

NEUROSCIENCES ET APPRENTISSAGE

par Marine CAMPEDEL

Synthèse rédigée par M. Campetto, principal-adjoint, à partir des notes prises lors de la formation du 16 mars et du 3 avril 2017.

NEUROSCIENCES ET APPRENTISSAGE

Généralités sur la plasticité cérébrale

Le cerveau poursuit sa maturation jusqu'à l'âge de 25 à 30 ans selon les individus et la production de neurones est permanente durant toute la vie.

Le cerveau dans sa globalité est sollicité par les apprentissages : Il faut oublier l'idée que l'individu utilise seulement 10% de son cerveau (cette croyance communément émise est un des nombreux « neuromythes »).

La « plasticité » cérébrale permet à chacun d'apprendre à tout âge contrairement à l'idée courante que « *tout se joue avant l'âge de trois ans* ». Cette plasticité est la grande capacité d'adaptation aux demandes de l'environnement dont dispose le cerveau.

Elle crée des connexions neuronales à l'occasion de cette adaptation. La plasticité est une caractéristique fondamentale du cerveau tout au long de la vie.

Les pressions environnementales sont la clé de cette plasticité : **plus on apprend, plus on peut apprendre** (car mieux on continue d'apprendre).

La vitesse et la facilité d'apprentissage doivent varier avec la complexité du recyclage neuronal requis (le concept de **recyclage neuronal** : une compétence nouvelle se met en place dans le cerveau **sans changement de notre patrimoine génétique**, en s'appuyant sur la plasticité cérébrale, autrement dit « faire du neuf avec du vieux »).

Il existe des périodes dites « critiques » durant lesquelles un apprentissage donné doit se faire (l'existence de ces périodes est bien attestée dans le système visuel). Ces périodes qualifiées aussi de « sensibles », durant lesquelles un apprentissage sera plus efficace, sont des fenêtres temporelles pendant lesquelles les circuits neuronaux présentent une capacité particulière de s'adapter aux entrées qu'ils reçoivent **de leur environnement**.

À noter : l'enrichissement de l'environnement augmente les capacités d'apprentissage ; la peur les réduit.

Ainsi, jusqu'à l'âge de sept ans, la plasticité du cerveau est plus grande pour apprendre les langues vivantes.

Par ailleurs, les cerveaux d'adolescents subissent d'importantes modifications structurelles bien après la puberté ; l'adolescence est ainsi une période fondamentale pour le développement émotionnel (grande quantité d'hormones dans le cerveau des adolescents et instabilité de leur comportement liée à l'immaturation de leur cortex préfrontal).

Il en découle que **pour apprendre efficacement**, il est très important de **savoir gérer ses émotions** ; **l'autorégulation** est l'une des compétences émotionnelles et comportementales les plus importantes parmi celles qui sont nécessaires à l'enfant (comme à l'adulte) dans leurs environnements sociaux.

Les émotions guident ou perturbent les processus psychologiques tels que la concentration ou la résolution de problèmes et influencent les relations humaines.

La régulation émotionnelle recouvre des éléments complexes tels que les capacités d'attention, de résolution de problèmes et d'établissement de relations sociales (la régulation émotionnelle devient un enjeu éducatif chez les adolescents qui contrôlent mal leurs émotions).

Cette combinaison d'immaturation émotionnelle et de fort potentiel cognitif est résumée par l'expression : « **la puissance est là, mais pas le contrôle** ». (Source : « *Comprendre le cerveau : naissance d'une science de l'apprentissage Nouveaux éclairages sur l'apprentissage apportés par les sciences cognitives et la recherche sur le cerveau* », page 2,

<https://www.oecd.org/fr/sites/learninginthe21stcenturyresearchinnovationandpoli cyapprendreauxxiesieclerechercheinnovationetpolitiques/40583325.pdf>

Chaque individu peut **apprendre** par conséquent **toute sa vie** : il faut entraîner et solliciter son cerveau (pas forcément en répétant le même exercice) ; l'apprentissage qui n'est pas inné se construit avec l'expérience.

Les deux facteurs essentiels de l'éducation : le potentiel inné et l'environnement stimulant.

Plus on continue d'apprendre, mieux on apprend (l'acquisition de vocabulaire ne connaît pas de période sensible nette et peut être appris de façon optimale tout au long de la vie).

L'apprentissage est très bénéfique tout au long de la vie pour limiter le déclin cérébral et remédier à la démence sénile.

Cet apprentissage tout au long de la vie nécessite cependant l'importance de bases solides et la maîtrise des compétences de base.

Le stress rend performant et améliore la cognition et l'apprentissage, mais au-delà d'un certain niveau, on obtient l'effet inverse.

Quant aux émotions positives, il est clair que l'un des plus grands facteurs de motivation est ce sentiment d'illumination qui se produit lorsqu'on comprend un nouveau concept. Le cerveau réagit très bien à cette sensation et à ce plaisir de comprendre.

Mise en évidence par H. Ebbinghaus (1850-1909), la **courbe de l'oubli**. Ce chercheur postule que l'oubli suit une loi exponentielle en fonction du temps. Cette étude permet de comprendre la nécessité de réactiver et de mobiliser

activement ses connaissances pour les mémoriser (de nouvelles connexions neuronales sont alors établies).

« Tout organisme passif n'apprend pas » : Cf. page 12 : l'obligation de nourrir les connaissances, (Held & Hein, 1963).

Conclusions sur la plasticité cérébrale

Chez l'enfant, le cerveau est particulièrement plastique : la famille et l'école doivent lui fournir un environnement enrichi, structuré et stimulant, et ce dès le plus jeune âge.

La plasticité cérébrale est modulée, positivement par l'enrichissement de l'environnement, négativement par la peur et les émotions négatives. L'environnement d'apprentissage (familial et scolaire) doit être d'une grande richesse, empli de renforcements positifs et libéré de toute peur.

Toutefois, il ne faut pas surestimer la plasticité. Le cerveau de l'enfant est structuré dès la naissance, ce qui lui confère des intuitions profondes (domaine des objets, de l'espace, des nombres, du langage), mais aussi impose des limites à l'apprentissage.

L'enseignant doit par conséquent connaître ces intuitions et s'appuyer sur elles.

Source : Stanislas Dehaene, Cours n°1, *Éducation, plasticité cérébrale et recyclage neuronal*, <https://www.college-de-france.fr/site/stanislas-dehaene/course-2014-2015.htm>

Les neurosciences cognitives de l'éducation débouche sur des connaissances précieuses et neuves, qui permettent d'informer politiques et pratiques éducatives notamment sur l'étude :

- des émotions et de la motivation (la meilleure façon d'apprendre, le meilleur moment pour apprendre, Cf. Le rythme circadien de la vigilance) ;
- de la **remédiation** (pour surmonter une dyscalculie ou des troubles de l'apprentissage de la lecture, la dyslexie) ;
- de la compréhension globale des **processus d'apprentissage** (aspect central de la vie humaine et sociale).

Les neurosciences ont ainsi identifié au moins quatre facteurs qui déterminent la vitesse et la facilité d'apprentissage

C'est quoi apprendre : les 4 piliers, objet d'études des Neurosciences :

- Pilier 1 : L'attention (distraction versus focalisation)
- Pilier 2 : L'engagement actif (motivation, curiosité, mise en danger)
- Pilier 3 : Le retour d'erreur ou d'information
- Pilier 4 : La consolidation (la réactivation de la connaissance, la mémoire, l'hygiène de vie,...)

Pilier 1 : L'attention (se faire une bonne évocation ; le contrôle exécutif)
De l'attention aux (différentes) attentions

La concentration : résultat d'un effort de soi-même et d'une motivation personnelle *versus* la disposition de chaque individu se situant entre la distraction et la focalisation (selon les neurosciences)

L'attention module en effet massivement l'activité cérébrale. Elle peut faciliter l'apprentissage, mais aussi l'orienter dans la mauvaise direction.

Dans cette théorie, le plus grand talent d'un enseignant consiste :

- à **canaliser** et à **captiver**, à chaque instant, **l'attention de l'enfant**, afin de l'orienter vers le niveau approprié ;
- à apprendre à l'élève à **faire attention**.

Les trois systèmes attentionnels (selon Michael Posner) :

On appelle « attention », l'ensemble des mécanismes qui nous permettent de **sélectionner** une information et ses étapes de traitement.

a) **L'alerte** : **QUAND faire attention** : modulation globale de la vigilance ou L'activation des neuro modulateurs impliqués dans l'attention et l'alerte peut rouvrir les périodes critiques chez l'adulte.

Les jeux vidéo fournissent un moyen particulièrement efficace d'engager ces mécanismes attentionnels et ainsi d'augmenter l'apprentissage (Bavelier & Davidson, 2013).

Cf. Le rythme circadien de la vigilance



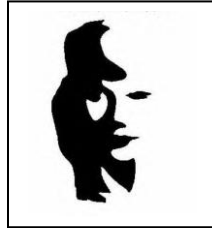
b) **L'orientation de l'attention** : **À QUOI prêter attention** : sélection des informations pertinentes (exemple de la cécité inattentionnelle *-inattentional blindness*).

L'orientation de l'attention **modifie l'apprentissage** : l'exemple de l'attention focale ou globale en lecture est significatif.

Cette orientation peut être spatiale ou focale (d'une image), utiliser le filtrage (la même couleur peut être perçue différemment sur un fond blanc ou foncé) ; l'enjeu de l'orientation de l'attention est certain.

Les filtres de haut niveau et les filtres de bas niveau agissent par ailleurs.

Un exemple de **filtre de haut niveau** : perçoit-on un joueur de saxophone ou le visage d'une femme ?



Cf. **L'effet cocktail party** : pouvoir percevoir son prénom prononcé par une personne dans la foule ; savoir reconnaître son bébé parmi d'autres ; ...

Les phénomènes de capture de l'attention

« La nature n'a pas attendu l'invention de la publicité pour développer mille astuces pour attirer l'attention ou s'y soustraire. La capacité à se faire remarquer, ou à ne pas se faire remarquer, est, pour bien des espèces, une question de survie » (Cf. Jean Philippe Lachaux, *Le cerveau attentif, contrôle, maîtrise et lâcher-prise*, Odile Jacob, 2016, p. 137).

