**APPRENDRE ! Les talents du cerveau, le défi des machines.**

**Stanislas Dehaene / Editions O. Jacob .09 / 2018**

**INTRODUCTION**

Apprendre est un principe vital.

Le génome humain se réduit à environ 750 mégaoctets. La capacité de notre cerveau est de l’ordre de 100 térabytes, soit cent mille fois plus que l’information contenu dans notre génome.

Le gros œuvre se construit en suivant les lignes directrices de l’architecte (notre génome), tandis que les détails sont laissés au maître d’œuvre qui les adapte au terrain(l’environnement).

Tout l’intérêt de l’apprentissage : s’adapter le plus vite possible, à des conditions imprévisibles.

Notre pensée est le résultat

D’un compromis : énormément d’innée, ais encore plus d’acquis qui raffine ces compétences précoces.

Nous avons compris qu’il fallait profiter de cette exubérante plasticité du cerveau de l’enfant pour lui inculquer un maximum d’informations et de talents.

L’une des plus efficaces des interventions pédagogiques, c’est la métacognition. Savoir apprendre est l’un des plus importants facteurs de la réussite scolaire.

Les 4 piliers de l’apprentissage : l’attention, l’engagement actif, les signaux d’erreur et de surprise, la consolidation.

Le sommeil est un moment privilégié.

CHAPITRE I. Comment un réseau de neurones apprend ?

Notre cerveau ; 86 milliards de neurones, chacun pourvu d’une dizaine de milliers de contacts synaptiques dont la force peut varier. L’espace de représentation est pratiquement infini.

Lorsqu’il joue l’enfant explore des dizaines de possibilités avec une bonne dose de hasard et pendant la nuit, son cerveau continue de jongler avec les idées jusqu’à trouver la combinaison optimale.

Apprendre c’est partir d’un jeu d’hypothèses a priori, projeter ces hypothèses sur les données et sélectionner celles qui conviennent le mieux : apprendre c’est éliminer.

CHAPITRE II. Pourquoi notre cerveau apprend mieux que les machines

Nous essayons en permanence de tire, d’une situation particulière, des conclusions de haut niveau, qu’en retour nous mettons à l’épreuve sur de nouvelles observations. Apprendre efficacement c’est donc hiérarchiser informations : se forger, dès que possible, des règles générales, qui résument toute une série d’observation.

Dès 12 mois les enfants ont enregistré les principaux articles et mots grammaticaux de leur langue maternelle, et les utilisent pour guider les apprentissages ultérieurs.

L’enfant dès sa naissance dispose déjà de 2 ingrédients essentiels : d’une part toute la machinerie qui permet d’engendrer les formules abstraites, ce que l’on pourrait appeler un langage de la pensée ; d’autre part la capacité de sélectionner ces idées à bon escient en fonction de leur adéquation aux données reçues par le cerveau.

Le cerveau : un immense modèle génératif, massivement structuré, capable d’imaginer des myriades de règles et de structures hypothétiques, d’halluciner d’immenses espaces de pensée, mais qui se contraint progressivement à ne produire que celles qui s’ajustent à la réalité.

CHAPITRE III. Le savoir invisible ; les étonnantes intuitions des bébés

Le vaste savoir du bébé ne se voit pas dans son comportement. L’arithmétique fait partie des compétences innées que l’évolution confère à de nombreuses espèces, dont la nôtre.

Les concepts d’objet et de nombre sont des primitives de la pensée, ils font partie du noyau de connaissances avec lesquelles nous venons au monde et qui, par leurs combinaisons, nous permettent de formuler des pensées plus complexes.

N. Chomsky postule que notre espèce possède un système spécialisé pour l’acquisition du langage qui se déclenche automatiquement dans les premières années.

CHAPITRE IV. Naissance d’un cerveau

Dès la naissance pratiquement tous les circuits du cerveau adulte sont déjà présents dans celui du bébé. Dès l’âge de 2 mois le bébé active la même hiérarchie des aires cérébrales phonologiques, lexicales, syntaxiques et sémantiques qu’un adulte.

PHOTO P 130

CHAPITRE V. La part de l’acquis

Quand des épisodes sont jugés suffisamment marquants par les systèmes émotionnels, ils sont stockés en mémoire. Les neurones qui forment une assemblée fortement activée se modifient : ils expriment de nouveaux gènes, modifient la force de leurs connexions, parfois en forment de nouvelles. Ces changements forment la base physique de l’apprentissage : collectivement ils constituent le substrat de la mémoire. Les neurones peuvent à présent s’éteindre, le souvenir lui restera dormant, inconscient mais bien réel. Plus tard il suffira d’indice pour que le cerveau parvienne à recréer, de proche en proche, une configuration d’activité proche de celle du départ. La mémoire est partout.

