l'adulte l'aide à avoir une perception plus objective de lui-même, à prendre en compte les jugements qu'il porte sur lui-même et sur ses réussites pour mieux apprécier sa valeur propre. Quand une épreuve survient, s'il n'est pas encouragé, son estime peut être ébranlée. Vers 8/9 ans, il peut faire une évaluation globale de sa valeur, porter un jugement sur certains domaines de sa vie, selon des critères personnels ou ceux des personnes qui ont de l'importance à ses yeux. Sa bonne estime de lui-même sera nourrie par la conversation qu'il entretient avec lui-même, dont le contenu peut être positif ou négatif. C'est ce que qu'Albert Bandura (2002)⁹ appelle le sentiment d'auto-efficacité. Une forte estime de soi peut signifier une croyance solide dans le point de vue personnel, la capacité à faire les choix corrects, sans culpabilité vis-à-vis des autres, à aller de l'avant sans se sentir freiné par des événements passés ou à venir. Elle peut signifier une résistance à la manipulation et une capacité à collaborer avec d'autres. Une faible estime de soi peut se manifester par une autocritique importante, un état habituel d'insatisfaction, une hypersensibilité aux critiques, une indécision chronique, souvent par peur de faire une erreur. Elle peut aussi se traduire par un certain perfectionnisme, qui conduit à vouloir faire quelque chose parfaitement, une culpabilité récurrente qui rumine des erreurs faites dans le passé. Le sentiment de confiance est un préalable à l'estime de soi, il faut d'abord le ressentir et le vivre pour réaliser

des apprentissages qui vont nourrir l'estime de soi.

APPRENDRE AVEC LES AUTRES, DES AUTRES ?

Les travaux d'Albert Bandura¹⁰ ont souligné l'importance de l'observation d'autrui dans les apprentissages. Le seul fait d'observer un comportement pourrait suffire à produire le même effet pour soi. Ce qu'il appelle la vicariance : elle désigne le canal de l'observation et de l'imitation, les mécanismes, attitudes ou dispositifs qui font de l'observation des autres et de leurs actions un circuit d'apprentissage. Le fait de pouvoir apprendre par observation permet d'acquérir des répertoires comportementaux larges et coordonnés, sans avoir à les élaborer dans un processus plus laborieux d'essais et d'erreurs. Il est intéressant de connaître la théorie des neurones miroir¹¹, leur impact sur le cerveau et les émotions. Ils s'activent particulièrement quand le climat relationnel est bon. En observant des camarades faire, les neurones miroir s'activent, les enfants construisent des représentations mentales sur le modèle de « patrons d'exécution ».

[trois questions à...]

CÉLINE DARNON

**Professeure au Laboratoire de psychologie
sociale**

**et cognitive (Lapsco) à l'Université de
Clermont-Auvergne**

Existe-t-il différents types de motivations ?

Il existe de nombreux modèles théoriques de la motivation. L'un d'entre eux avance que plus que la quantité de motivation, ce qui est déterminant est la qualité de la motivation. Richard Ryan et Edward Deci font notamment la distinction entre deux types de motivations : la motivation intrinsèque (par exemple, « je suis motivé.e à réaliser cette tâche parce que j'ai envie d'apprendre ») et la motivation extrinsèque : par exemple, « je suis motivé.e à réaliser cette tâche parce que j'espère une récompense ».

De quoi dépendent-elles ?

Les recherches ont montré que la probabilité de développer l'une ou l'autre de ces motivations dépend grandement du contexte. Par exemple, la présence de récompenses (les bons points), la compétition, la pression temporelle, une supervision trop « contrôlante » ou trop autoritaire sont autant de facteurs identifiés comme favorisant la motivation extrinsèque et réduisant la motivation intrinsèque.

Les élèves sont-ils motivés par des buts identiques durant leurs apprentissages ?

Les études ont montré qu'un élève ayant des buts de « maîtrise » cherche généralement à développer des compétences, c'est-à-dire à apprendre et progresser. Un élève qui poursuit des buts de performance va, pour sa part, se comparer aux autres et chercher à montrer qu'il est plus performant que les autres, ou au moins qu'il n'est pas moins performant que les autres.



Entretien complet sur [Lea.fr](https://lea.fr)

C'est l'apprentissage par observation-imitation qu'on retrouve

notamment dans les procédures, comme apprendre à utiliser un outil, à réaliser une recette de cuisine. Ils permettent de décoder des images, des visages, et des intentions derrière des actes. Comprendre qu'autrui possède des états mentaux différents des siens enrichit les interactions sociales, la communication, la collaboration...

La théorie de l'esprit (aussi appelée ToM) désigne la capacité à attribuer des états mentaux à soi ou à autrui. Les travaux de J. W. Astington¹² montrent que vers cinq ans, l'enfant peut dire ce que lui et les autres voient, veulent, sentent,

pensent, savent, croient. Les enfants dont la ToM est plus développée sont de meilleurs communicateurs, capables de résoudre des conflits. Leur travail scolaire est plus performant. Pierre Lévy¹³ a théorisé la notion d'intelligence collective. Elle désigne la capacité d'une communauté à faire converger intelligence et connaissances pour avancer vers un but commun. Elle résulte de la qualité des interactions entre les personnes. Elle suppose le partage de l'information, le respect de règles communes, la multiplication d'interactions pour développer des pratiques collaboratives. Quelles que soient les personnalités en présence, le seul fait de réfléchir collectivement les dote d'un esprit qui peut faire ressentir des émotions, penser et agir d'une manière différente que si chacun l'avait fait seul.

Pouvoir apprendre par observation permet d'acquérir des répertoires comportementaux larges et coordonnés, sans avoir à les élaborer dans un processus plus laborieux d'essais et d'erreurs.

MIEUX GÉRER LES ÉMOTIONS

Un des objectifs de l'Enseignement Moral et Civique (EMC¹⁴) est

d'« identifier et exprimer en les régulant ses émotions et ses sentiments ». L'éducation « émotionnelle » consiste à développer les compétences liées aux aspects de la relation à soi, aux autres, à l'environnement et à la

collectivité. Les sentiments qui dictent les décisions et orientent les manières d'apprendre sont d'ordre métacognitif. Certains sont prédictifs, comme le sentiment de facilité, le sentiment de savoir, l'impression d'avoir un mot « sur le bout de la langue », d'avoir la réponse (et quelques fois de ne pas pouvoir la donner quand l'enseignant interroge l'élève). Liés à la motivation, ils peuvent orienter la décision de se lancer dans la tâche, ou pas. Un sentiment élevé de réussir motive l'enfant, un sentiment élevé d'incertitude le conduit à ne pas s'y impliquer, au risque de se tromper et de perdre confiance. Les travaux d'Asher Koriat¹⁵ ont révélé l'importance des sentiments engendrés par une activité cognitive. Des « heuristiques » se forment entre les paramètres de l'activité et les résultats obtenus, ils ont tendance à prédire le succès ou l'échec de la tâche et influencent le sentiment de savoir ou d'ignorer. Il faut donc que les élèves se persuadent qu'ils peuvent y arriver pour se lancer dans une tâche. La qualité du climat de classe, l'environnement intellectuel, social, émotionnel ont un impact sur le développement des compétences psychosociales et la gestion des émotions. Le climat relationnel doit reposer sur un sentiment de sécurité et de confiance, dans des contextes d'apprentissage qui ont du sens du côté des élèves comme du côté des enseignants, dont le bien-être doit également être pris en considération. Rassurer les élèves sur leur capacité à faire fait partie du travail de l'enseignant : par exemple, la présence attentive¹⁶, aussi appelée pleine présence, consiste à porter son attention à ce qui se passe dans le moment présent, sans jugement, en accueillant les sensations, émotions, pensées qui surviennent, en apprenant à ne pas réagir immédiatement.

n sentiment élevé de réussir

U motive l'enfant, un sentiment élevé d'incertitude le conduit à ne pas s'y impliquer, au risque de se tromper et de perdre confiance.