L'acronyme mnémotechnique utilisée par les militaires dans l'art de (bien) se camoufler est « **FFOMECSLOT** ». Il désigne ainsi divers domaines de la perception humaine qu'il s'agit de « tromper » :

Fond (ce qui est camouflé ne doit pas se détacher du fond)

Formes

Ombres

Mouvements

Eclat

Couleurs

Bruits

Lumière (ce qui est camouflé ne doit pas être plus lumineux que ce qui l'entoure)

Odeurs

Traçes

Ces règles de camouflages n'ont pas été inventées par les chercheurs en neurosciences cognitives, mais par les militaires confrontés à la réalité du terrain.

Les chercheurs reproduisent ainsi ces situations en laboratoire de façon contrôlée pour mieux comprendre **les phénomènes de capture de l'attention** que les militaires souhaitent éviter (Cf. Jean Philippe Lachaux, *Id.*, pp. 138 et 139).

L'attention peut se laisser capturer par une lettre qui bouge, par une lettre plus lumineuse que les autres.

Ce phénomène s'observe également dans la vie quotidienne : si, en sortant du train, vous cherchez du regard la personne qui est venue vous chercher, vos yeux s'arrêteront sans doute un instant sur le grand monsieur à la casquette orange. Certains stimuli attirent ainsi l'attention comme un aimant le métal, au point d'attirer également le regard, car le regard suit souvent l'attention (Cf. Jean Philippe Lachaux, *Id.*, pp. 140 et 141).

Certaines personnes ont fait du contrôle de l'attention des autres un métier, les prestidigitateurs par exemple. La magie exploite directement certaines failles du système attentionnel, ce qui a conduit plusieurs neuroscientifiques à s'y intéresser.

« Si le spectateur ne remarque rien, c'est parce que le magicien introduit un **décalage subtil** entre son regard et son attention. Vous savez maintenant que **regarder** une région de l'espace ne signifie pas forcément **faire attention** à tout ce qui s'y trouve : l'attention peut être déplacée ailleurs [...] ou bien être restée fixée sur un objet particulièrement saillant, au point de ne pas remarquer le gorille dans le film de Dan Simons (Cf. plus bas **c) Le contrôle exécutif**). Le magicien peut donc masquer son geste par un événement sensoriel plus saillant qui capture l'attention du public [...] » (Cf. Jean Philippe Lachaux, *Id.*, p. 148).

c) Le contrôle exécutif : COMMENT traiter les informations et apprendre à apprendre : concentrer tous ses moyens pour percevoir ; se concentrer sur une chaîne de traitements appropriés à une tâche donnée et résoudre des conflits entre ses tâches.

Ce troisième point est appelé aussi **contrôle attentionnel** ou contrôle de soi. Il cherche à **inhiber les comportements indésirables** et les stratégies inappropriées, à favoriser la concentration chez l'élève en présence d'une distraction (Cf. page 8).

La prise de conscience correspond à la mise à disposition d'un espace de travail.

Stanislas Dehaene le définit comme le code de la conscience (Source : S. Dehaene, Cours n°2, L'attention et le contrôle exécutif, <https://www.college-de-france.fr/site/stanislas-dehaene/course-2014-2015.htm>)

Le talent de l'enseignant consiste à **canaliser** et à **captiver**, à chaque instant, l'attention de l'enfant, afin de l'orienter vers le niveau approprié.

L'enseignant doit aussi apprendre à l'élève à **faire attention**.

L'orientation de l'attention modifie ainsi l'apprentissage. Tout doit être mis en œuvre pour **orienter l'attention vers le niveau pertinent**.

Par ailleurs, il faut prendre garde à ne pas créer de « **double tâche** », notamment pour les enfants « dys » ou en difficulté.

Cf. La vidéo du gorille

La consigne donnée est de compter le nombre de passes effectuées par l'équipe de basketteurs en blanc et celle des basketteurs en noir. Cependant, voit-on passer dans le champ un gorille ?

Autre exemple explicite entre la **focalisation** et l'**attention** : le texte donné à lire avec les « i » à dénombrer.

Il est demandé de dénombrer dans un court texte la voyelle « i ». L'exercice terminé et le nombre de « i » indiqué, la question d'indiquer le contenu du texte est posée.

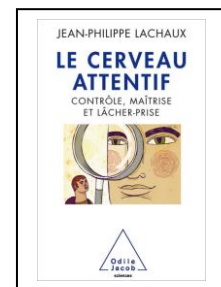
Cet exemple illustre la pertinence de proposer une seule tâche complexe à la fois, qui mobilise plusieurs fonctions cognitives.

Les informations doivent être par ailleurs complémentaires pour donner sens. Il ne faut pas oublier que la consigne d'une tâche est interprétée individuellement, en fonctions des « filtres » de chacun.

Il est conseillé de faire une pause pour consacrer un **temps d'évocation** qui permet de faire le point des acquisitions et d'accompagner ainsi l'attention.

Le cerveau adore la distraction (qui facilite l'écoute) et la stimulation (qui favorise la focalisation).

Cf. Jean Philippe Lachaux, *Le cerveau attentif*, Odile Jacob, 2011



Faciliter l'attention des élèves :

- ◆ Eviter des données inutiles mais privilégier une photo ou une image ;
- ◆ Mettre l'accent sur des données pertinentes ;
- ◆ Faire des rappels simples ;
- ◆ Proposer une tâche complexe à la fois ;
- ◆ Privilégier l'accompagnement de l'élève dans l'autonomie progressive

CONCLUSIONS : ATTENTION & ÉDUCATION

Les enseignants doivent prendre en compte l'attention des enfants et ses limites :

Vigilance : rendre l'école plus attrayante, créer de grands moments intenses, inoubliables (mais aussi prendre en compte le rôle du sommeil, l'importance des pauses, de l'activité physique, de la nutrition des enfants)

Orientation de l'attention : éviter l'école distrayante : **maximiser** la concentration et **minimiser** tout ce qui détourne l'enfant du contenu enseigné

Contrôle exécutif : pratiquer des exercices qui permettent aux enfants d'apprendre à se contrôler et à se concentrer.

😊 **Le cerveau apprend beaucoup mieux en société**

Jouer des **indices sociaux** (attitude, voix, suivi du regard [= **attention partagée**]) pour engager l'enfant dans l'apprentissage : dans l'espèce humaine, l'orientation de l'attention dépend de signaux sociaux qui **déterminent** l'apprentissage.

L'apprentissage en société constitue une adaptation évolutive fondamentale de l'espèce humaine, car il **permet l'acquisition rapide de connaissances génériques et sémantiques** (Csibra & Gergely, 2009).

L'attitude de l'enseignant semble donc essentielle pour que l'enfant suive le contenu du cours quand l'enseignant **s'attache l'attention de l'enfant** par le **contact visuel et verbal**.

Faire travailler les enfants ensemble, l'un enseignant à l'autre, par exemple.

😊 **Entraîner l'attention** (le « contrôle exécutif ») **est possible** :

- Trouver une activité pour une (re)concentration de tous les élèves ;
- Cf. Projet **ATtentif à l'école (ATOL)** de Jean-Philippe Lachaux (INSERM) :
<http://www.agence-nationale-recherche.fr/?Projet=ANR-13-APPR-0011> ;
<http://www.cortex-mag.net/programme-apprendre-aux-eleves-maitriser-attention/> ;
<http://www.aledas.com/projet-atol-jean-philippe-lachaux-inserm/>
- Effet de la méditation
- Le **neurofeedback** : il aide le cerveau à mieux fonctionner ; il donne au cerveau une information qui lui permet de s'autoréguler ;
<http://www.neurofeedback-france.fr/>
- Les TDAH (Trouble Déficit de l'Attention / Hyperactivité) <https://www.tdah-france.fr/-Le-TDAH-.html>
- Le **contrôle exécutif** (capacité d'inhiber un comportement indésirable, de rester concentrer en présence d'une distraction, de résister à un conflit) peut être entraîné chez l'enfant – de même que la **mémoire de travail**. De nombreuses activités ludiques développent le contrôle de soi, par exemple :
 - L'entraînement moteur (Montessori) ;
 - La pratique d'un instrument de musique (**amélioration** de la mémoire, du vocabulaire, du raisonnement, etc.)
 - L'entraînement à la méditation (Tang & Posner, PNAS 2007)
 - L'entraînement par le jeu vidéo (diverses tâches d'attention et de perception rapide peuvent être sollicitées ; **multiples fonctions améliorées** [acuité visuelle ; changement rapide e tâche ; attention soutenue])

Pilier 2 : L'engagement actif (maximiser la curiosité de l'élève et sa confiance en lui-même, favoriser la prédiction active, éloigner la peur d'échouer)

L'activité a été l'objet d'étude du Behaviorisme (ou comportementalisme) pour lequel le seul objet d'étude est le comportement, et non la conscience. Il est question du conditionnement (« la carotte & le bâton » pour apprendre) <http://www.akadem.org//medias/documents/behaviourism.pdf>

Par la suite des chercheurs ont développé la théorie de l'apprentissage par l'essai, l'erreur et la réussite.
D'autres ont axé leurs travaux sur l'apprentissage sans erreur.

Enfin les Neurosciences ont mis en évidence la recherche de l'agréable et l'évitement du désagréable par le cerveau humain.

Cette voie de recherche débouche sur la **théorie de la motivation**
Cf. donner « l'envie d'apprendre », développée par Fabien Fenouillet et Alain Lieury, *Motivation et réussite scolaire*, Dunod, 1996 :

*« Dans le cadre des théories behavioristes (behavior = comportement), apparait le lien entre la motivation et l'apprentissage, d'où la pratique de la récompense. Pour Hull Clark, de l'Université de Yale, le comportement est déterminé par plusieurs paramètres dont les plus importants sont le besoin et le renforcement, dit « Loi de Hull » ou « **Loi du renforcement** » .
(ex : compliments ou réprimandes, classiquement utilisés à l'école, agissant selon la loi du renforcement).*

Différentes expériences ont montré qu'en pédagogie mieux vaut les renforcements positifs, mais la valeur incitative de la récompense intervient également dans la motivation jusqu'à un certain point. C'est ce que Crespi a démontré en mettant en évidence chez l'animal que des récompenses excessives cassent la motivation, dit « effet Crespi ».