La mémoire de travail ou à court terme ; les neurones conservent l’information active

La mémoire épisodique ; c’est l’hippocampe qui enregistre les épisodes forts ou moins forts de notre vie quotidienne. Ils codent où, quand, comment, avec qui. Ils enregistrent l’épisode par des changements synaptiques. L’hippocampe intervient dans toutes sortes d’apprentissages rapides, dès lors que l’information apprise est unique.

La mémoire sémantique pendant la nuit le cerveau rejoue et déplace ailleurs les souvenirs ; dans le cortex. Là ils se transforment en connaissances permanentes. On intègre dans notre vaste bibliothèque de connaissances du monde.

La mémoire procédurale ; les neurones finissent par se modifier afin que l’information circule mieux ; plus rapide, plus reconductible. C’est la répétition du geste qui transfère la mémoire vers un support implicite.

Lorsque l’apprentissage se prolonge, l’anatomie même du cerveau finit par s’altérer. La myéline qui entoure les axones fait de plus en plus de tours si cet axone est utilisé. Elle isole de mieux en mieux l’axone, ce qui lui permet de transmettre les informations à une vitesse supérieure.

Tous nos apprentissages résultent de petits ajustements, principalement au niveau des micros circuits. La plasticité n’est présente que pendant un intervalle de temps limité qu’on appelle un période sensible.

Pendant des années le bébé est un être hybride : ses circuits sensoriels et moteurs murissent rapidement, tandis que sa réflexion de plus haut niveau est considérablement plus lente. Prendre conscience d’un visage lui demande 3 ou 4 fois plus de temps qu’un adulte.

La maîtrise de la phonologie d’une langue étrangère est l’une des premières compétences à décliner avec l’âge.

Adultes, nous reconnaissons toujours plus vite les mots que nous avons entendus dès l’enfance.

CHAPITRE VI. Recyclez votre cerveau

Chaque apprentissage scolaire réoriente un circuit neuronal préexistant dans une direction nouvelle. Pour lire ou pour calculer, les enfants s’appuient sur des circuits antérieurs qui ont évolué pour un autre usage.

Contrairement à un ordinateur numérique, nous sommes incapables de manipuler des symboles dans l’abstrait, nous les ancrons toujours dans le concret des quantités. La lecture envahit une région du cortex normalement consacrée à des activités proches, et elle réoriente vers cette nouvelle tâche. Automatiser la lecture, c’est fluidifier la relation directe entre lettres et sons du langage. Dès qu’un enfant commence à lire, l’aire de la forme visuelle des mots se développe dans l’hémisphère gauche. L’activité anormale du cortex occipito-temporel gauche est un marqueur universel des difficultés de lecture, dans tous les pays où cela a été testé.

Le cerveau de l’enfant est à la fois structuré et plastique. Tout n’est pas prédéterminé dans le cerveau le détail des circuits neuronaux est largement ouvert aux interventions avec le monde extérieur. Pendant les premières années une surproduction des circuits neuronaux ; 2 fois plus de synapses que nécessaire. Puis le cerveau se spécialise et se fige. Les premières régions à se fixer sont les aires sensorielles. LE cerveau conserve toute sa vie une partie de sa plasticité, cependant les interventions les plus précoces sont les plus efficaces. Lorsqu’elle intervient précocement la scolarisation transforme la vie. Encore faut-il qu’on laisse bricoler, construire, échouer et recommencer. Chaque nourrisson est un linguiste ; à 18 mois10 à 20 mots par cœur si on lui parle. Le vocabulaire qu’il maîtrisera à 3, 4 ans dépend directement des paroles qu’on lui aura adressées ; enrichir l’environnement des très jeunes enfants, c’est construire l’avenir de leur cerveau. Des environnements stimulants pour permettre de conserver des synapses plus nombreuses des dendrites plus vastes, des circuits plus flexibles et plus redondants.

CHAPITRE VII. L’attention

Notre cerveau s’est doté de 4 fonctions majeures

Faire attention, s’engager, se mettre à l’épreuve et savoir consolider ses acquis sont les secrets d’un apprentissage réussi.