La présence attentive permet de réduire la tendance à l'évitement des émotions ou des situations jugées difficiles et réduit la mise en œuvre de stratégies d'adaptation dysfonctionnelles telles que l'augmentation du stress, de symptômes d'anxiété. La manière la plus classique consiste à s'entraîner à focaliser son attention sur un élément comme la respiration, à aiguïser des ressentis sensoriels en s'aidant du toucher ou de l'ouïe.

[cas pratique]

POURQUOI TRAVAILLER SUR LES ÉMOTIONS ?

Enseignante de CM2, Marjorie lacchetti a mis en place sa propre méthode, mélange de pédagogie institutionnelle et de règles de la communication non violente. Au cœur de sa pratique quotidienne, elle privilégie l'expression d'une communication claire.

« J'ai développé ma pratique autour des émotions il y a huit ans », explique Marjorie lacchetti. L'objectif est d'apprendre aux élèves à ressentir puis à graduer leurs émotions pour mieux les appréhender. À chaque rentrée scolaire, une des premières séances porte sur les émotions pour les expliquer et les nuancer. Durant toute une semaine, le bagage lexical est enrichi car il est important de savoir ressentir les divers degrés d'une



émotion. La colère, par exemple, commence par un agacement, on se sent irrité. Si on la laisse grandir, elle peut devenir furie. La peine peut se présenter par de petites contrariétés, qui, accumulées, vont parasiter l'élève. Les séances peuvent prendre tout le mois de septembre. « *Il n'y a pas d'émotion négative pour moi. La peur, la colère ou la tristesse sont des émotions délicates* », dit-elle en reprenant l'expression qu'elle a développée avec Sandra Meunier dans le dispositif *Terre de joie. Objectif bien-être* (Nathan).

Tous les matins, l'enseignante organise un temps d'accueil de dix minutes, l'occasion de prendre le pouls émotionnel des élèves avant de commencer la classe. Un enfant qui arrive inquiet en classe peut, de lui-même, demander à aller boire un verre et se calmer car il a senti la contrariété augmenter, a réussi à l'identifier et à l'exprimer. Il peut écrire cette contrariété ou en parler à quelqu'un. Le tout est qu'il puisse évacuer cette émotion délicate qui le parasite. « Il a « perdu » deux minutes en quittant la classe mais revient allégé et il est dans ses apprentissages. Quand le travail sur les émotions est ouvert, l'enfant peut devenir élève », poursuit Marjorie Iacchetti.

Elle mène aussi plusieurs rituels hebdomadaires dont une réunion de régulation le vendredi, qui permet d'échanger avec les élèves sur les mots qu'ils ont déposés durant toute la semaine

dans la boîte de « rôlages » (où ils expriment leurs conflits et contrariétés) et que la classe conclut avec la boîte de gratitude.

Travailler avec ses élèves sur les émotions nécessite de la patience. « *Il faut accepter qu'un ou deux élèves ne puisse ou ne souhaite pas rentrer dans cette pratique.* » Toutefois, le fait de la vivre aux côtés de leurs pairs leur ouvre des perspectives de communication.

1. Antonio Damasio, *L'erreur de Descartes*, Odile Jacob, 2010
2. Daniel Goleman, *L'intelligence émotionnelle*, J'ai lu, 2014. Voir également Lafortune, Doudin, Pons et Hancock, *Les émotions à l'école*, Presses universitaires du Québec, 2004.
3. Directeur de l'institut neurologique de l'émotion et de la créativité à Los Angeles, auteur de *L'erreur de Descartes*, op. cit.
4. Allan Schore dirige le Département de psychiatrie à l'université de Los Angeles. L'étude de cerveau d'adultes violents montre un COF hypoactif.
5. J. A. Durlak, R. P. Weissberg, A. B. Dymnicki, R. D. Taylor, K. B. Schellinger (2011). The impact of enhancing students' social and emotional learning: a meta-analysis of school-based universal interventions. *Child Development*, 82, 405–32.
6. Le cartable des compétences psychosociales : <http://www.cartablecps.org/page-0-0-0.html>
7. [http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=EDU/CERI/CD\(2015\)13&docLanguage=Fr](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=EDU/CERI/CD(2015)13&docLanguage=Fr)
8. Voir chapitre 5 de *Qu'est ce qu'éduquer ?* coll. « Chronopédago », Nathan, 2021.
9. Albert Bandura, *Auto-efficacité*, De Boeck, 2019.
10. Albert Bandura, *L'apprentissage social*, Éditions Mardaga, 1995.
11. Giacomo Rizolatti, Corrado Sinigaglia, *Les neurones miroirs*, Odile Jacob, 2008.
12. Janet Wilde Astington est professeur à l'Institut Ontario de recherche en éducation de l'Université de Toronto. Elle dirige le laboratoire de recherche « Theory of Mind Lab » et co-dirige la revue *Cognitive Development*. Auteure de : *Comment les enfants découvrent la pensée, La théorie de l'esprit chez l'enfant*, Retz, 2007.
13. Professeur à l'Université du Québec à Trois-Rivières, *L'intelligence collective. Pour une anthropologie du cyberspace*, La Découverte, 1994.
14. <https://www.ac-paris.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2020->

08/bo_27.07.2020_modifs_emc_cycle_3.pdf

15. Asher Koriat, spécialiste de métacognition à l'Université d'Haïfa en Israël, a mis en évidence cette discordance entre confiance dans les performances et performances réelles.

16. Voir Rebecca Shankland, Nicolas Bressoud, « Pour une approche scientifique et inclusive de l'éducation positive à l'école », in *Pédagogies alternatives et démarches innovantes*, Nathan, 2020.

7. LE NUMÉRIQUE

« Notre système scolaire va complètement changer d'ici dix ans. Nous travaillons depuis un certain temps sur les films scolaires. Nos travaux montrent de façon concluante la valeur des films dans l'enseignement de la chimie, de la physique et d'autres domaines, ce qui rend les connaissances scientifiques, difficiles à comprendre dans les livres, claires et simples pour les enfants. »¹



Les technologies numériques modifient l'environnement dans lequel les enfants grandissent et apprennent. L'intelligence humaine dialogue avec de l'intelligence artificielle, dans un mélange de plus en plus important entre le monde réel et les mondes virtuels. Accrochée aux écrans, la génération Z est celle des réseaux sociaux et d'internet, des « applis » informatiques et des jeux de simulations. Parce qu'il efface les frontières de temps

et d'espace, le monde numérique est séduisant et dangereux. Cependant, bien utilisés, les écrans, et les échanges qu'ils permettent, constituent des outils de connaissance et d'ouverture sur le monde dont l'intérêt est incontestable. Le rôle de l'école est d'enseigner le bon usage des outils et le discernement sur l'information collectée et produite.

INTELLIGENCE HUMAINE/INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

L'intelligence est l'ensemble des processus qui permettent de comprendre, d'apprendre ou de s'adapter à des situations nouvelles. On associe souvent l'intelligence aux capacités d'apprentissage ; les animaux peuvent faire preuve d'*intelligence*. L'intelligence artificielle (IA) est l'ensemble des techniques qui permettent à des machines d'accomplir des tâches, de résoudre des problèmes. Elles peuvent être simples ou demander une planification complexe, comme jouer aux échecs ou conduire une voiture.