La récompense doit donc être adaptée à la difficulté et au niveau scolaire considéré. » (Extrait du compte rendu de Florence Duval, CPE au lycée *Grand Air* de La Baule ¹)

Voir : http://www.persee.fr/doc/rfp_0556-7807_1997_num_120_1_3006_t1_0183_0000_1

¹ <http://www.pedagogie.ac-nantes.fr/education-vie-scolaire/ressources/lectures/fiche-de-lecture-de-motivation-et-reussite-scolaire-d-alain-lieury-et-fabien-fenouillet-684630.kjsp> (Cf. Annexe 2)

RECHERCHER L'AGRÉABLE ET ÉVITER LE DÉSAGRÉABLE

Nos motivations les plus puissantes nous viennent de comportements ayant été bénéfiques pour notre espèce d'un point de vue évolutif. Des systèmes cérébraux spécialisés ont donc évolué pour nous procurer du plaisir lors de l'exécution de ces comportements.

Il existe deux voix majeures dans le cerveau qui concourent à l'activation des comportements : le circuit de la récompense, qui fait partie de ce que l'on nomme en anglais le « medial forebrain bundle » (MFB) et le circuit de la punition ou « periventricular system (PVS) ».

Le MFB, par le cycle « désir – action – satisfaction », et le PVS, par la réponse de fuite ou de lutte réussie, amènent tous les deux l'organisme à préserver son homéostasie par l'action et forment ce que l'on appelle le système activateur de l'action (SAA).

À ce SAA s'oppose un système inhibiteur de l'action (SIA). Son activation en condition naturelle survient devant le constat de l'inefficacité de notre action. La fuite ou la lutte nous apparaissant impossible, la soumission et l'acceptation du statu quo demeure alors bien souvent la dernière alternative pour assurer sa survie.

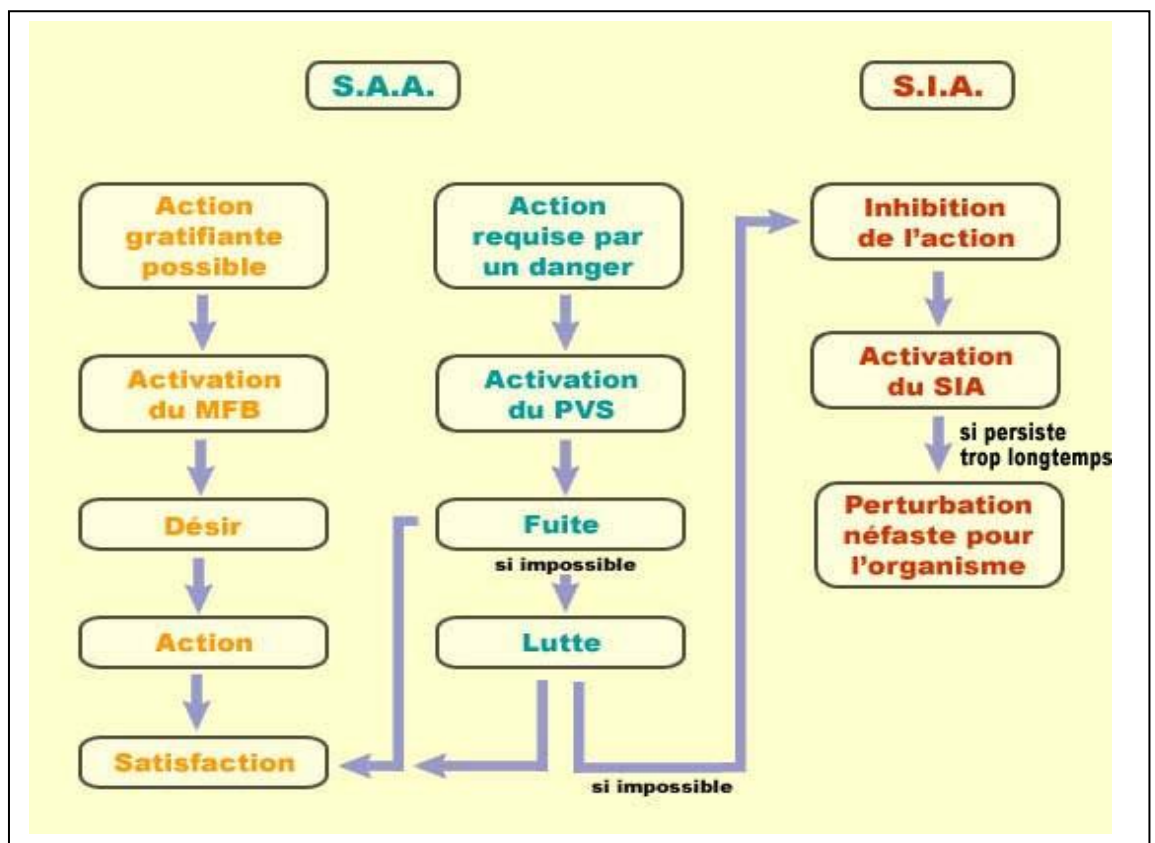
Le SIA est le fruit d'une évolution où il a été utile en fonctionnant sporadiquement, empêchant temporairement toute action inutile qui ne pourrait qu'empirer la situation. Pensons par exemple au petit mammifère qui se retrouve en plein milieu d'un champ et aperçoit un rapace au-dessus de lui; la meilleure chose à faire est encore de ne pas bouger et d'espérer passer ainsi inaperçu.

Or dans nos sociétés basées sur la compétitivité, nombreuses sont les personnes qui activent de façon chronique ce circuit pour éviter des représailles. L'inhibition de l'action n'est plus alors qu'une simple parenthèse adaptative entre des actions d'approche ou de retrait, mais une véritable source d'angoisse. C'est ce mal-être qui va peu à peu miner la santé de l'individu.

En effet, les conséquences négatives de l'inhibition de l'action sont nombreuses et ont été abondamment décrites : dépression, maladies psychosomatiques, ulcères d'estomac, hypertension artérielle sont les plus évidentes. Mais des dérèglements génétiques plus graves comme les cancers et l'ensemble des pathologies associées à une diminution de l'efficacité du système immunitaire sont aussi susceptibles de découler de l'activation prolongée du SIA.

L'effet de motivation d'une récompense sur le comportement est universellement reconnu, bien que le rôle exact du plaisir soit encore débattu. Le plaisir est-il un facteur déterminant de l'exécution du comportement ou un simple concomitant de la réponse comportemental ? Dans un cas comme dans l'autre, la motivation qui nous pousse à agir demeure intimement liée au plaisir.

Voir le schéma du SAA et du SIA ci-dessous



Source : http://lecerveau.mcgill.ca/flash/a/a_03/a_03_p/a_03_p_que/a_03_p_que.html

Formation et le constructivisme : le cerveau apprend lorsqu'il fait des erreurs (décalage entre la prédiction et l'observation).

Le cerveau en effet est une machine de prédiction qui apprend face à un décalage (ou erreur).

Le cerveau génère ainsi en permanence des prédictions sur le monde extérieur. La comparaison avec la réalité génère un signal d'erreur (la surprise = décalage entre les attentes et la réalité perçue). La curiosité est la recherche active de la surprise, qui induit du plaisir (d'apprendre).

⇒ L'instruction trop explicite peut tuer la curiosité de l'élève : **pas d'apprentissage sans surprise.**

La curiosité serait l'identification d'un **décalage entre ce que l'on connaît et ce que l'on aimerait connaître**, décalage que l'on tente de réduire (Loewenstein, 1994).

La découverte d'informations agit comme une récompense intrinsèque, une motivation en soi (concept de **novelty reward**).

Laisser l'enfant tout découvrir seul est un mythe : l'idée que l'élève doit être un acteur de son apprentissage ne doit pas être confondue avec celle de « pédagogie de la découverte ». Laissé à lui-même, l'élève éprouve de grandes difficultés à découvrir les règles qui gouvernent un domaine et apprend beaucoup moins bien. La meilleure pédagogie demeure celle de la « **pédagogie active guidée par l'enseignant** ».

⇒ Cf. l'obligation de nourrir les connaissances : **un organisme passif n'apprend pas** (Held & Hein, 1963)

Tester sa mémoire la rend plus forte : « *une étrange particularité de notre mémoire est que les faits s'y impriment mieux par une répétition active que passive [...] pendant un apprentissage [...] il vaut mieux faire [...] faire l'effort d'essayer de se souvenir [...]. Si nous nous entraînons à récupérer les mots de cette manière, nous les saurons probablement la prochaine fois [...]* » (William James, 1890, cité par S. Dehaene, Cours n° 5, La mémoire et son optimisation, <https://www.college-de-france.fr/site/stanislas-dehaene/course-2014-2015.htm>)

⇒ **Croire à la réussite de l'élève**, croire plus généralement à la possibilité de **la réussite de l'Autre** (Cf. la plasticité du cerveau).

Faciliter l'engagement :

- Des espaces de liberté (autonomie) ;
- Des occasions de réussite (performance) ;
- Des activités qui ont du sens (stimulation de la curiosité).

Maximiser la curiosité dans l'enseignement : comment augmenter l'envie d'apprendre ?

L'apprentissage doit être facilité lorsque l'élève est engagé et actif, que sa curiosité est piquée par une situation pédagogique stimulante et qu'on lui donne un retour immédiat sur ses erreurs.

L'enseignant peut donc accélérer l'apprentissage en présentant un environnement enrichi : des situations (exercices, problèmes, concepts) conçus pour piquer la curiosité et incitent l'élève à la découverte.

La curiosité suit une courbe en U inversé : l'élève peut « décrocher » si on lui propose des situations d'apprentissage, soit trop faciles, soit trop difficiles

⇒ **Principe d'adaptation de l'enseignement au niveau de l'enfant**

La curiosité et l'apprentissage peuvent-ils être récompensés ?

C'est probable, puisque la récompense intrinsèque, liée à l'envie d'apprendre, se combine avec les récompenses externes (encourager l'élève à étudier certains domaines difficiles pour lui).

Il faut éviter de décourager chez l'élève l'exploration et tuer ainsi la curiosité si chaque tentative d'exploration se solde par une sanction externe.

- ◆ L'élève doit rester **maximalement attentif, actif, prédictif**.
- ◆ **Plus la curiosité est ainsi grande, plus l'apprentissage est facilité.**
- ◆ Faire l'effort de comprendre (= surcroît d'engagement et d'effort cognitif de l'élève) facilite la mémorisation.

L'erreur est parfaitement normale : elle est indispensable à l'apprentissage. Mieux vaut un enfant actif qui apprend de ses erreurs qu'un enfant passif et qui n'apprend rien.

Ne pas confondre l'erreur et la sanction ou la punition.

Les punitions ne font qu'augmenter la peur, le stress, le sentiment d'impuissance ou d'indifférence.