EN Sciences cognitives on appelle attention l’ensemble des mécanismes par lesquels notre cerveau sélectionne une information, l’amplifie, la canalise et l’approfondit.

3 grands systèmes attentionnels : l’alerte, l’orientation de l’attention et le contrôle exécutif. Faire attention c’est sélectionner.
Pour apprendre à lire seul l’entraînement phonique qui attire l’attention sur les correspondances entre les lettres et les sons, active le circuit de la lecture et permet l’apprentissage.

Le contrôle exécutif agit comme un aiguilleur, il pilote dirige, gouverne. Il y a un lien étroit entre le contrôle exécutif et ce que l’on appelle la mémoire de travail. L’automatisation libère l’espace de travail conscient. Lorsqu’on demande de réaliser plusieurs opérations cognitives sous le contrôle de l’attention, l’une des opérations au moins est ralentie ou abolie. Il a été montré qu’une classe trop décorée distrait l’enfant et l’empêche de se concentrer.

La pratique d’un instrument de musique, dès le plus jeune âge a des effets importants sur les circuits attentionnels du cerveau.

L’entraînement précoce de la mémoire de travail semble avoir des effets positifs sur la concentration et sur la réussite dans de nombreux domaines y compris ceux qui sont les plus directement pertinents pour l’école : la lecture et les mathématiques. Les effets sont démultipliés si l’on combine un travail sur la mémoire avec un enseignement plus direct du concept de ligne numérique.

L’attention et l’apprentissage dépendent de signaux sociaux. La plupart des informations que nous apprenons nous les devons aux autres plutôt qu’à notre expérience personnelle.

L’attitude et le regard de l’enseignant changent tout pour l’enfant. S’attacher l’attention de l’enfant par le contact visuel et verbal, c’est garantir que celui-ci partage votre attention, et cela multiplie d’autant les chances qu’il retienne l’information que vous cherchez à lui apprendre.

Nous sommes les seuls à posséder une « théorie » de l’esprit des autres.

Le bon pédagogue se construit un modèle mental de son élève, de ses compétences et de ses erreurs. Toute relation pédagogique saine doit se fonder sur l’attention, l’écoute, le respect et la confiance dans les 2 sens.

Notre cerveau dispose de 2 modes d’apprentissage : un mode actif dans lequel nous mettons à l’épreuve et un mode réceptif dans lequel nous absorbons.

CHAPITRE VIII. L’engagement actif

On apprend bien que si on a une idée claire du but à atteindre et qu’on adhère pleinement à cet objectif. Pour mieux digérer les faits à apprendre un étudiant actif les reformule sans cesse en mots ou pensées qui font sens pour lui.

L’apprentissage ne survient que si l’apprenant fait attention, réfléchit, anticipe, avance des hypothèses.

Le mieux est une pédagogie qui rende l’étudiant actif, étroitement guidée par l’enseignant, un enseignement structuré, doté d’un progression claire et rigoureuse. Maintenir en éveil la curiosité des enfants et l’un des facteurs clés d’une éducation réussie.

Pour les élèves avancés, leur donner des langues à déchiffrer, des casse-têtes à résoudre, de vrais défis à leur intelligence.

Pour les élèves en difficulté ; ils ont appris qu’ils ne parviendront pas à apprendre. Leur redonner le goût d’apprendre en leur proposant des stimulations adaptées à leurs capacités. L’enseignement traditionnel par le cours magistral peut dissuader l’enfant d’intervenir ou même de réfléchir.

PHOTO P 262 / 263.

Susciter l’engagement actif des élèves va de pair avec un autre impératif ; tolérer l’erreur.

CHAPITRE IX Le retour sur l’erreur

Chaque erreur est une opportunité d’apprentissage. Le retour sur l’erreur est le 3ème pilier de l’apprentissage.

L’erreur de prédiction est indispensable à l’apprentissage. Ce qui compte pour apprendre ce n’est pas se tromper à tous les coups ; c’est le décalage entre la prédiction et la réalité ; ce qu’on appelle un signal d’erreur. Ce qu’une région du cerveau ne parvient pas à expliquer, elle le passe au niveau suivant.

Jhon Hattie : la qualité du retour sur erreur que les élèves reçoivent est l’un des facteurs déterminants de la réussite scolaire. Fixer clairement le but de l’apprentissage et permettre aux élèves de s’en approcher progressivement, sans dramatiser leurs inévitables erreurs sont les clés de la réussite.