Le *deep learning*, apprentissage profond, est un type d'intelligence attribué aux machines, dérivé du *machine learning*

L'utilisation accrue d'Internet, la vitesse de transition d'un contexte à un autre ont un impact sur le système attentionnel

où la machine apprend par elle-même. Il s'appuie sur un réseau de neurones artificiels s'inspirant du cerveau humain. Il est composé de dizaines, de centaines de couches de neurones, chacune recevant et interprétant les informations de la couche précédente. Grâce au *deep learning*, l'intelligence artificielle de Google Alpha Go a réussi à battre les meilleurs champions de Go en 2016. « Au lieu d'exécuter les ordres d'un programme, la machine peut désormais acquérir par elle-même, par l'expérience, les capacités nécessaires

pour accomplir les tâches qui lui sont assignées, y compris celles que l'on croyait réservées à l'humain. »² Il existe de nombreux problèmes concrets pour lesquels ces techniques apportent aujourd'hui de réels bénéfices, en soulageant l'homme de certaines tâches. L'IA est en phase de déploiement massif. Les processus en jeu sont toujours en interaction avec les processus humains. Les intelligences sont complémentaires.

LES DIGITAL NATIVE, LA GÉNÉRATION Z

Les « *digital native* » (ou génération Z) sont nés après 1995 dans un monde où l'utilisation du portable, d'internet et des réseaux sociaux est partie prenante des modes de vie. Une étude, faite sur un panel international, identifie les caractéristiques de la génération Z : elle vit dans un monde global, les membres de cette génération ont des comportements plus homogènes entre eux que les générations précédentes. Ils sont hyper connectés et naviguent en moyenne sur 4,4 plateformes différentes. Ils cherchent leur information le plus souvent sur les sites ou sur les réseaux sociaux en opérant des comparaisons. Le désir de singularité est fort, notamment par les modes de consommation. L'égalité, la diversité et la sécurité sont pour eux des sujets importants, sans doute plus qu'ils ne l'étaient pour les générations précédentes.³ Dans son étude française de 2019, Pauline Lallement⁴ en précise quelques données : 70 % d'entre eux communiquent d'abord en ligne plutôt que physiquement ; ils envoient 3339 sms par mois ; devant une question 75 % utilisent *Google*, 25 % un livre ; 12 minutes est la durée de leur concentration. La multiplicité des données, de notifications et de sollicitations génère une sorte « d'infobésité », surcharge d'informations non triées qui bombardent les cerveaux. L'utilisation accrue d'Internet, la vitesse de transition d'un contexte à un autre ont un impact sur le système attentionnel, qui n'est pas conçu pour résister de façon efficace à une telle masse et diversité

d'informations⁵. Le cerveau s'arrête à des critères de plus en plus simples, la couleur par exemple. Ce qui induit une certaine superficialité et une difficulté à rester concentré, au risque de passer à côté de l'information la plus importante. Dans ses aspects positifs, le numérique peut fournir la bonne information au moment où on en a besoin. Pour retrouver des capacités d'attention, certains médecins proposent des cures de « désintoxication numérique » pour les enfants et les adultes.

[notion]

LA LECTURE NUMÉRIQUE

Les caractéristiques cognitives de la lecture en ligne ne sont pas les mêmes que celles de la lecture profonde sur papier. Avec le numérique, l'attention et la concentration sont partielles, moins soutenues, la capacité de lecture se fixe sur l'immédiateté et la vitesse de traitement. Selon la neuroscientifique américaine Maryanne Wolf, spécialiste de ce sujet et auteure de *Proust et le calamar* (Éditions Abeille et Castor, 2007), les supports numériques ont tendance à rendre la lecture physique (tactile, interactions sensorielles...) tandis que la lecture sur papier plonge le lecteur dans un processus cognitif profond. Sur écran, le lecteur est constamment distrait par ce qui vient sur la gauche puis la droite, ce qui diminue l'attention ciblée. Cette lecture de surface est synonyme de manque de concentration, de mouvement permanent où l'efficacité et la vitesse deviennent les processus dominants. Sans jamais opposer les deux lectures, la chercheuse explique que la lecture sur papier développe l'empathie et l'analyse critique, toutes deux activées par la lecture profonde. Le papier encourage le lecteur à revenir en arrière, à analyser ce qu'il a compris ou pas, contrairement à l'écran qui pousse à aller de plus en plus vite.

 **GRANDIR ET APPRENDRE DANS UN MONDE NUMÉRIQUE**

L'éducation des enfants est dépendante des caractéristiques de l'environnement. La relation aux savoirs, aux apprentissages, la construction de soi et des règles de sociabilité sont impactées par l'omniprésence des technologies numériques. L'école doit prendre en compte le fait que les élèves ne se construisent plus simplement dans la salle de classe, ils sont « interconnectés » à tout moment. L'enseignant a devant lui des « mondes virtuels » avec lesquels il doit compter sans les affronter comme des ennemis. Il lui appartient de renouveler les manières de travailler et d'apprendre ensemble. Il ne s'agit pas d'adapter l'école au numérique mais de l'adapter au changement d'état d'esprit des élèves et des jeunes enseignants. Serge Tisseron⁶ parle d'une révolution pédagogique qui combinerait plusieurs dimensions : une information sur la culture et les usages numériques et la compréhension des bouleversements en cours, le développement du travail narratif. L'information sur les devoirs et les droits sur Internet, sur les règles de base qui régissent le réseau, la permanence des données et leur traçabilité, l'absence de gratuité des services numériques relève des missions d'éducation. La culture numérique impose les images comme une forme de communication à part entière au même titre que le langage parlé ou écrit. L'apprentissage du passage de la pensée visuo-spatiale à la pensée narrative est essentiel. Il s'agit de permettre aux élèves d'intérioriser les repères narratifs et logiques dans le langage pour bénéficier de tout ce que les technologies numériques peuvent apporter. La controverse, le débat permettent à la fois l'apprentissage des articulations logiques de la langue à travers son maniement et l'échange des idées entre les élèves, dans le respect de l'autre.

Des études⁷ montrent que le multimédia qui associe du texte et des images est utile à la compréhension sous certaines conditions. Il faut utiliser des images pertinentes par rapport au texte ; placer les images près du texte qui leur correspond ; utiliser un style informel dans le texte. Les bienfaits du multimédia touchent au traitement des informations dans la mémoire de travail.

[portrait]

DAPHNÉ BAVELIER

L'impact des nouvelles technologies sur le cerveau humain

Cette scientifique française, directrice du laboratoire en neurosciences cognitives à l'Université de Genève, étudie l'impact des nouvelles technologies sur le cerveau humain, notamment celui des jeux vidéo. Son travail essentiel est la direction de deux méta-analyses, qui reprennent quinze ans de recherches (2000-2015) sur le sujet. Elles ont montré que les jeux vidéo d'action développent de manière significative les capacités cognitives du cerveau. Les participants voient leurs capacités cognitives augmenter d'un tiers d'écart-type par rapport à ceux jouant à des jeux de contrôle. Les « *gamers* » montrent de meilleurs résultats dans les tests mesurant la cognition spatiale (rotation mentale d'objet, mémoire spatiale...), attentionnelle (capacité à porter son attention sur une chose tout en ignorant les autres) et perceptive (précision du champ visuel, sensibilité auditive et spatiale). Les pratiquants de jeux vidéo d'action ont également plus de facilités à mémoriser des listes de mots, à faire plusieurs choses en même temps et voient leur acuité visuelle stimulée.