Privilégier les motivations positives et les récompenses qui modulent l'apprentissage.

Le mot « *récompense* » n'implique ni behaviorisme ni conditionnement : l'espèce humaine, éminemment sociale, **le regard des autres et la conscience de progresser** constituent des récompenses en soi.

CONCLUSIONS

Pour **préserver l'engagement et la curiosité**, l'enseignant doit veiller :

- Eviter le cours magistral ;
- Prévoir de nombreux tests ;
- Fournir à l'élève un environnement qui laisse l'illusion de découvrir ;
- Récompenser systématiquement la curiosité et non la décourager.

(Source : S. Dehaene, Cours n° 3, L'engagement actif, la curiosité et la correction des erreurs, <https://www.college-de-france.fr/site/stanislas-dehaene/course-2014-2015.htm>)

Pilier 3 : Le retour d'information (les signaux d'erreur, la récompense et la motivation)

L'apprentissage est optimal lorsque l'enfant alterne apprentissage et test répété de ses connaissances. L'organisme doit apprendre, le plus immédiatement possible, s'il a fait une erreur.

Quel type d'erreur (Cf. Astolfi)

Cf. **Annexe N° 4**

Quel retour, sous quelle forme ?

Remplacer les notes par une évaluation précise, différenciée, rapide et qui ne puisse que progresser avec l'élève.

Ne pas négliger les effets de la note sur les systèmes émotionnels (découragement, sentiment d'impuissance, stigmatisation des élèves) ;

Promouvoir l'auto-évaluation de l'élève

Restaurer le droit à l'erreur (pour mieux valoriser la réussite)

Exigence et bienveillance

Pilier 4 : La consolidation (automatisation : transfert du conscient au non-conscient, libération de ressources ; sommeil)

On apprend bien parce que l'on est doué, motivé et que l'on a une bonne mémoire

versus

On apprend bien parce que l'on respecte les principes d'équilibre de l'apprentissage

Différents types de mémoires : mémoire à court terme, mémoire de travail, mémoire à long terme, mémoire explicite (scientifique et épisodique) et implicite (procédurale et autres conditionnements – réflexes).

L'émotion (de la surprise) joue sur l'apprentissage. L'émotion, comme le sens, intervient dans l'apprentissage.

3 temps importants :

- L'encodage : compréhension (= « prendre avec soi »). Il faut répéter, revenir sur un apprentissage pour créer une nouvelle connexion dans le cerveau et favoriser un nouveau souvenir ;
- Stockage
- Rappel

La consolidation : transfert de l'explicite vers l'implicite.

Au début de l'apprentissage, le traitement est **explicite, conscient** et demande un effort.

Progressivement, l'**automatisation** transfère les connaissances vers les réseaux non-conscients, libérant les ressources.

Exemple de la lecture :

Au début, l'enfant retient les correspondances graphème-phonème sous forme de règles explicites, qu'il applique une par une lorsqu'il lit un mot.

Par la suite, le décodage devient de plus en plus routinier et fondé sur des connaissances implicites, rapides et non-conscientes.

Cette automatisation est essentielle :

Lorsque la lecture devient fluide et automatique, l'enfant cesse de se concentrer sur le décodage et peut mieux réfléchir au sens du texte.

Comment mémoriser ou les différentes stratégies de mémorisation :

- Technique des lieux
- Indices de contexte
- Indices de réutilisation
- Indice de rappel

Apprentissage, tests & mémoire :

L'apprentissage gagne à être espacé en plusieurs fois.

① Dans le domaine scolaire, où l'on recherche des effets de mémorisation sur de nombreuses années, l'espacement de quelques jours ou de quelques semaines ne suffit pas : **il faut réviser après un intervalle de quelques mois au moins.**

② Les examens sont utiles ! Ils incitent à la révision de dernière minute, mais l'élève doit aussi avoir fait un effort d'apprentissage longtemps auparavant.

③ Les **révisions régulières** et par conséquent les examens cumulatifs qui y incitent, présentent des avantages considérables pour la rétention à l'échelle de plusieurs années.

④ **L'intérêt des examens multiples : assurer une succession de révisions.**

Une révision partielle chaque année entraîne vraisemblablement le plus grand bénéfice pour l'élève ; il est ainsi préconisé d'alterner de multiples périodes de révision et de test.

(Source : S. Dehaene, Cours n° 5, La mémoire et son optimisation, <https://www.college-de-france.fr/site/stanislas-dehaene/course-2014-2015.htm>)

Les mécanismes de la mémoire

Trois facteurs modulent la **force de la mémoire** et la **vitesse de l'oubli** :

① La profondeur de **l'encodage initial** :

⇒ Faire travailler activement les élèves sur le **sens** de ce qu'ils apprennent ;

② L'alternance de périodes d'**apprentissage et de test** :

⇒ Ne pas exposer simplement les élèves à un cours magistral, mais les tester en permanence, leur demander de donner une réponse et corriger leurs erreurs ;

③ La **distribution de l'apprentissage** en plusieurs fois :

⇒ Espacer les séances d'apprentissage sur plusieurs jours ou semaines et y revenir plusieurs mois après, ou même l'année suivante.

Ces phénomènes sont universels.

(Source : S. Dehaene, Cours n° 5, La mémoire et son optimisation)

La consolidation des apprentissages et l'importance du sommeil

Le sommeil fait partie intégrante de notre algorithme d'apprentissage.

Il intervient dans la **consolidation** des apprentissages : une période de sommeil, même courte, améliore :

- ⇒ La mémoire déclarative ;
- ⇒ L'automatisation des activités procédurales ;
- ⇒ La découverte des régularités (*insight*)

Durant le sommeil, notre cerveau rejoue les décharges neuronales éprouvées pendant la veille.

Les conséquences dans le domaine éducatif :

- ⇒ Améliorer la durée et la qualité du sommeil peut être une intervention très efficace, notamment pour les enfants avec des troubles de l'attention ;
- ⇒ Pour un bénéfice maximal, il semble que le sommeil doive survenir dans les heures qui suivent l'apprentissage ;
- ⇒ La consolidation est particulièrement importante pour les informations que nous avons besoin d'apprendre. Le sommeil ne se contente pas de consolider mais il transforme également les apprentissages. L'enfant, bien mieux que l'adulte, peut ainsi convertir un apprentissage implicite en connaissance explicite après une nuit de sommeil (Cf. l'importance du sommeil dans l'apprentissage lexical chez le bébé ; la sieste peut considérablement augmenter les apprentissages en maternelle).

(Source : S. Dehaene, Cours n° 4, La consolidation des apprentissages et l'importance du sommeil, <https://www.college-de-france.fr/site/stanislas-dehaene/course-2014-2015.htm>)

Question abordée à la fin des deux demi-journées de la formation : l'Aide Personnalisée et les apports de la métacognition

ANNEXES

Annexe 1 - LA CHRONOBIOLOGIE



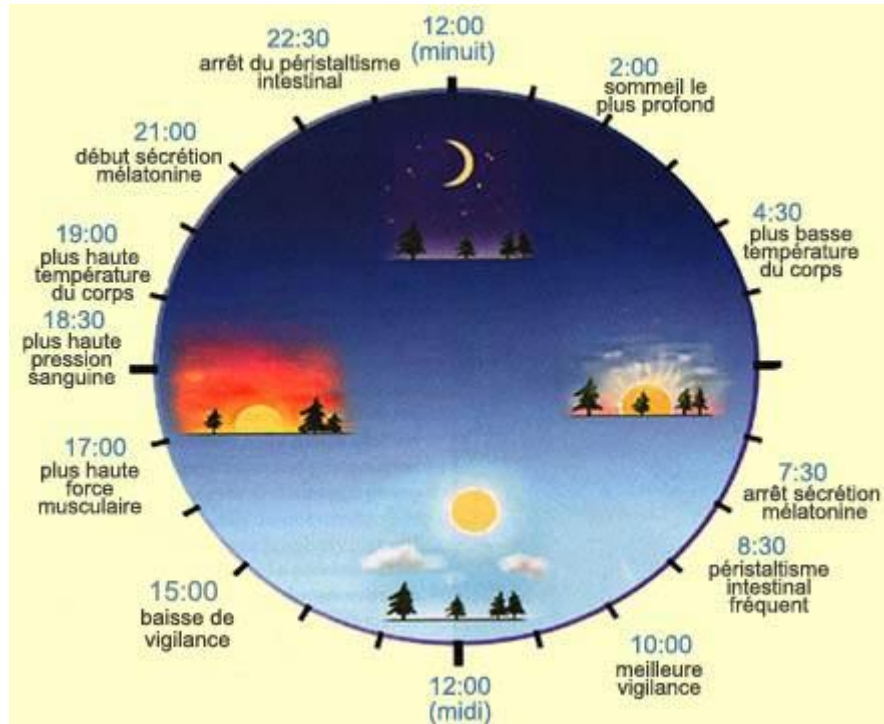
(http://lecerveau.mcgill.ca/flash/i/i_11/i_11_p/i_11_p_hor/i_11_p_hor.html)

Les comportements de presque tous les animaux terrestres suivent des rythmes d'origine endogène. Ces rythmes sont également modulés par les variations quotidiennes de lumière et d'obscurité. On appelle ces modifications comportementales cycliques, auxquelles les humains ne font pas exception, [les rythmes circadiens](#).

Les rythmes circadiens sont donc des cycles biochimiques, physiologiques et comportementaux qui oscillent selon une périodicité d'environ 24 heures. Ils sont coordonnés par [un oscillateur moléculaire](#) situé dans les neurones du [noyau suprachiasmatique](#). Cette horloge demeure synchronisée avec l'alternance du jour et de la nuit par l'entremise de [cellules rétinienne](#)s spécialisées.

Ce processus d'entraînement de notre horloge biologique avec la lumière du jour est nécessaire parce que le rythme endogène de notre horloge n'est pas exactement de 24h. En effet [plusieurs expériences en isolement temporel complet](#) (c'est-à-dire en dehors de tout repère lumineux ou sonore du moment de la journée) ont montré que notre cycle naturel se situait plutôt entre 24,2 et 25,5 heures, selon les études. La racine latine du mot circadien (*circa*, environ, et *dies*, jour) prend ici tout son sens, puisque c'est cet entraînement lumineux qui permet à notre horloge centrale de suivre avec précision [l'alternance du jour et de la nuit](#).