La note simple cumul de nos fautes, résume sans les distinguer, les différentes sources d’erreurs. Elle ne permet pas de savoir pourquoi on s’est trompé, ni comment se corriger.

Le stress et l’anxiété nuisent à la faculté d’apprendre. Avoir l’idée de progrès chevillée au corps est en soi source de progrès. Le fixisme démotive, n’encourage ni l’attention, ni l’engagement actif et il interprète l’erreur comme l’indice d’une nullité intrinsèque.

Se tester régulièrement maximise l’apprentissage à long terme. Le test joue un rôle au moins aussi important que le cours lui-même. La métamémoire permet lors de la deuxième séance d’apprentissage, de mieux se concentrer sur les mots difficiles.

L’une des stratégies les plus efficaces ; l’espacement des apprentissages ; distribuer des périodes d’entraînement plutôt que de les agglomérer.

On alterne les périodes d’étude et de test et on révise régulièrement à des intervalles de temps de plus en plus espacés.

Mieux vaut 15 minutes de travail tous les jours de la semaine plutôt que 2 heures concentrées en une seule journée.

L’espacement des apprentissages augmente l’activité cérébrale. Une forte amélioration est observée avec un intervalle de 24H, le sommeil joue son rôle central. Une seule répétition d’une leçon quelques semaines après la première, multiplie par 3 les nombres d’items qu’on parvient à rappeler quelques mois plus tard.

Il faut réviser après un intervalle de quelques mois au minimum. Il vaut mieux mélanger les exercices sans se cantonner à ce qui vient d’être étudié, de façon à remettre régulièrement en jeu la totalité de ses connaissances. Le sur apprentissages est bénéfique, la répétition automatise nos opérations mentales jusqu’à les rendre inconscientes.

CHAPITRE X. La consolidation

Rendre automatique et inconsciente l’activité de lecture qui pour l’instant mobilise toute son attention. La routinisation libère les ressources du cortex. Toutes les nuits notre cerveau consolide ce qu’il a appris pendant la journée. Le sommeil profond permet la consolidation et la généralisation des connaissances, tandis que le sommeil paradoxal renforce les apprentissages perceptifs et moteurs.

Réactiver aide à automatiser. Après avoir dormi une partie des connaissances acquises dans la journée est transférée vers des circuit plus automatiques et plus spécialisés.

Le sommeil de l’enfant est 2 à 3 fois plus efficace que celui de l’adulte.

Même une brève sieste l’après-midi améliore l’apprentissage de la matinée.

CONCLUSION

Le cerveau : tous les grands faisceaux de connexion sont présents dès la naissance et la plasticité cérébrale, pour indispensable qu’elle soit, ne fait qu’affiner les derniers millimètres de nos connexions.

L’enfant est un scientifique en train de générer des hypothèses nouvelles et le cerveau apprend en mettant à l’épreuve les modèles qu’il projette sur le monde extérieur.

Le sommeil comme se tromper fait partie intégrante de notre algorithme d’apprentissage.

13 maximes

Appuyons-nous sur les intuitions précoces des enfants.

Profitons des périodes sensibles ; une deuxième langue dès que possible.

Enrichissons l’environnement

Sachons stimuler l’enfant avec des problèmes adaptés à son niveau et ses envies

Sachons captiver l’attention des élèves et l’orienter vers le niveau approprié.

Rendons l’enfant actif, curieux, engagé, autonome

Chaque jour d’école un plaisir car son cerveau social répond aux sourires et aux encouragements. Le sentiment d’être apprécié, mais aussi la conscience de progresser apportent leur propre récompense. Bannissons l’anxiété et le stress.

L’école du plaisir n’est pas synonyme de sans effort.

Aidons les élèves à approfondir leur pensée

Fixons des objectifs clairs à l’apprentissage

L’erreur est la condition même de l’apprentissage, ne la sanctionnons pas, corrigeons-la rapidement en donnant à l’enfant un retour sur l’erreur détaillé et décomplexé.

Révisons encore et encore ; distribuer les apprentissages un peu tous les jours ; espacer progressivement les révisions.

Laissons les enfants dormir, y compris la sieste ; réviser une leçon ou relire un poème juste avant de s’endormir peut s’avérer une stratégie utile.

Les 4 piliers de l’apprentissage : l’attention, l’engagement actif, le retour sur l’erreur, la consolidation.

L’école du futur passera par un meilleur accueil des parents.

Notes prises le 30 / 05 / 19

R. Girerd