Les recherches menées par André Tricot⁸ mettent en évidence que certaines fonctions pédagogiques peuvent bénéficier du numérique : la compensation des difficultés, le contournement et la rééducation pour les élèves porteurs de troubles ou handicapés⁹. Certains outils aident à construire des représentations, à

rechercher et présenter des informations, à apprendre à distance ou en mode hybride, un peu de présentiel et un peu de distanciel.

À l'école, les outils numériques ont trois atouts importants : ils peuvent s'adapter à chaque élève ; ils favorisent la motivation ; ils permettent de faire alterner le travail individuel et le travail en groupe face à un écran utilisé comme un espace d'échanges, en collaboration et non pas en compétition. L'écran est introduit comme un support qui permet à trois ou quatre élèves d'interagir afin de produire un travail en intelligence et construction collectives. Il est essentiel de travailler d'abord avec les outils traditionnels, de manière à apprendre à penser en s'appuyant sur les ressources de son propre esprit.

LES IMPACTS DES ÉCRANS SUR LES ENFANTS

Le ministère de la santé a commandité en 2019¹⁰ une étude pour savoir si l'utilisation excessive des écrans peut engendrer une addiction comportementale, notion qu'il convient d'aborder avec précaution.

Les recommandations du rapport¹¹ sont très claires.

Avant 3 ans, il ne faut pas mettre à la disposition des enfants seuls les écrans, surtout ceux dont les enfants peuvent eux-mêmes contrôler l'usage (tablettes, portables).

Avant 3 ans, il ne faut pas mettre à la disposition des enfants seuls les écrans, surtout ceux dont les enfants peuvent eux-mêmes contrôler l'usage (tablettes, portables). Un usage accompagné, récréatif est envisageable avec la participation de l'adulte, l'interactivité est indispensable. De 3 à 10 ans, il faut fixer un temps ritualisé dédié aux écrans afin d'apprendre à l'enfant à attendre, ce

qui constitue un apprentissage de l'autorégulation. Il vaut mieux privilégier les écrans partagés et accompagnés aux écrans solitaires, parler avec l'enfant de ce qu'il voit et fait avec les écrans. Pas d'écrans le soir avant le coucher en raison de l'impact négatif sur l'endormissement. Après 10 ans, il faut avoir un dialogue positif sur l'utilisation des écrans et rester attentif aux symptômes de fatigue liés aux troubles du sommeil, aux signes d'isolement pouvant conduire à un repli sur soi et à un fléchissement des résultats scolaires. Au sein de l'école, dès 3 ans jusqu'à la fin du collège, la place des écrans doit faire l'objet d'une réflexion collective en associant les parents, en particulier dans des contextes de grande vulnérabilité sociale. Les usages pédagogiques doivent être présentés et la vigilance de toute la communauté est attirée sur tout ce qui concerne la violence, la désinformation, le harcèlement et le prosélytisme sur les réseaux sociaux. Le rapport incite les neurophysiologistes, les psychologues et les philosophes à travailler ensemble à la compréhension des relations homme-machines, pour poser les bases éthiques des interactions susceptibles d'enrichir le registre des expressions et des interactions humaines.

[trois questions à...]

ANDRÉ TRICOT

**Professeur de psychologie cognitive au
Laboratoire Epsilon - Dynamique des
Capacités Humaines et des Conduites de
Santé à Montpellier.**

Comment bien travailler avec les élèves à distance ?

Micheline Chi, une chercheuse américaine en sciences

cognitives, a remarqué que le plus important n'est pas simplement de donner une tâche aux élèves, comme un texte à lire, mais de spécifier comment ils vont s'engager dans cette tâche. Elle a repéré quatre niveaux d'engagement, compatibles avec les différentes tâches scolaires.

Comment se caractérisent-ils ?

Le premier niveau est l'engagement passif où les élèves sont attentifs, ils lisent le texte et c'est tout. Le niveau suivant est dit « actif » car il y a quelque chose à réaliser, comme sélectionner des passages et les surligner ou les recopier. Le troisième niveau est appelé « constructif » : l'élève doit émettre des interprétations possibles. Enfin le dernier niveau se pratique à plusieurs, les élèves doivent, par exemple, se mettre d'accord pour écrire un résumé.

Quels sont les points de vigilance dans l'enseignement à distance ?

L'enseignant doit surtout expliciter plus. En visio, la régulation est très appauvrie par rapport à une classe en présentiel. Pour rendre moins épuisante la communication à distance et compenser ce déficit de régulation, l'enseignant doit sans doute s'attacher à mettre en place une structure assez rigide ; il y a un côté très planifié et très explicite dans l'enseignement à distance.



Entretien complet sur [Lea.fr](https://leaproject.fr)

 **LE NUMÉRIQUE DANS LA PÉDAGOGIE INVERSÉE**

Inverser, c'est changer la position de deux éléments. Dans la classe traditionnelle, l'enseignant fait travailler ses élèves sur des documents après avoir fait sa présentation des notions. Si les notions travaillées ne sont pas comprises, si les parents ne peuvent pas aider l'enfant, l'apprentissage reste « en panne ». Dans la classe inversée, les élèves prennent connaissance des contenus qui seront travaillés durant la leçon avant la leçon, à la maison, en salle informatique grâce aux moyens mis à leur disposition. Les exercices d'appropriation sont réalisés durant le temps de classe qui devient un lieu de questionnement et d'échanges. La leçon n'est pas linéaire, elle est une succession de moments. Par exemple, l'enseignant peut évaluer l'état des connaissances des élèves sur un sujet donné. Il demande à ceux qui le connaissent de dire ce qu'ils savent ; il utilise un extrait de jeu vidéo, une émission de télévision pour (re)lancer une question ou un problème ; il invite des élèves qui semblent avoir des points de vue différents à les exposer. Les ressources numériques telles que les vidéos, les articles en ligne, avec ou sans QCM sont indispensables. Les enseignants qui ont essayé cette pédagogie observent des effets positifs, la méthode utilisée aide les élèves à se responsabiliser, à travailler en équipe, à s'impliquer dans leurs apprentissages. C'est une pédagogie qui complète la pédagogie traditionnelle. Par ailleurs, on peut faire de « l'inversé » aussi sur le temps de classe, l'enseignant se tient à proximité avec des ressources, et accompagne les questionnements.

[cas pratique]

**QU'APPORTE L'INTELLIGENCE
ARTIFICIELLE AUX**

APPRENTISSAGES ?

Audrey Seigneurin utilise le programme de lecture et de phonologie Lalilo avec ses élèves de CP depuis 2017. L'application web offre un apprentissage différencié de la lecture aux élèves depuis la grande section de maternelle jusqu'en CE2.