Cette horloge centrale coordonne l'activité [de nombreuses horloges situées dans différents tissus périphériques](#) et possédant eux aussi leurs propres oscillateurs moléculaires. Voilà pourquoi l'activité de la plupart des grands systèmes physiologiques de l'organisme fluctue selon le moment de la journée. C'est le cas par exemple de la température du corps, du niveau des hormones, de la production d'urine, de la circulation sanguine, du métabolisme et même de la pousse de cheveux !



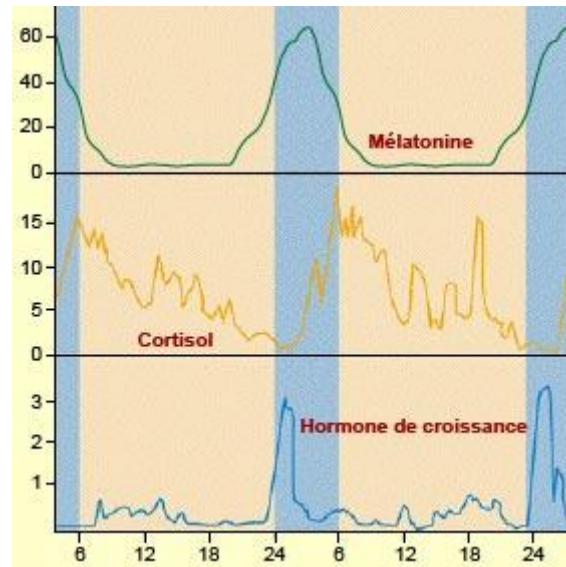
Ces fluctuations passent habituellement par un maximum et un minimum qui coïncident avec une période particulière de la journée. La température corporelle est par exemple toujours la plus basse durant la nuit.



adapté de : Gerry Wyder

Bien sûr, la température de notre corps peut aussi fluctuer selon des facteurs extérieurs comme le degré d'activité physique, une infection, un stress ou simplement la température ambiante. Mais si l'on garde une personne couchée (mais éveillée) pendant une trentaine d'heures ou plus, on observe également une variation endogène de sa température. Outre le grand creux de la nuit, notre température baisse aussi légèrement du début au milieu de l'après-midi. C'est cette baisse de température endogène, beaucoup plus que la prise du repas du midi, qui expliquerait la baisse de vigilance et même la somnolence ressentie à ce moment de la journée.

D'autres paramètres physiologiques connaissent des fluctuations endogènes importantes au cours de la journée. C'est le cas de la sécrétion de plusieurs hormones. **La mélatonine**, fabriquée dans [la glande pinéale](#), est presque indétectable dans le sang pendant la journée. Elle commence à être sécrétée en milieu de soirée, à mesure que la lumière diminue, et atteint son pic de sécrétion entre 2 heures et 4 heures du matin.



Le cortisol, dont la sécrétion connaît une pointe juste avant le réveil, atteint son taux le plus élevé au lever et contribue ainsi à l'activation générale de l'organisme.

Le sommeil lent profond, qui survient surtout **en début de nuit**, est le moment privilégié de la sécrétion de **l'hormone de croissance**, indispensable pour faire pousser les os et les muscles des enfants. Chez l'adulte, cette hormone a un rôle important dans le métabolisme (favorise la synthèse des protéines, aide à brûler les graisses, diminue la fragilité des os, etc).

La vigilance et la somnolence sont deux aspects d'un même état fluctuant dont les variations circadiennes sont divisées en deux sous-cycles d'environ 12 heures chacun. En d'autres termes, les gens placés dans **un environnement dépourvu de repères temporels** montrent un **rythme biquotidien** de propension au sommeil.

La **première et la plus importante période de somnolence** se manifeste autour de l'heure à laquelle on a l'habitude de se coucher et atteint un sommet entre 3 h et 6 h. C'est l'heure où le métabolisme et la température corporelle ont leur niveau le plus bas. La vigilance est au plus bas, on est physiquement maladroit et on a l'esprit engourdi.

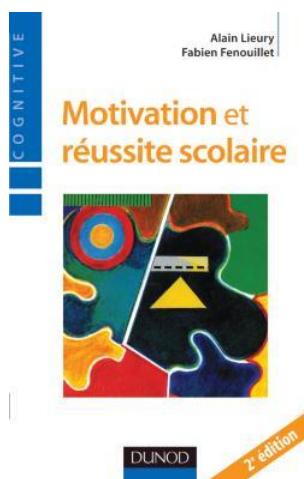
Le deuxième pic de somnolence survient 12 heures plus tard, entre 14 h et 16 h. De moindre importance que le premier, il est néanmoins bien connu de tous : c'est le « coup de fatigue » de milieu d'après-midi. Associé à tort à la digestion du repas du midi, il n'est pas non plus lié à la chaleur de l'après-midi. Des études ont en effet démontré la présence des deux creux dans la courbe de notre vigilance tant chez des sujets vivant sous l'équateur que chez ceux vivant en Amérique du Nord. La somnolence de l'après-midi est également ressentie même si on n'a rien mangé à l'heure du dîner. De plus, chez la plupart des gens, il n'y a pas de somnolence similaire après le déjeuner ou le souper.



Source : Dr. [Guilhem Pérémarty](#)

Les fluctuations de notre vigilance dépendent donc bel et bien de notre horloge biologique interne. Et une courte [sieste](#) l'après-midi serait bénéfique pour la plupart des gens.

Annexe 2 - *Motivation et réussite scolaire*, d'Alain Lieury et Fabien Fenouillet



Fiche de lecture réalisée par Florence Duval, CPE au lycée Grand Air de La Baule sur l'ouvrage de Alain Lieury et Fabien Fenouillet: "Motivation et réussite scolaire, paru chez Dunod en 2006.

mots clés : [motivation](#), [réussite scolaire](#), [apprentissage](#), [démotivation](#)

Fiche de lecture mise à jour le 27/01/2013.

Présentation des auteurs

Alain Lieury est professeur émérite de psychologie cognitive de l'Université de Rennes 2, et ancien Directeur du Laboratoire de psychologie expérimentale. Il est l'auteur de nombreux livres et articles sur la mémoire.

Fabien Fenouillet est professeur de psychologie cognitive et coresponsable du master 2 de Psychologie cognitive appliquée à l'Université de Paris-Ouest-Nanterre La Défense. Il est spécialiste de la motivation.

Présentation générale de l'ouvrage

Les théories de la motivation présentées ici sont celles qui sont les plus importantes et/ou celles qui ont le plus d'intérêt dans le contexte scolaire et l'éducation en général (y compris le jeu et le

sport). Le but est de comprendre les motivations ou les démotivations des élèves, afin de savoir comment les motiver à l'école et de comprendre les effets de la motivation dans les difficultés d'apprentissage. Cet ouvrage répond de façon concrète à ce qui peut favoriser les apprentissages à l'école et comment les mettre en œuvre. Les auteurs présentent des recherches expérimentales menées entre autre dans des contextes scolaires pour décrire les théories les plus récentes sur la motivation.

Chapitre 1 : motivation et apprentissage

Les motivations populaires appelées aussi instincts cachent des composantes innées et acquises. Et plus l'espèce est développée (croissance du cerveau), plus les apprentissages compliquent et enrichissent les composantes innées. La neurobiologie et la psychologie animale ont développé des mécanismes de l'assise biologique des motivations, localisée par des études récentes dans l'hypothalamus située au centre du cerveau et à l'origine de nos comportements programmés (la faim, la soif, la recherche d'un partenaire sexuel, le sommeil...).

Une théorie, celle de Jaak Pansepp, neurobiologiste, tente d'expliquer l'émotion et la motivation comme deux phénomènes envisagés sur un même continuum ne se différenciant que par l'intensité. Dans cette théorie, il existe 4 systèmes principaux : le désir, la peur, la colère et la détresse sociale. Les motivations appétives ou innées (faim, soif, sommeil,...) ou désirs sont déclenchées par des stimuli naturels internes. La peur, elle, déclenche la fuite, liée à des stimuli innés. La colère est produite par une blessure ou des frustrations, et déclenche des réactions agressives. Enfin, la détresse est déclenchée par la perte de contact social (stimulus), et produit des pleurs.

Dans le cadre des théories behavioristes (behavior = comportement), apparait le lien entre la motivation et l'apprentissage, d'où la pratique de la récompense. Pour Hull Clark, de l'Université de Yale, le comportement est déterminé par plusieurs paramètres dont les plus importants sont le besoin et le renforcement, dit« Loi de Hull » ou « Loi du renforcement ».

(ex : compliments ou réprimandes, classiquement utilisés à l'école, agissant selon la loi du renforcement). (P.12)

Différentes expériences ont montré qu'en pédagogie mieux vaut les renforcements positifs, mais la valeur incitative de la récompense intervient également dans la motivation jusqu'à un certain point. C'est ce que Crespi a démontré en mettant en évidence chez l'animal que des récompenses excessives cassent la motivation, dit« effet Crespi ».

La récompense doit donc être adaptée à la difficulté et au niveau scolaire considéré.

En psychologie sociale, Albert Bandura a fait la critique du renforcement des behavioristes car pour lui, le cadre du renforcement n'explique pas tout. L'homme est en effet capable de l'anticiper, grâce à ses capacités représentatives (= représentations sociales qui reposent sur les symboles, le langage et les images). Albert Bandura parle lui de renforcement symboliques ou d'anticipations qui sont fonction du niveau de développement mental des élèves. Les plus jeunes ont besoin de récompenses concrètes (bon point, image ...).

Chapitre 2 : motivation intrinsèque et motivation extrinsèque

Avant d'aborder ces deux notions, les auteurs se réfèrent au **besoin de curiosité** mis en évidence par Butler Robert (1954).Ce dernier a montré que certains besoins ne sont pas satisfaits par une réponse à un besoin physiologique. C'est pourquoi, il parle de **motivation cognitive** ou besoin de curiosité. Les expériences d'Harry Harlow sur les singes ont montré que le renforcement cassait la motivation. Il a donc distingué deux catégories de motivations, les **motivations extrinsèques** régies

par les renforcements (Loi de Hull, ...) et les **motivations intrinsèques** (curiosité, manipulations) régies par l'intérêt pour l'activité elle-même.

De ci Edward a montré le même phénomène chez l'homme en reproduisant le même support d'expérimentation, celui des puzzles. Il a pu montrer que donner un temps limite (soit une contrainte) dans la réalisation de la tâche baissait la motivation intrinsèque, par contre demander « d'aller le plus vite possible » n'induisait pas d'effet négatif.

