

ABCdaire de l'ouvrage d'Olivier HOUDÉ : ***L'intelligence humaine n'est pas un algorithme (O. Jacob, 2019)***

Résumer un ouvrage aussi dense et riche que celui-ci, incluant des noms aussi prestigieux tels que **JP. Changeux**, **A. Damasio**, **L. Vygotski** et bien sûr **J. Piaget** est un exercice périlleux. M'est alors venue l'idée de le présenter sous la forme d'un **abécédaire**, dans le but de mettre en exergue les mots (ou concepts) les plus significatifs et représentatifs des travaux d'**Olivier Houdé** et de son équipe, ainsi que les auteurs qui les ont inspirés.

Vue d'ensemble de l'abécédaire		A Algorithme	B Biais (cognitif)	C Changeux (Jean-Pierre)	D Damasio (Antonio)	E Émotions
F Fonctions exécutives	G Glossaire	H Houdé (Olivier) Heuristique	I Inhibition	J Jetons	K Kahneman (Daniel)	L Laboratoire
M Métacognition	N Neurone	O Ontogénèse	P Piaget	Q QI	R Résister	S Systèmes (3 systèmes)
T TEP Tomographie par émission de positons	U Union trait d'Union	V Vygotski (Lev)	W Wechsler (David)	X Xénophobie	Y Young minds (Frontiers for)	Z ZPD Zone proximale de développement

A comme Algorithme

Inscrit dès le titre du livre « *L'intelligence humaine n'est pas un algorithme* », ce mot représente un système de pensée (système 2) qui est réfléchi, logique, rationnelle, demandant un effort cognitif parce que gouvernée par la réflexion. Cette pensée s'effectue lentement, mais sa fiabilité est maximale.

B comme Biais (cognitif)

Un biais cognitif est une forme de pensée bien souvent inconsciente, une sorte de court-circuit mental qui assure un traitement très rapide des informations par notre cerveau. Cela peut conduire à des erreurs de perception, d'attention, de raisonnement, d'évaluation, de jugement, ... débouchant sur des réactions inappropriées. Il existe de nombreux biais cognitifs et dans cet ouvrage, Olivier Houdé en explique quelques-uns :

- **Le biais d'appariement perceptif** (p 113) qui consiste à se focaliser sur des éléments cités dans l'énoncé, ce qui vient court-circuiter la logique.
- **Le biais de représentativité** (p 123), qui est une ressemblance immédiate avec un stéréotype social disponible en mémoire. Ce biais fait partie des plus célèbres parmi les travaux du psychologue Daniel Kahneman et il se réfère au système 1 de pensée automatique et intuitive.
- **L'effet d'ancrage** (p 164), qui est une stratégie redoutable du marketing, fonctionnant de façon préférentielle avec les nombres (pourcentages, prix, surfaces...). Elle tient compte du fait que l'on se fie à l'information reçue en premier dans une prise de décision, ce qui explique la raison pour laquelle un vendeur ne donne le prix d'un article qu'après en avoir vanté ses qualités.

C comme Changeux (Jean-Pierre)

Neurobiologiste français né en 1936, Jean-Pierre Changeux est Professeur Honoraire au Collège de France et à l'institut Pasteur et membre de l'Académie des Sciences. Il a écrit de nombreux ouvrages et son premier « *L'homme neuronal* » (Fayard, 1983), a eu un impact considérable, bien au-delà du monde scientifique. Il y proposait un nouveau programme de recherche en neurobiologie, mais aussi une vision matérialiste des rapports entre le cerveau et la pensée.

Dans la préface de cet ouvrage « *L'intelligence humaine n'est pas un algorithme* », Jean-Pierre Changeux met l'accent sur la proposition d'Olivier Houdé d'une nouvelle théorie du développement cognitif de l'enfant, sur la base d'une expérience professionnelle dans l'enseignement et de nombreuses recherches en psychologie et neurosciences cognitives en laboratoire. Il met également en garde le lecteur sur l'idée que l'informatique, aussi puissante soit-elle, n'éduquera jamais un enfant comme on écrit un programme informatique.

Aujourd'hui, Jean-Pierre Changeux étudie, entre autres choses, comment le cerveau permet de produire de la beauté, et s'interroge si les chefs-d'œuvre proviennent d'un don divin ou d'un plus prosaïque darwinisme mental. Il propose une réflexion autour des avancées des neurosciences pour mieux éclairer les mystères de la création.

D comme Damasio (Antonio)

Né au Portugal en 1944, le médecin et neuroscientifique Antonio Damasio étudie les bases neuronales de la cognition et du comportement et par là-même, l'importance des émotions et des sentiments dans les processus cognitifs.

En 1999, Antonio Damasio a découvert une région à l'avant du cerveau (ventro) et au milieu (médián), appelée cortex ventro-médián, permettant d'attribuer des poids différents, positifs et négatifs, aux diverses solutions qui s'offrent à nous. Cela signifie que nos décisions sont relatives aux émotions. Il développe ainsi la théorie des « marqueurs somatiques », basée sur les aspects à la fois biologiques et psychologiques. Pour lui, l'évaluation émotionnelle d'un choix, la condition physique et les tendances à l'approche et à la fuite qui y sont associées, jouent un rôle central dans les prises de décision par notre cerveau.

Les travaux récents d'Antonio Damasio et ses collaborateurs permettent d'établir une cartographie cérébrale du « sens moral », dont l'émergence est liée aux émotions, comme par exemple l'aversion à faire souffrir autrui.