À travers un parcours où les élèves voyagent dans plusieurs mondes virtuels, le programme basé sur l'intelligence artificielle propose des exercices individualisés à chaque élève autour de l'identification des mots et de la compréhension, de l'étude de la langue et de lecture à voix haute. Lalilo permet ainsi à chaque élève d'apprendre à lire à son rythme grâce à des exercices adaptés à son niveau. Les enseignants suivent la progression de la classe et de chaque élève sur un tableau de bord complet. « *Les exercices sont adaptés à chaque élève dès le test de positionnement en repérage de lettres et en phonologie qui définit leur point de départ* », indique la professeure. Autre intérêt, l'autonomie procurée aux élèves. Travaillant en classe dédoublée (14 élèves), l'enseignante constitue deux demi-groupes de sept élèves, durant vingt à trente minutes. Elle estime que Lalilo lui propose des informations importantes sur la maîtrise de chaque enfant. « *Une élève a travaillé sur les voyelles et le tableau de bord m'apprend qu'elle a eu 69 % de maîtrise de reconnaissance des lettres*



alors que l'objectif est de 80 %. J'ai constaté qu'elle a confondu des lettres assez proches ». Audrey Seigneurin constitue des groupes de besoins hétérogènes en fonction des résultats sur Lalilo ainsi que sa pratique de classe et ses observations. « *Je n'ai pas ressenti la nécessité de créer des groupes plus homogènes car j'utilise la méthode des ceintures de compétences. Je crée le cadre et chaque élève choisit de commencer par la phonologie ou la production d'écrit en évoluant au sein de ce que je leur propose.* » Elle prévoit dans ces groupes hétérogènes des élèves tuteurs pour venir en aide à leurs camarades. Nouveauté, l'interface prend en compte le ressenti de l'élève par rapport à un exercice en lui demandant s'il l'a trouvé facile, bien ou difficile et s'il souhaite un exercice plus facile, identique ou plus difficile. De quoi renforcer l'implication des élèves, essentielle pour progresser dans un apprentissage. « *Comme ils sont seuls face à l'écran et un casque sur les oreilles, je vois comment ils travaillent par eux-mêmes. Lalilo leur permet d'acquérir une autre perception du statut de l'erreur* », conclut l'enseignante.

1. Thomas Edison, 1913.

2. Yann Le Cun, *Quand la machine apprend*, Odile Jacob, 2019.

3. « La génération sans frontières, introduction à la génération Z », étude menée en 2019 par le cabinet international de conseil en stratégie OC&C sur 15 500 personnes de neuf pays différents. Les 6 clés pour comprendre la génération Z businessinsider.fr
4. « Génération Z, née après 1995 », par Pauline LALLEMENT, « Éducation. L'enjeu majeur. Demain se prépare aujourd'hui », Entretien avec Philippe COLÉON, Paris Match, n° 3566, 21 septembre 2007.
5. Jean-Philippe Lachaux, *Le cerveau funambule : comprendre et apprivoiser son attention grâce aux neurosciences*, Odile Jacob, 2015
6. Serge Tisseron, psychiatre et psychanalyste, docteur en psychologie, auteur du programme : 3-6-9-12 : *Apprivoiser les écrans et grandir*. Il est coauteur de l'avis de l'Académie des sciences sur L'enfant et les écrans, janvier 2013.
7. R. Mayer (2003). The Promise of Multimedia Learning: Using the Same Instructional Design Methods across Different Media. *Learning and Instruction*, 13(2):125-139. Voir E. Jamet, O. Le Bohec, C. Hidrio (2003). Comment présenter l'information dans les documents numériques éducatifs ? Une approche de psychologie cognitive. Lavoisier Document numérique. Vol. 7, 25-38.
8. André Tricot, « Le numérique permet-il d'innover en pédagogie ? », in *Pédagogies alternatives et démarches innovantes*, Nathan, 2020.
9. Citons les programmes GraphoLearn de Johannes Ziegler, Jacques Ginestié et Liliane Sprenger-Charolles, Kalulu de Stanislas Dehaene, TACIT (soutenu par l'université Rennes 2), ROLL (CIFODEM), Lalilo.
10. *L'enfant, l'adolescent, la famille et les écrans. Appel à une vigilance raisonnée sur les technologies numériques*, 9 avril 2019.
11. https://www.academie-sciences.fr/pdf/rapport/appeL_090419.pdf

8.

LES APPRENTISSAGES DES ENFANTS À BESOINS ÉDUCATIFS PARTICULIERS

« Les neurosciences font remonter les difficultés que rencontrent certains élèves au niveau cognitif : elles objectivent, par exemple, pourquoi ils peinent en mathématiques ou à se repérer dans l'espace. »¹



Grâce à l'IRM fonctionnelle, les recherches en neurosciences, les outils cliniques de dépistage, on connaît mieux les bases neurobiologiques et cognitives des troubles des apprentissages : les troubles « dys », les troubles de l'attention (TDA), les enfants à Haut Potentiel Intellectuel. À l'issue de la phase de détection et de diagnostic, des actions peuvent être entreprises pour restaurer le potentiel cognitif et retrouver une meilleure efficacité intellectuelle. Des soins et des interventions de professionnels de santé, ainsi que des prises en charge spécialisées sont parfois nécessaires.

LES ENFANTS À BESOINS SPÉCIFIQUES

La notion d'enfants à besoins spécifiques (EBS) ou enfants à besoins éducatifs particuliers (BEP) touche des enfants² perturbés par des troubles transitoires ou définitifs d'ordre physique, psychologique, cognitif. Les fonctions cognitives comme la perception, l'attention, la mémoire, la construction des images mentales, le langage, la résolution de problèmes, le raisonnement et la prise de décision peuvent être affectées. Les troubles spécifiques « dys » occupent une place importante dans les prises en charge scolaires, depuis quelques années, grâce aux avancées de la recherche. La connaissance des troubles du déficit de l'attention, avec ou sans hyperactivité (TDA/H) des troubles du développement de l'attention et des fonctions exécutives, bénéficie d'outils étalonnés pour mettre en évidence la manière dont le cerveau traite l'information au cours d'une tâche donnée³. Des perturbations émotionnelles et relationnelles peuvent être associées et entraîner un échec scolaire, mais aussi porter atteinte à l'estime de soi, développer un sentiment d'infériorité, un sentiment d'incompétence, de l'anxiété, des conduites d'opposition. Ce sont des révélateurs de souffrances. Ces enfants ont besoin qu'on reconnaisse leurs difficultés, sans les blâmer, et de recevoir des aides. Après la phase de bilan- diagnostique, l'école peut disposer d'un arsenal d'outils élaborés en équipe pluridisciplinaire pour agir : le Programme personnalisé de réussite éducative (PPRE) concerne les aménagements scolaires, notamment quand il y a un maintien de classe proposé ; le Projet d'accueil individualisé (PAI) est défini à partir des données transmises par le médecin, le Plan d'accompagnement personnalisé (PAP)⁴ organise l'ensemble des aménagements et des mesures pédagogiques ; le Projet personnalisé de scolarisation (PPS) est élaboré à l'issue de la saisine de la Maison départementale des personnes handicapées (MDPH) et précise les actions pédagogiques, psychologiques, éducatives, sociales, médicales et paramédicales envisagées.

Il peut être assorti de différentes mesures associées, par ex. la mise à disposition de matériel, une aide humaine...

LES TROUBLES « DYS »

[portrait]

BRIAN BUTTERWORTH (né en 1944)

La capacité innée du cerveau à traiter le nombre

Ce neuropsychologue anglais, professeur à l'Institut des sciences cognitives de l'Université College London, est connu pour avoir décrit la capacité innée du cerveau à traiter les nombres. Dans ses études, Brian Butterworth suggère que le siège de ce qu'il appelle le module numérique se trouve dans la partie inférieure du lobe pariétal gauche et probablement dans celle du lobe pariétal droit. D'après lui, ce module numérique serait inné et assurerait ce que les bébés de quelques mois peuvent accomplir, à savoir la reconnaissance rapide (purement conceptuelle, sans comptage conscient) de petites numérosités, jusqu'à 4 ou 5 tout au plus. Il a fait l'hypothèse que la dyscalculie dysfonctionnelle serait la conséquence d'un dysfonctionnement de base dans le cerveau affectant la représentation de la quantité numérique. Ainsi les enfants dyscalculiques seraient privés du sens du nombre ou de la représentation de la quantité. D'autres chercheurs ont avancé que le déficit central dans la dyscalculie concernerait l'accès à la représentation de la quantité numérique à partir des codes symboliques.