De ci et Ryan ont proposé une première théorie expliquant les motivations en terme de continuum en fonction de l'autodétermination des individus (intérêt pour l'activité elle-même). Plus l'individu est autodéterminé, plus il est motivé intrinsèquement et inversement, plus la cause de l'activité est parue externe (ex : école obligatoire), plus l'individu est extrinsèquement motivé. Tout ce qui entrave le libre arbitre soit les contraintes de temps limite, le contrôle, la pression, diminue la motivation intrinsèque. La motivation extrinsèque est liée au besoin de renforcements (argent, prix, ...) et la motivation intrinsèque est liée à l'intérêt de la tâche pour elle-même.

Chapitre 3 : l'apprentissage du découragement

Sur le plan psychologique, **l'apprentissage du découragement** ou **la résignation apprise** s'explique par le fait que l'individu n'arrive plus à faire la relation entre ce qu'il fait et les résultats de son action, d'où la perte de motivation, et un comportement passif. De nombreuses recherches américaines sur la résignation apprise en milieu scolaire ont montré la genèse de cette résignation. Barbara Licht et Carol Dweck précisent que les enfants ne tombent dans l'échec que lorsque la tâche est difficile. Elles expliquent notamment pourquoi les enfants orientés vers la résignation apprise n'aiment pas les mathématiques. Leur échec est lié aux nombreux changements d'unités de connaissance entre le primaire et le secondaire, ce qui rendrait l'apprentissage plus difficile. Elles concluent que c'est la présentation confuse et complexe d'une nouvelle activité ou d'une nouvelle matière qui met en échec ou décourage les enfants orientés vers la résignation apprise.

Agnès Florin et Stéphane Erlich, chercheurs français, ont eux démontrés l'importance de ce phénomène dans l'échec scolaire en situation réelle. La surcharge de notions, de connaissances à apprendre ralentit l'apprentissage et décourage les élèves, alors même qu'ils ont les compétences. Les psychologues sociaux ont montré par les représentations mentales, les trois principaux axes qui permettent de comprendre les attributions des individus pour expliquer leur comportement. Ils ont distingué l'attribution **de causalité interne ou externe** face à une réussite ou un échec, **la résignation apprise** qui peut être **globale** (liée certaines situations ou disciplines), et **l'état stable ou temporaire** de la situation soit un manque d'aptitude dans une discipline (état stable) ou un manque de révision (état temporaire).

La résignation apprise verbalisée par les élèves par « Je suis nul » ou « j'arriverais jamais », correspondrait à une attribution stable et interne, soit globale ou spécifique.

En somme, l'auteur conclut que la hiérarchisation des disciplines et leur caractère soit disant prédictif de réussite a un effet plus grand sur l'aspect global de la résignation. Une pédagogie de la valorisation chez l'élève en difficulté (encouragement, caractère spécifique de l'échec) doit être liée à une importance de toutes les matières, sans prédominance des unes par rapport aux autres.

Chapitre 4 : Estime de soi et auto efficacité perçue

Plusieurs théories de la motivation utilisent le **concept d'estime de soi** (Pour Murray), Deci et Ryan parlent eux de **compétence perçue**, **Nicholls d'Ego**, pour expliquer notamment le fait que les bons résultats augmentent l'estime de soi donc la motivation.

Bandura parle lui **d'auto efficacité perçue**, considérée comme une nuance du besoin d'estime et plus spécifiquement ses compétences dans un domaine.

P.52 « Du fait de ses capacités de représentations mentales, l'individu est capable d'anticiper des satisfactions provenant de ses réussites ou de ses échecs. Le ressort de la motivation serait donc de se fixer un but par rapport à un standard personnel. » Il s'agit du sentiment d'auto efficacité qui augmenterait si le but paraît proche.

Locke de l'Université du Maryland a démontré que plus le but est difficile et spécifique en termes de score ou de défi personnel, le tout associé à la connaissance des résultats, meilleurs sont les résultats.

Le lien entre la mémoire et la théorie des buts a porté sur l'apprentissage de textes en y associant soit un objectif spécifique soit pas d'objectif du tout. Si l'objectif est spécifique, meilleur est l'apprentissage mais à condition qu'il n'y ait pas trop d'objectifs, ce qui diminue la performance aux résultats.

Sur le plan pédagogique, fixer un but est délicat pour un enseignant car il ne doit pas être trop difficile, représenté de l'intérêt mais sans risquer de provoquer de la résignation.

Chapitre 5 : compétence et autodétermination

Le besoin d'estime ou de compétence ou auto efficacité perçue est essentiel dans la motivation mais l'**autodétermination** l'est également. Deci et Ryan ont associé la théorie de l'auto efficacité perçue de Bandura avec la baisse de motivation intrinsèque par les contraintes pour proposer la théorie de l'évaluation cognitive. Ils proposent donc de concevoir la motivation selon deux besoins, la compétence perçue ou auto efficacité perçue et l'autodétermination.

Un chercheur canadien, Richard Vallerand, a lui montré que la motivation intrinsèque révélait la persistance dans la tâche et qu'elle favorisait la coopération, car liée au but de réaliser la tâche. A l'inverse, en situation de compétition, c'est la motivation extrinsèque qui est générée, et les résultats de persistance dans la tâche sont moindres, sauf s'il y a succès dans la tâche.

En pédagogie, il est préférable de générer la motivation intrinsèque afin d'obtenir des comportements plus persévérants et des attitudes coopératives.

Les auteurs envisagent à ce stade la question de « ***Comment susciter l'envie d'apprendre et de faire travailler la mémoire, sans ennuyer et si possible en suscitant l'intérêt ?*** »

Une recherche action de Lieury dans un centre d'apprentis, a permis de mettre en évidence que **les élèves en situation d'acteur (jeu de rôle) dans l'apprentissage obtiennent de meilleurs résultats que ceux positionnés en tant que spectateurs**. La motivation ici est intrinsèque pour les élèves acteurs, résultante d'une bonne compétence perçue et d'un libre arbitre.

En conclusion, les résultats de cette recherche action montrent que **si les élèves se trouvent dans une situation contraignante, et répétitive, ils développent le sentiment d'ennui**. Les élèves spectateurs sont des élèves moyens dont la motivation est extrinsèque (notes, stimulé par les parents...).

Enfin, les styles de l'enseignant « contrôlant » ou « informant » vont avoir une incidence sur la motivation intrinsèque. Deci et Ryan ont étudié ces deux styles. Le style informatif (à savoir montrer le type d'erreur) améliore la motivation intrinsèque, favorise la curiosité et l'estime de soi des élèves, alors que le style contrôlant (punir ou faire des remarques négatives) contribue à diminuer la motivation intrinsèque, la compétence perçue ou l'estime de soi.

Chapitre 6 : L'égo ou la tâche

Deci et Ryan ont montré que la connaissance des résultats avait un effet informatif et contrôlant, et provoquait différents effets selon l'implication par rapport à l'égo (ou compétence perçue ou

auto efficacité) ou l'implication par rapport à la tâche. Dans l'ensemble des expériences de Deci et Ryan, la motivation intrinsèque diminue lorsque le sujet perçoit une pression.

D'autres chercheurs ont montré que les effets de l'effort fourni dans la tâche étaient à double tranchant. Les expériences de Nicholls (1984) ont montré ***qu'il est préférable sur un plan pédagogique de créer des situations où les élèves sont impliqués par la tâche, ce qui valorise les efforts et l'apprentissage.*** Les situations impliquant l'égo, notamment la comparaison sociale et la compétition dévalorisent l'effort et la compétence perçue.

L'effet de la compétition sociale a été démontré dans des expériences en milieu scolaire réalisées par Monteil, psychosociologue (1993) et ses collègues, à l'Université de Clermont Ferrand. Il a élaboré une théorie appelée « le schéma de soi scolaire ». Selon cet auteur, l'élève garderait en mémoire son statut de bon ou de mauvais élève de manière stable comparable à la résignation acquise. Monteil propose d'y remédier en situation d'anonymat c'est-à-dire sans compétition ou évaluation pour les élèves en difficulté et dans un contexte d'implication par rapport à la tâche (favorisant la motivation intrinsèque).

La compétition favorise-t-elle la motivation extrinsèque ou intrinsèque ? Deci et Ryan ont montré que la compétition est bien extrinsèque et peut être aussi intrinsèque lorsqu'elle est liée au dépassement de soi. Certaines expériences ont mis en évidence la naissance de l'agressivité, la compétition ou de la comparaison sociale, ressentie alors comme une forte contrainte.

Chapitre 7 : variétés des motivations et simplicité des mécanismes

Selon la théorie de Maslow, utilisée dans le marketing, les besoins seraient hiérarchisés. Mais cette théorie est aujourd'hui contredite. Richard Vallerand et son équipe ont effectué les recherches les plus poussées sur l'analyse des motivations dans les domaines du sport aux jeux de hasard.

Les théories récentes montrent que la satisfaction d'un besoin supérieur n'apparaît pas nécessairement lorsque le besoin inférieur a été satisfait. Et les mécanismes de la motivation sont moins nombreux dans les théories récentes et impliqués dans des buts variés. **Trois principales théories fondamentales rendent compte de un ou deux besoins à l'origine des motivations : l'estime ou l'égo ou la compétence perçue et l'autodétermination.**

Chapitre 8 : Mémoire et motivation

La motivation favorise-t-elle l'apprentissage et donc la mémorisation ? Lieury précise que la motivation est liée à l'apprentissage et on peut penser qu'elle a une incidence sur la mémorisation. Mais Lieury précise que la mémoire fonctionne de manière complexe, composée de plusieurs modules codant les informations à plusieurs niveaux, codage des lettres (codage visuo - orthographique), des mots (codage lexical) et du sens (codage sémantique). Ces unités sont récupérées puis organisées et mémorisées en deux étapes, la mémoire à court terme puis à long terme.

Pour les théories modulaires, la mémoire à court terme est comparable à la mémoire vive de l'ordinateur et le lien existe entre la motivation et cette mémoire mais sous forme de mécanismes. **Un premier mécanisme est la « réallocation de l'attention », soit la centration des ressources sur l'un des aspects de la tâche. Le deuxième mécanisme est l'« autorépétition »,** ce qui permet à l'information d'être récupérée en mémoire à long terme. Mais Lieury précise que la mémoire à court terme ne permet pas d'expliquer seule l'augmentation des performances liées à la motivation dans les capacités de mémorisation, mais qu'il faut plutôt se tourner vers la mémoire sémantique et les mécanismes de mémorisation à long terme, notamment dans les apprentissages scolaires.

Des expériences ont montré que le type d'implication par rapport à la tâche (motivation intrinsèque) et par rapport à l'égo (motivation extrinsèque) avait une incidence sur l'encodage de l'information donc sur la mémoire sémantique, soit une meilleure performance pour l'implication par rapport à la tâche.

Des expériences ont été également menées sur le but, soit vague soit difficile. Il n'y a pas de différences entre les deux buts pour les effets sur la mémoire à court terme. En revanche, fixer un but difficile permet une meilleure performance en mémoire à long terme, ce qui suppose la mobilisation de stratégies d'organisation de l'information ou mécanismes d'organisation déjà expérimentés donc connus en phase d'entraînement. De même, des études sur des experts montrent que c'est la persévérance dans l'apprentissage et donc la motivation intrinsèque qui permettent le haut niveau d'expertise et la compétence.

Conclusion : « Quelle motivation pour l'école ? »

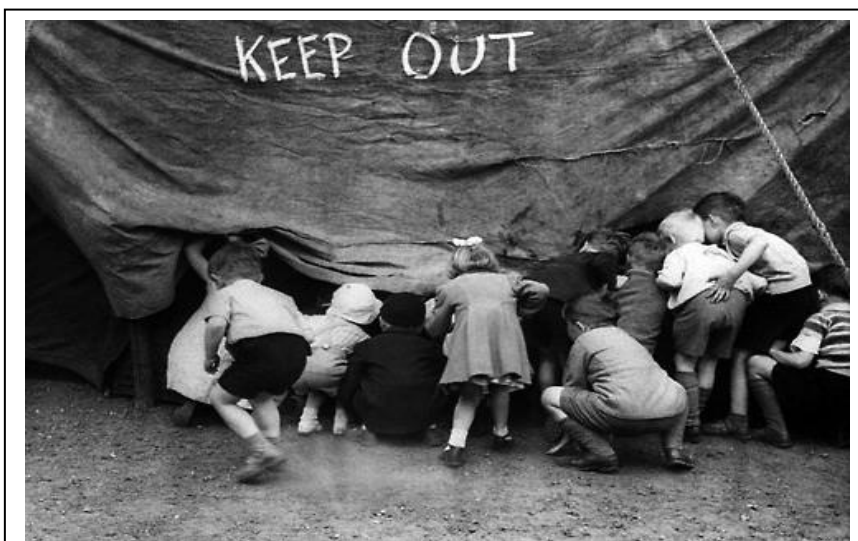
Sur le plan éducatif, il faut davantage orienter l'activité par rapport à la tâche, soit la motivation intrinsèque et valoriser les élèves en minimisant l'évaluation sociale et la compétition. Les composantes de la motivation intrinsèque, la compétence perçue et l'autodétermination semblent bien expliquer la persévérance dans le projet éducatif. Mais Lieury explique bien dans « sa typologie de la vie courante vue à travers les dimensions de la motivation » (schéma p.135) que dans la majorité les élèves se situent dans le continuum de motivation en fonction de leur compétence perçue et d'autodétermination, qui varient probablement en fonction des résultats scolaires. Il préconise que les disciplines ne soient pas hiérarchisées et surtout que les résultats négatifs deviennent des informations pour l'apprentissage, afin de ne plus être vécus comme des sanctions qui diminuent la compétence perçue. Enfin, il faut favoriser le but d'apprentissage, l'autodétermination (sentiment de choisir, libre arbitre), et l'estime de soi (compétence perçue). En conclusion pour les auteurs, l'école contraindrait plus qu'elle ne favoriserait la motivation intrinsèque. Cependant elle développerait l'indépendance et la connaissance de soi.

Annexe 3 - Comment développer la curiosité intellectuelle des élèves ?

Texte rédigé par Calliste Scheibling-Sève

Production pour la validation du cours de Master 2 Education, Cognition, Cerveau - Master de sciences cognitives (CogMaster), Ecole normale supérieure, Paris 2015-2016

<http://www.fondation-lamap.org/fr/page/34925/comment-developper-la-curiosite-intellectuelle-des-eleves>



La curiosité intellectuelle correspond au désir de connaissances : liant ainsi plaisir et travail, elle semble avoir la propriété de faciliter l'apprentissage. Cicéron décrit d'ailleurs la curiosité comme « la passion d'apprendre » [1]. Dès lors, on aimerait voir chez tout élève cette passion intrinsèque favorisant une acquisition des connaissances sans effort.

Comment caractériser la curiosité intellectuelle ?

La curiosité intellectuelle correspond en psychologie cognitive au désir d'acquérir de nouvelles connaissances et de nouvelles expériences. La curiosité va ainsi provoquer un comportement exploratoire chez l'individu.

La curiosité intellectuelle (ou épistémique) a deux facettes. D'un côté, elle peut être décrite comme une pulsion intérieure qui induit une sensation déplaisante et qui se trouve apaisée par la recherche d'information. D'un autre côté, elle correspond à un « désir de stimulation » : en cas d'ennui, l'organisme est sous-activé et recherche de nouvelles expériences. Dans les deux cas, la curiosité est une pulsion de connaissance (« drive to know ») qui résulte d'un conflit ou d'une incohérence entre les connaissances elles-mêmes. La surprise en tant que violation des attentes peut aussi être à l'origine de la curiosité (Berlyne, 1960).

Dans cette perspective, l'approche la plus répandue de la curiosité conçoit cette dernière comme l'identification d'un décalage entre ce que l'on connaît et ce que l'on souhaiterait connaître (« knowledge gap ») (Loewenstein, 1994).

La curiosité sera donc d'autant plus grande que l'information recherchée est susceptible de réduire la distance entre ce que l'on connaît et ce que l'on voudrait connaître. De fait, il ne peut y avoir de curiosité que si l'enfant possède déjà une certaine quantité de connaissances. En effet, un pur novice dans un domaine ne développera aucune curiosité, car il ne sera pas capable de se rendre compte qu'il y a quelque chose à connaître qui lui échappe. Un autre débutant, possédant peu de connaissances, pourrait être découragé face à la quantité d'informations qu'il ne maîtrise pas. La curiosité résulte donc d'un équilibre subtil entre une maîtrise préalable de connaissances et une absence de connaissances. Dès lors, quels sont les ressorts de la curiosité ?

Quels sont les ressorts ?

Les trois principaux ressorts de la curiosité sont : la surprise, le retour d'information et la récompense.

La surprise correspond au décalage entre les attentes et la réalité. On a pu constater que la violation de la prédiction implicite dans la surprise a un effet favorable sur l'apprentissage. Lorsqu'un événement visuel inattendu est présenté à des bébés, ceux-ci manifestent leur surprise par un temps de fixation du regard plus long. Chez des bébés de 11 mois cette violation des attentes favorise l'apprentissage d'un nouveau mot (Feigenson et Stahl, 2015). La surprise permet donc à l'enfant, dès le plus jeune âge, d'être curieux et d'apprendre.

La curiosité en tant que distance entre ce que l'on connaît et ce que l'on voudrait connaître implique aussi la nécessité d'être conscient du manque de connaissance. Pour cela, il faut donc un retour d'information (Loewenstein, 1994). En cas d'erreur, le retour d'information n'est pas une sanction mais un retour purement informatif, soulignant le caractère normal de l'erreur.

L'un des meilleurs ressorts de la curiosité est la récompense qu'elle provoque de façon endogène. Non seulement le fait d'apprendre active le circuit neural de la récompense, mais le degré de curiosité est corrélé avec l'activité d'une partie du système de la récompense (le striatum) qui est aussi impliqué dans l'anticipation de la récompense ou de l'erreur de prédiction (Kang et al. (2009). Ainsi la surprise, le retour d'information et la récompense permettent de renforcer la curiosité de l'élève et de susciter son engagement actif dans les situations d'apprentissage. Alors, concrètement, comment peut-on mettre en place cette dynamique dans une classe ?

Comment créer un environnement propice à la curiosité ?

Mettre l'élève en situation de découverte semble être particulièrement adapté pour susciter l'exploration spontanée en tant que manifestation de curiosité. Dans une étude, les expérimentateurs ont proposé à des enfants de 5 ans de découvrir un jouet nouveau ayant 4 propriétés (musique, lumière, miroir, son). Les enfants étaient répartis dans trois situations d'apprentissage différentes : situation de pédagogie magistrale dans laquelle l'expérimentateur révélait une fonction de l'objet de façon explicite, situation accidentelle qui laissait supposer que l'expérimentateur allait continuer à enseigner d'autres fonctions de l'objet, situation sans démonstration. On constate que lorsque l'expérimentateur démontre une des fonctions du jouet, l'enfant restreint son exploration de l'ensemble des autres fonctions du jouet. En revanche, dans le cas de l'apprentissage accidentel, la surprise va accroître son exploration autonome. Ainsi, les enfants apprennent de façon plus rapide la fonction expliquée lors de la situation de pédagogie magistrale mais sont moins enclins à découvrir d'autres fonctions du jouet. Quand l'enseignant laisse ouverte la possibilité que d'autres propriétés soient présentes, alors l'enfant explore davantage. L'attitude pédagogique joue donc un rôle crucial dans le développement de la curiosité de l'enfant. Les situations d'expérimentation où l'enfant est exposé à un phénomène que l'adulte sait rendre intéressant par ses actions et explications, sans en dévoiler tous les aspects, apparaissent donc comme un moyen adapté pour encourager la curiosité (Bonawitz et al. 2011).

Puisque la curiosité amène à explorer, et ouvre donc à la possibilité de se tromper, sanctionner l'erreur pourrait avoir un effet négatif sur la curiosité elle-même. La sanction de l'erreur équivaut alors à superposer une sanction exogène à la sanction endogène engendrée par le système de la récompense (Dehaene, 2015).

D'ailleurs l'erreur, même non sanctionnée, peut décourager si elle est systématique. Il s'agirait donc de trouver un juste équilibre entre une situation trop complexe qui décourage la curiosité et une situation trop facile qui ne pique pas la curiosité.

Permettre aux enfants de développer leur curiosité intellectuelle, c'est donc leur offrir l'opportunité de découvrir dans un climat de confiance qui encourage l'initiative et banalise l'erreur. L'enfant curieux s'engage ainsi dans une démarche intellectuelle active, étape nécessaire pour développer une pensée autonome et réflexive.