Il existe différentes formes de « dys » : la dyslexie, trouble de l'acquisition du langage écrit ; la dysphasie,

Un déficit dans le traitement phonologique, observé au niveau de la conscience phonémique,

trouble du langage oral ; la dysorthographe, trouble de l'acquisition de l'orthographe ; la dysgraphie, trouble du geste graphique ; la dyspraxie, trouble de l'automatisation des gestes ; la dyscalculie, trouble des habiletés mathématiques. La dyslexie-dysorthographe fait partie des troubles « dys » les plus couramment étudiés. L'IRM fonctionnelle a permis de visualiser la chaîne d'activités cérébrales dans l'activité de lecture chez des enfants dyslexiques ; les images ont montré que trois régions, l'aire de Broca, le carrefour temporo-pariétal et la région de la forme visuelle des mots, la « boîte aux lettres du cerveau » sont sous-activées. L'activité de lecture modifie le réseau du langage oral car elle nécessite une prise de conscience analytique du langage parlé jusqu'à ses éléments les plus élémentaires, les phonèmes (voir le chapitre 2 sur l'acquisition des outils culturels). Un déficit dans le traitement phonologique, observé au niveau de la conscience phonémique, entraîne des difficultés à discriminer des phonèmes proches comme le /b/ et le /d/ . Ces enfants ont du mal à manipuler les sons de la langue. Pour décoder, ils sont obligés de compenser par l'utilisation d'autres régions cérébrales, ce qui a un coût cognitif important ; ils sont souvent en situation de « double tâche ». La pédagogie courante n'est pas efficace, il faut solliciter d'autres compétences pour les aider à compenser leurs difficultés. Une équipe de chercheurs belges précise qu' « on pourrait donc décrire la dyslexie comme un trouble qui déconnecte le cerveau »⁵. Les difficultés d'apprentissage de l'enfant « dys » ne sont pas conceptuelles, elles viennent souvent des méthodes utilisées en classe. Il faut l'aider à contourner les troubles en s'appuyant sur les fonctions cognitives préservées, en évitant de solliciter celles qui sont fragiles.

LE TROUBLE DÉFICITAIRE DE

L'ATTENTION AVEC HYPERACTIVITÉ (TDAH)

Cette affection touche 3 à 7 % des enfants d'âge scolaire à l'échelle mondiale⁶. Les connaissances issues des neurosciences montrent de façon catégorique que les cerveaux des enfants qui en souffrent sont différents de ceux des enfants témoins. Les études d'imagerie fonctionnelle qui portent sur des tâches cognitives liées au contrôle de l'attention, à la mémoire de travail et à l'inhibition de la réponse, montrent un défaut d'activation du cortex préfrontal gauche, du cortex cingulaire antérieur, du lobe pariétal droit, du cortex occipital et du thalamus. Le trouble se manifeste par une impulsivité, des problèmes dans l'anticipation et l'organisation des tâches, des difficultés de maintien de l'attention, et une instabilité motrice qui peut varier d'un enfant à l'autre. Il a un retentissement sur la vie familiale et sociale de l'enfant et sur le parcours scolaire. En consultation, souvent l'enfant dit qu'il n'a pas d'amis, que ses parents ne le comprennent pas ; il montre une faible estime de soi. Ses parents le trouvent distrait, désorganisé, ne faisant pas attention à ses affaires. L'école le trouve agité, ne restant pas en place, il est impatient et coupe facilement la parole, ses capacités de concentration et de mémorisation sont fluctuantes. Une approche cognitivo-comportementale⁷ comprend des mesures psychologiques, éducatives et sociales, des aménagements scolaires et dans les cas les plus sévères une prise de médicaments. Le partenariat entre les parents et l'école est indispensable. Il faut, dans la mesure du possible, éviter les sources de renforcement de l'inattention et de l'hyperactivité : bruits, agitation, situations angoissantes. Cela commence par créer un climat détendu, éviter de rentrer dans le cercle vicieux hyperactivité-remontrance-angoisse de l'enfant- accentuation de l'hyperactivité.

LES ENFANTS À HAUT POTENTIEL

INTELLECTUEL (HPI)

[notion]

QUOTIENT INTELLECTUEL ET QUOTIENT ÉMOTIONNEL

Le QI ou quotient intellectuel, entend fournir une indication quantitative standardisée des capacités logiques et intellectuelles. Il a été introduit par les psychologues français Alfred Binet et Théodore Simon en 1905.

Aujourd'hui, différents types de tests effectués par des psychologues évaluent les capacités cognitives d'un individu à travers un score qui permet de le situer par rapport à la moyenne (QI de 100) d'une culture et d'une population données. Ces tests font l'objet de critiques car des facteurs extérieurs comme le stress ou la motivation affectent les résultats.

L'intelligence émotionnelle a été théorisée dans les années 1990 par deux psychologues américains, Peter Salovey et John Mayer comme « l'habileté à percevoir et à exprimer les émotions, à les intégrer pour faciliter la pensée, à comprendre et à raisonner avec les émotions, ainsi qu'à réguler les émotions chez soi et chez les autres ». La notion a été popularisée par l'ouvrage du psychologue Daniel Goleman (J'ai lu, 2014) qui l'a adapté au monde de l'entreprise. Le quotient émotionnel mesuré à travers des tests, indique la capacité d'une personne à capturer l'information émotionnelle de son environnement, à la comprendre et à agir en conséquence.

Les enfants dits précoces, surdoués, ou à haut potentiel intellectuel (HPI) se distinguent par une pensée singulière, rapide et foisonnante.

Les neurosciences ont analysé

leur fonctionnement cognitif. Leur activité cérébrale est plus intense « *comme un moteur ou un processeur plus puissant qui permet davantage de rapidité et de qualité de traitement des stimuli externes ou des informations internes mémorisées* »⁸. La connectivité cérébrale est significativement plus importante, au sein de chacun de leurs hémisphères, mais également de l'un à l'autre. Leur profil montre une grande curiosité, une hypersensibilité, un souci de perfection. Souvent en décalage avec les enfants de leur âge, ils ont des préoccupations métaphysiques et manifestent une appétence pour les questions existentielles. Leur adaptation sociale peut être chaotique parce qu'ils ont un fort esprit critique. Aux prises avec des difficultés de planification et une certaine intolérance à la frustration, ils peuvent être mis en échec à l'école. Une approche cognitivo-comportementale a permis de dépasser les approches fondées uniquement sur une identification des dysfonctionnements, qui peuvent être multiples. Un bilan psychologique qui dégage un quotient intellectuel de 130, ou plus⁹, peut être contrebalancé par des résultats décevants à certaines épreuves. Des troubles de l'apprentissage associés (dyslexie, par ex.) ou un déficit d'attention qui ne sont pas encore diagnostiqués peuvent aussi apporter des biais. Leur vulnérabilité attentionnelle, psychomotrice et émotionnelle peut créer un décalage avec les aptitudes cognitives.

Aux prises avec des difficultés de planification et une certaine intolérance à la frustration, les enfants à haut potentiel peuvent être mis en échec à l'école.

[trois questions à...]

FANNY NUSBAUM

Psychologue, chercheur associé en psychologie et neurosciences à l'Université Lyon II, elle dirige le centre Psyrene à Lyon

Vous utilisez le terme de « philo-cognitif » plutôt que « précoce », « surdoué » ou « haut potentiel ». Pourquoi ?
Parce que ces termes renvoient à des idées fausses ou très imprécises. Je souhaitais un terme qui colle à la réalité de ce phénomène. « Philo-cognitif » décrit des personnes qui aiment penser, qui ressentent un besoin quasi vital de réfléchir sur toutes sortes d'objets différents.

Qu'avez-vous découvert dans vos recherches ?

Les études pratiquées par IRM ont démontré des différences majeures dans le fonctionnement du cerveau des philo-cognitifs, ils présentent une connectivité cérébrale bien plus importante que les enfants au QI standard dans plusieurs régions cérébrales. Notre étude a aussi montré, pour la première fois, qu'il existe deux grandes familles chez les philo-cognitifs avec des différences cérébrales : les philo-laminaires et les philo-complexes.

Quelles sont leurs principales caractéristiques ?

Le profil laminaire a un quotient intellectuel avec des indices équilibrés, le complexe a des indices plus irréguliers. Chez les philo-laminaires, nous avons constaté une dominante de l'hémisphère droit qui est celui de la gestion spatiale et aussi émotionnelle, chez les philo-complexes une meilleure connectivité dans l'hémisphère gauche. Les philo-laminaires sont plutôt bien intégrés à la société et vont répondre aux attentes de leur environnement ; les philo-complexes, eux, ont une grande autonomie au niveau

de leur pensée et peuvent se mettre en danger.



Entretien complet sur [Lea.fr](https://lea.fr)

Il arrive qu'ils ne montrent pas toutes leurs capacités au moment des tests par manque de motivation. Leur développement intellectuel est caractérisé par une dy-synchronie avec les différentes composantes de la personnalité. Ils vivent les émotions avec une grande intensité, leur tendance à « fusionner » émotionnellement implique une réelle difficulté à faire preuve de suffisamment de flexibilité mentale pour se mettre à la place de l'autre sur un plan affectif, tout en gardant de la distance. Le bilan cognitif et psychologique permet de restaurer leur estime de soi, de trouver des solutions concrètes d'adaptation du milieu scolaire et de rassurer les parents.

LES MESURES D'ACCOMPAGNEMENT

Les avancées des sciences cognitives ont permis d'éclairer d'un nouveau jour les enjeux pédagogiques pour l'enseignant, qui dispose d'un cadre conceptuel pour penser et adapter ses pratiques aux besoins divers de ses élèves. Dans l'hypothèse de troubles détectés qui affectent essentiellement les formes de l'information reçue, le traitement et la production, il peut varier les voies d'entrée en introduisant des images, des tableaux, des graphiques, les types de traitement sollicités (manipuler, raisonner, mémoriser...) et les voies de sortie des réponses attendues (langage, action motrice, écriture...). À toutes les étapes, il doit rechercher ce qui semble efficace pour l'élève en l'amenant à le verbaliser, à travailler sur les biais cognitifs et les erreurs. Pour l'ensemble des autres troubles, les actions de stimulation des

réseaux dysfonctionnels, le contournement des troubles constatés, sont les réponses les plus efficaces. La stimulation cognitive consiste à entraîner l'enfant à faire travailler « ce qui marche le moins bien » dans ses stratégies et à compenser à l'aide des fonctions cognitives préservées. Pour la dyslexie, les stratégies de contournement consistent à diminuer l'écrit en privilégiant la voie orale. L'adulte qui accompagne lit les consignes par exemple joue le rôle de « scripteur » pour la trace écrite attendue, relit autant de fois que nécessaire le texte et les consignes à l'élève, l'incite à formuler oralement ce qu'il a compris. Les outils informatiques fournissent une assistance technologique qui permet à l'élève de gagner en autonomie. On peut citer le retour vocal, la dictée et la note vocale, le correcteur orthographique, les logiciels de tracé en géométrie... Un bilan neuropsychologique régulier permet de vérifier que les voies de substitution et les outils de contournement sont réellement opérationnels.

[cas pratique]

COMMENT AIDER LES ÉLÈVES DONT LA FLUIDITÉ DE LECTURE EST PRÉCAIRE ?

Du jeune lecteur en difficulté à l'élève dyslexique, les deux voies de lecture (assemblage et adressage) peuvent être impactées dans le processus d'apprentissage.

Mélanie Bachimont, Nicolas Hibon et Sébastien Mounié (auteurs de l'ouvrage

Vers une école inclusive, des pratiques de classe au service de tous les élèves, Nathan, 2020), ont hiérarchisé trois niveaux de réponses.

Le premier niveau est un étayage consistant à augmenter la perception du texte. Pour les élèves ayant des difficultés de repérage visuo-spatial, il est intéressant d'augmenter les « pleins » (les lettres) et les « vides » (les espaces) du texte pour une meilleure discrimination visuelle. Un simple agrandissement du support écrit peut faciliter l'accès au texte avec augmentation de la taille de la police, de l'interligne ou des espaces entre les mots. La police spécifique « open-dyslexic » permet de réduire la rotation des lettres perçues par le lecteur grâce à une embase fixant chaque lettre sur la ligne. Elle peut être utilisée sur un support commun car elle ne perturbe pas le décodage des autres élèves.

Le deuxième niveau d'accompagnement est un étayage perceptif, qui modifie la perception du texte. « Il s'agit de mettre en exergue les éléments du texte par un système de jeu de couleurs ou par l'organisation spatiale des données », indiquent les auteurs. Couplés à des logiciels de traitement de texte, des modules d'extension comme LireCouleur ou le ruban World (de l'association Cartable Fantastique) proposent des fonctions d'aménagement du texte brut. Ils permettent la colorisation d'un graphème complexe (« -euil » par exemple) ou la



création de couleurs différentes appliquées aux lignes du texte pour favoriser le repérage spatial. Enfin, le troisième et dernier niveau d'accompagnement est une redéfinition de l'acte de lire qui consiste en une compensation. Une première démarche propose une représentation différente des mots écrits lorsque le décodage de certains d'entre eux est inefficace. Elle peut prendre la forme de pictogrammes conçus par un logiciel de traitement de texte augmenté comme Araworld où les mots ne sont pas décodés mais oralisés aisément grâce à l'image. « L'objectif est de réduire le niveau d'abstraction », notent les auteurs. Une lecture orale par les autres élèves ou par des outils numériques permettant l'énonciation par synthèse vocale est aussi possible.

1. Caroline Huron, *L'enfant dyspraxique : mieux l'aider à la maison et à l'école*, Odile Jacob, 2011.

2. Estimés à environ 12 % de la population.

3. Des bilans sont réalisés dans les Centres de Référence pour les troubles du langage, associés à des CHU.

4. Voir une description détaillée des dispositifs :

http://cache.media.education.gouv.fr/file/12_Decembre/37/3/DP-Ecole-inclusive-livret-repondre-aux-besoins_373373.pdf

5. Bart Boets, Hans P. Op de Beeck, Maaïke Vandermosten, Sophie K. Scott, Céline R. Gillebert, Dante Mantini, Jessica Bulthé, Stefan Sunaert, Jan Wouters, Pol Ghesquière (2013). Intact But Less Accessible Phonetic Representations in Adults with Dyslexia. *Sciences*, 342(6163):1251-4.

6. American Psychiatric Association. *Diagnostic and statistical manual of mental*

disorders 4th ed. Arlington, VA: American Psychiatric Publishing 2000.

7. Les thérapies cognitivo-comportementales se fondent sur des principes d'apprentissage axés sur des liens entre comportements, cognitions et émotions.

8. Fanny Nusbaum, docteure en psychologie et chercheuse associée en psychologie et neurosciences à l'Université de Lyon, coauteure de *Les philo-cognitifs. Ils n'aiment que penser et penser autrement...*, Odile Jacob, 2019.

9. La norme est entre 90 et 110.

BIBLIOGRAPHIE

Albert Bandura, *L'apprentissage social*, Éditions Mardaga, 1995.

Albert Bandura, *Auto-efficacité*, De Boeck, 2019.