Références :

- Bonawitz, E., Shafto, P., Gweon, H., Goodman, N. D., Spelke, E., & Schulz, L. (2011). The Double-edged Sword of Pedagogy: Instruction limits spontaneous exploration and discovery. *Cognition*, 120(3), 322–330.
- Dehaene, S. (2015). L'engagement actif, la curiosité, et la correction des erreurs. Cours du Collège de France, 3 février 2015, Paris
- Kang, M.J., Hsu, M., Krajbich, I.M., Loewenstein, G., & al. (2009). The wick in the candle of learning: Epistemic curiosity activates reward circuitry and enhances memory, *Psychological Science*, 20, 8, p 963-97
- Loewenstein, G. (1994). The psychology of curiosity: A review and reinterpretation. *Psychological Bulletin*, 116(1), 75–98.
- Stahl, A. E., & Feigenson, L. (2015). Observing the unexpected enhances infants' learning and exploration. *Science*, 348(6230), 91-94.

[1] De Finibus bonorum et malorum, (V, 8)

Annexe 4 – LE STATUT DE L'ERREUR DANS L'APPRENTISSAGE

Source : http://www.ac-grenoble.fr/ien.voiron1/IMG/pdf_STATUT_ERREUR.pdf

Cela revient à se poser cette question : porte-t-on un intérêt didactique à l'erreur ? Si c'est le cas, alors de quelle manière ? La réponse résulte de la représentation que l'on se fait de l'acte d'apprendre. La conception de l'apprentissage a évolué au cours du temps et a donc fait évoluer avec elle le statut de l'erreur.

I. EVOLUTION DU STATUT DE L'ERREUR A TRAVERS CELLE DU CONCEPT D'APPRENTISSAGE.

1 - Apprendre c'est acquérir « naturellement » des connaissances. (Jean Pierre ASTOLFI, *L'erreur, un outil pour enseigner*, 1997) On entend par « naturellement » que les connaissances s'ancrent dans la mémoire sans difficultés apparentes. Ainsi, on donne des cours magistraux comme si voir et faire entraînaient naturellement des acquisitions ; celles-ci pouvant servir de base pour aller plus loin. Cette théorie part de l'idée que si l'enseignant explique bien, suit un bon rythme, choisit de bons exemples et si les élèves sont attentifs et motivés, il ne devrait survenir aucune erreur. Quand les erreurs apparaissent « malgré elles », elles sont déniées. Dans ce sens, il y a 2 possibilités :

◆ L'erreur peut être considérée comme une faute dans un modèle d'apprentissage dit transmissif.. Cette faute est mise à la charge de l'élève qui ne se serait pas assez investi, qui n'aurait pas mis en œuvre toutes ses compétences. Dans ce contexte, l'erreur doit être sanctionnée lors d'une évaluation finale.

◆ Elle peut également être considérée comme un bogue dont l'origine serait une mauvaise adaptation de l'enseignant au niveau réel de ses élèves. Dans ce cas, l'erreur induit chez l'enseignant un effort de réécriture de la progression, en décomposant les difficultés en étapes élémentaires beaucoup plus simple. Il s'agit du modèle comportementaliste, inspiré de la psychologie behavioriste (James WATSON et B. SKINNER), dans laquelle l'activité de l'élève est guidée pas à pas afin de contourner les erreurs.

2 - Apprendre c'est franchir progressivement une série d'obstacles, selon PIAGET. (Jean Pierre ASTOLFI, *L'erreur, un outil pour enseigner*, 97)

En effet, dans cette théorie, sur laquelle s'appuient les modèles constructivistes modernes, l'apprentissage passerait obligatoirement par des moments de difficultés face auxquels les élèves

doivent remplacer leurs anciennes conceptions erronées par de nouvelles correctes. Pour apprendre, l'élève doit prendre conscience de ses erreurs, de son fonctionnement mental. Ainsi, les erreurs (performances) servent d'indicateurs de ces processus intellectuels en jeu. Cette nouvelle théorie sur l'apprentissage confère donc à l'erreur un statut beaucoup plus positif. Donc, Avant les années 80, les interprétations des erreurs situaient celles-ci hors des processus d'apprentissage. Depuis, on les considère comme un élément du processus didactique, c'est-à-dire comme une information dont il faut élucider les composants (origines) pour construire une connaissance correcte. Là est le rôle de l'enseignant : il doit situer les erreurs dans leur diversité afin de déterminer les modalités de l'intervention didactique à mettre en œuvre. Jean Pierre Astolfi nous propose, à cet effet, une typologie des erreurs en fonction de leurs origines.

II. TYPOLOGIE DES ERREURS.

1 - Erreurs relevant de la compréhension des consignes.

- ◆ Les termes employés pour un questionnement ne sont pas toujours « transparents » pour les élèves : analyser, indiquer, expliquer, interpréter, conclure... ?
- ◆ Le vocabulaire employé par chaque discipline est aussi source de problème pour les élèves : les mots nouveaux, lexique spécialisé et les mots de la langue courante qui sont utilisés de manière différente dans chaque discipline.
- ◆ Les élèves ont parfois des difficultés à situer la question dans la consigne car elle n'est pas toujours interrogative ou se présente sous la forme de 2 questions posées successivement.

2 - Erreurs résultant d'un mauvais décodage des règles du contrat didactique.

Yves CHEVALLARD : l'élève « raisonne sous influence », par le jeu du contrat didactique. Il « sait qu'il est attendu et, si le contrat fonctionne bien, il sait où on l'attend ». Exemple du problème de « l'âge du capitaine ». Donc, dans la réponse de l'élève, il y aura à la fois la réponse à la question posée et la réponse à l'enseignant qui la pose. Bien des erreurs proviennent ainsi des difficultés des élèves à décoder les règles implicites de la situation. On peut définir sept règles dans le contrat didactique. Des exemples de règles utilisées lors de la résolution d'un problème :

- ◆ Le problème possède une solution et une seule.
- ◆ Pour sa résolution, il ne faut extraire des données de l'énoncé que celles qui sont numériques et toutes sont nécessaires.
- ◆ Si la réponse ne tombe pas sur un nombre simple c'est probablement qu'on s'est trompé.

3 - Erreurs témoignant des représentations notionnelles des élèves. On retrouve l'idée de représentation dans la notion Bachelardienne d'obstacle. « On connaît contre une connaissance antérieure, en détruisant des connaissances mal faites, en surmontant ce qui, dans l'esprit même fait obstacle ». L'esprit ne peut « se former qu'en se réformant ». Les obstacles surviennent lorsque nous agissons et réfléchissons avec les moyens dont nous disposons déjà ; ces moyens n'étant pas nécessairement appropriés ou corrects amènent les élèves à faire des erreurs.

4 - Erreurs liées à la nature des opérations intellectuelles.

Certaines opérations ne sont pas disponibles à tout moment chez les élèves. En effet, leur apprentissage se construit dans le long terme en passant par des étapes successives. Ainsi, l'apprentissage de l'addition et de la soustraction passe par des étapes primitives avec une capacité d'abstraction faible (voire nulle) pour arriver à des étapes plus tardives qui demandent un effort d'abstraction beaucoup plus important.

5 - Erreurs provenant des démarches adoptées par les élèves. Devant un problème donné, et quand on leur laisse le choix de stratégie de résolution, les élèves adoptent souvent des démarches bien différentes de ce qu'attendait l'enseignant. Exemple de Robert NEYRET qui a analysé la façon dont les élèves résolvent un problème de division. Beaucoup d'élèves ne voient pas la procédure experte de la division (ou ne préfèrent pas l'utiliser) et choisissent des procédures qui coûtent plus, telle que la méthode des soustractions successives. Cette dernière étant lourde va multiplier les occasions d'erreurs.

6 - Erreurs dues à une surcharge cognitive.

Depuis quelques années, les idées qu'on se fait de la mémoire et de ses implications didactiques évoluent rapidement, notamment avec les publications d'Alain LIEURY. La mémoire n'est pas un système passif mais elle est au cœur même des apprentissages « intelligents ». On distingue deux types de mémoire :

- ◆ Mémoire de travail : elle se caractérise par sa capacité limitée et par le temps court de conservation des opérations.
- ◆ Mémoire à long terme : elle est dotée d'une très grande capacité. Différentes conditions influent sur l'efficacité du rappel. Quand l'élève est face à une situation-problème qui lui demande une mobilisation de nombreuses informations en mémoire, la centration se fait uniquement sur un des aspects ce qui nuit aux autres.

7 - Erreurs liées au fait que les élèves ne font pas le rapprochement entre des outils déjà utilisés dans une discipline et ceux qui sont requis pour une autre discipline.

Pour comprendre cette difficulté de transfert, la psychologie distingue dans un problème : ses traits de surface (« habillage ») et traits de structure (opérations logiques requises pour la résolution). En fait, il semblerait qu'un élève aux prises avec 2 situations dans des disciplines différentes, soit d'abord sensible à la similarité de leurs traits de surface et donc ne ferait pas le rapprochement entre leurs outils communs, du moins pas aussi naturellement que le pensait PIAGET. Car, pour lui, le transfert serait un phénomène naturel compte tenu du fait que les schèmes, correspondant à des instruments de connaissance, sont susceptibles de s'habiller de différentes façons selon la situation et le domaine dans lesquels peut se trouver l'élève.

8 - Erreurs résultant de la complexité propre du contenu.

L'origine des erreurs pourrait, en effet, se rapporter à la complexité interne dans le sens où elle peut avoir des répercussions du point de vue psychologique de l'apprenant (charge mentale, nature des opérations intellectuelles...). Donc, comment prendre en compte les erreurs des élèves dans l'apprentissage ? Il faut analyser la valeur des erreurs en essayant de déterminer leurs origines. Mais la prise en compte ne s'arrête évidemment pas là. IL faut ensuite que les élèves prennent conscience de leurs erreurs. En effet, Stella BARUK explique que lorsque l'apprenant identifie lui-même l'erreur, la confusion cesse au moment même où nous en prenons conscience. Pour faciliter cette prise de conscience, il faut que l'enseignant mette en place des situations créant des conflits sociocognitifs ou travaillant sur la métacognition.

Autres sources :

http://pedagogie.ac-toulouse.fr/ien12-millau/spip/IMG/pdf/l_erreur_un_outil_pour_enseigner_j.-p._astolfi_.pdf

http://www.dsden93.ac-creteil.fr/spip/IMG/pdf/fiche_outil_statut_erreur_Astolfi.pdf