Jean-Luc Berthier, Frédéric Guilleray, *Apprendre à mieux mémoriser*, coll. « Du labo à la classe », Nathan, 2020.

Elena Bodrova, Deborah J. Leong (2007). *Tools of the Mind: The Vygotskian approach to early childhood education* (2nd Ed.) Merrill/Prentice Hall.

Jean-Pierre Changeux, *L'homme neuronal*, Pluriel, 2012.

Antonio Damasio, *L'erreur de Descartes*, Odile Jacob, 2010.

Stanislas Dehaene, *La bosse des maths, quinze ans après*, Odile Jacob, 2007.

Stanislas Dehaene, *Les Neurones de la lecture*, Odile Jacob, 2007.

Francis Eustache, *Les petites cases de ma mémoire*, Le Pommier, 2013.

Francis Eustache, *La mémoire au futur*, Le Pommier, 2019.

Catherine Guegen, *Pour une enfance heureuse*, Pocket, 2015.

Olivier Houdé, *L'école du cerveau*, Mardaga, 2018.

Olivier Houdé, *Apprendre à résister*, Le Pommier, 2019.

Olivier Houdé, *La psychologie de l'enfant*, coll. « Que sais-je ? », PUF, 2020.

Olivier Houdé, Grégoire Borst (dir.), *Le cerveau et les apprentissages*, coll. « Les repères pédagogiques », Nathan, 2018.

Caroline Huron, *L'enfant dyspraxique : mieux l'aider à la maison et à l'école*, Odile Jacob, 2011.

William James, *The Principles of Psychology*, 1890.

Jean-Philippe Lachaux, *Le cerveau funambule : comprendre et apprivoiser son attention grâce aux neurosciences*, Odile Jacob, 2015.

Jean-Philippe Lachaux, *Les petites Bulles de l'attention. Se concentrer dans un monde de distractions*, Odile Jacob, 2016.

Yann Le Cun, *Quand la machine apprend*, Odile Jacob, 2019.

Eve Leleu-Galland, Florence Samarine, *Pédagogies alternatives et démarches innovantes*, coll. « Les repères pédagogiques », Nathan, 2020.

Marie Létang, Julien Garbarg Chenon, *Entrainer le cerveau à résister*, coll. « Du labo à la classe », Nathan, 2020 (2 versions Non lecteurs / Lecteurs).

Pierre Lévy, *L'intelligence collective. Pour une anthropologie du cyberspace*, La Découverte, 1997.

Line Massé, Nadia Desbiens et Catherine Lanaris, *Les troubles du comportement à l'école : prévention, évaluation et intervention*, Gaëtan Morin Éditeur, 2014.

Steve Masson, Fanny Nusbaum, Olivier Revol, Dominic Sappey-Marinier, *Les philocognitifs. Ils n'aiment que penser et penser autrement...*, Odile Jacob, 2019.

Giacomo Rizzolatti, Corrado Sinigaglia, *Les neurones miroirs*, Odile Jacob, 2008.

Rémy Schmitz, Philippe Peigneux, « Sommeil et plasticité cérébrale », *Bienfaits et troubles du sommeil : Comprendre pour mieux prendre en charge*, De Boeck, 2016.

Lev Vygotsky, *Théorie des émotions*, L'Harmattan, 1998.

Janet Wilde Astington, *Comment les enfants découvrent la pensée, La théorie de l'esprit chez l'enfant*, Retz, 2007.

ARTICLES

C. Blair, C. C. Raver (2016). Poverty, Stress, and Brain Development: New Directions for Prevention and Intervention. *Academix Pediatrics*, 16(3), 30-36.

B. Boets, H. P. Op de Beeck, M. Vandermosten, S. K. Scott, C. R. Gillebert, D. Mantini, J. Bulthé, S. Sunaert, J. Wouters, P. Ghesquière (2013). Intact But Less Accessible Phonetic Representations. Adults with Dyslexia. *Sciences*, 342(6163):1251-4.

S. Casalis, P. Colé (2016). Morphologie (psycholinguistique), *Encyclopaedia Universalis* : <https://www.universalis.fr/encyclopedie/morphologie/>

A. Castles, K. Rastle, K. Nation K (2018). Ending the Reading Wars: Reading Acquisition From Novice to Expert. *Psychological Science in the Public Interest*, 19(1), 5–51.

Adèle. Diamond (2013). Exécutives functions, *Annual review of Psychology*, 64: 135–168.

J. A. Durlak, R. P. Weissberg, A. B. Dymnicki, R. D. Taylor, K. B. Schellinger (2011). The impact of enhancing students' social and emotional learning: a meta-analysis of school-based universal interventions. *Child Development*, 82, 405–32.

F. Eustache, B. Desgranges (2008). MNESIS: Towards the integration of current multisystem models of memory. *Neuropsychology Review*, 18(1), 53-69.

R. Mayer (2003). The Promise of Multimedia Learning: Using the Same Instructional Design Methods across Different Media.

Learning and Instruction, 13(2):125-139.

E. Jamet, O. Le Bohec, C. Hidrio (2003). Comment présenter l'information dans les documents numériques éducatifs ? Une approche de psychologie cognitive. Lavoisier Document numérique. Vol. 7, 25-38.

H. Montagner, « Les rythmes majeurs de l'enfant », Informations sociales, mars 2009, n°153, p.14- 20.

J. Proust, « La métacognition : les enjeux pédagogiques de la recherche » : <https://www.pedagogie.ac-nantes.fr/scienceseconomiques-et-sociales/mutualisation/didactique/la-metacognition-lesenjeux-pedagogiques-de-larecherche-1229073.kjsp?RH=SES>

J. C. Ziegler (2018). Différences inter-linguistiques dans l'apprentissage de la lecture. Langue Française, 35-49.

SITOGRAPHIE

Association Apprendre et Former avec les Sciences Cognitives :
<https://sciences-cognitives.fr/>

Cartable des compétences psychosociales :
<http://www.cartablecps.org/page-0-0-0.html>

Encyclopédie sur le développement des jeunes enfants :
<http://www.enfant-encyclopedie.com/propos-de-lencyclopedie>

Estime de soi, estime des autres :
<http://www.estimesoietdesautres.be>

Fondation canadienne pour l'innovation (FCI) :
<https://www.innovation.ca/fr>

Laboratoire de Psychologie du Développement et de l'Éducation de

L'Enfant LaPsyDÉ : <https://www.lapsyde.com/>

L'enfant, l'adolescent, la famille et les écrans. Appel à une vigilance raisonnée sur les technologies numériques, 2019 :
https://www.academie-sciences.fr/pdf/rapport/appeL_090419.pdf

HyperSupers – TDAH France : <https://www.tdah-france.fr>

Répondre aux besoins éducatifs particuliers des élèves : quel plan pour qui ? : <https://www.inshea.fr/fr/printpdf/content/brochure-r%C3%A9pondre-aux-besoins-%C3%A9ducatifs-particuliers-des-%C3%A9l%C3%A8ves-quel-plan-pour-qui>

Serge Tisseron, 3 6 9 12 Apprivoiser les écrans et grandir :
<https://www.3-6-9-12.org/>

Tableau phonèmes/graphèmes de la langue française :
http://cache.media.education.gouv.fr/file/Etude_de_la_langue/33/5/RA16_C2C3_FRA_4_Phonogrammes_636335.pdf

Le réseau pédagogique et collaboratif des enseignants :
<https://lea.fr/>

CHRONO° pédagogo

les réponses des spécialistes
les conseils des pédagogues
en 90 minutes

COMMENT
APPREND
LE CERVEAU?



ÈVE LELEU-GALLAND
JEAN-BERNARD GALLOIS

Lea.fr  Nathan