E comme Émotions

En référence et lien avec les travaux de Daniel Kahneman et ceux d'Antonio Damasio, Olivier Houdé montre à quel point les émotions peuvent s'engouffrer dans le système 1, celui des intuitions et des prises de décision rapides, sans que nous en ayons nécessairement conscience. Les circuits du cerveau humain comportent des régions de l'émotion bien identifiées aujourd'hui, comme par exemple l'amygdale et le système limbique, siège de nombreuses formes d'émotions.

F comme Fonctions exécutives

Comme leur nom l'indique, ces fonctions contrôlent l'exécution des conduites, le choix des stratégies et la prise de décision. Elles se situent à l'avant du cerveau dans le cortex préfrontal. Les principales FE sont :

- **L'inhibition**, c'est-à-dire la capacité à résister aux habitudes ou automatismes, aux tentations, distractions ou interférences...
- **La flexibilité**, qui est la capacité à s'adapter aux changements par l'inhibition/activation
- **La mémoire de travail**, qui permet de maintenir pour un temps très court les informations et de les manipuler mentalement.

G comme Glossaire

L'ouvrage propose un glossaire contenant une série de mots spécifiques au langage utilisé fréquemment en psychologie et neurosciences cognitives.

H comme Houdé (Olivier)

Auteur de nombreux ouvrages et de très nombreuses communications, Olivier Houdé (1963) est reconnu comme un éminent psychologue spécialiste du développement de l'enfant.

Directeur honoraire du laboratoire de psychologie du développement et de l'éducation de l'enfant à la Sorbonne (LAPsyDÉ) du CNRS, il est aujourd'hui membre de l'académie des sciences morales et politiques de l'Institut de France.

Mais aussi H comme Heuristique

Ce terme désigne, dans ce contexte, un autre système de pensée, qui, par opposition au système algorithmique, est automatique, rapide et intuitive avec une fiabilité incertaine. Heuristique est le concept qui a valu le prix Nobel d'économie en 2002 au psychologue Daniel Kahneman pour l'application qu'il en a faite à la prise de décision chez les adultes, en qualité d'agents économiques. C'est en effet par l'explication de ce concept d'heuristique qu'il a démontré que les adultes sont encore dominés par des intuitions perceptives et cognitives inconscientes qui court-circuitent leur logique. Cette vision s'oppose à celle de Piaget qui considérait qu'à partir de l'adolescence, les êtres humains devenaient capables de raisonner efficacement de façon logique.

I comme Inhibition (cognitive)

L'inhibition est une fonction exécutive qui s'effectue à différents niveaux du traitement de l'information. Elle est engagée sous la forme d'un contrôle, appelé contrôle inhibiteur, lorsque nous focalisons notre attention sur quelque chose en « inhibant » des distracteurs tels que des bruits environnants ou des petites pensées internes. Elle est requise également sur un plan comportemental quand nous stoppons une activité avant de prendre une décision, agir ou donner une réponse. Enfin, elle intervient aussi quand il faut inhiber certains automatismes comme dans l'exemple « je vous le direz » au lieu de « je vous le dirai » orthographié correctement. Dans cette situation, il faut inhiber le fait que « vous » placé avant le verbe n'implique pas la terminaison « ez » mais plutôt « ai ».

Comme il le pressentait depuis plusieurs décennies, Olivier Houdé affirme, sur la base de ses recherches et de preuves scientifiques, que l'intelligence n'est pas « seulement » un algorithme (pensée réfléchie) mais surtout l'inhibition des heuristiques, c'est-à-dire des intuitions qui court-circuitent la logique.

J comme Jetons

Mise en œuvre par Jean Piaget, la célèbre épreuve logico-mathématiques des jetons fait partie des épreuves dites de conservation. Elle a mis en évidence le fait que devant deux rangées qui ont le même nombre de jetons (7 et 7, par exemple), mais qui sont de longueurs différentes parce que les jetons sont plus espacés dans une rangée, jusqu'à 6-7 ans l'enfant considère « qu'il y en a plus » quand la rangée est plus longue. Jean Piaget pensait que l'enfant n'était pas logique et qu'il était limité au seul système 1, intuitif. Or, la difficulté de cette tâche réside justement dans cette capacité à inhiber (système 3) l'intuition visuelle et perceptive longueur = nombre.



K comme Kahneman (Daniel)

Le psychologue américano-israélien Daniel Kahneman (1934) a reçu en 2002 le prix Nobel d'économie pour ses travaux sur la psychologie de la connaissance et de la décision. Dans son ouvrage : *Système 1/système 2. Les deux vitesses de la pensée*, Paris. Flammarion, 2012, il décrit donc deux systèmes qui régissent notre façon de penser :

- Le "système 1" rapide, intuitif et émotionnel (heuristique)
- Le "système 2" (algorithmique) plus lent, plus réfléchi, plus contrôlé et plus logique.

À partir de nombreux exemples et expériences, il expose les facultés extraordinaires de la pensée rapide, le rôle de l'émotion dans nos choix et nos jugements, mais aussi les défauts de la pensée intuitive et les ravages des biais cognitifs. De ces constats, Olivier Houdé et ses collaborateurs ont mis en évidence un troisième système, sous-tendu par le cortex préfrontal, permettant l'arbitrage, au cas par cas, entre les deux premiers. Il s'agit du contrôle inhibiteur, tout à fait « éduicable » chez l'enfant.

L comme laboratoire

Les neurosciences étudient le fonctionnement et la structure du système nerveux. Les neurosciences cognitives étudient plus particulièrement les mécanismes qui sous-tendent la cognition, comme par exemple la perception, l'attention, la mémoire, le raisonnement, les émotions ...

Dans un laboratoire de neurosciences cognitives, les expériences sont assistées par des ordinateurs et programmées avec des logiciels spécialisés, communs à tous les laboratoires de sciences cognitives dans le monde. Grâce aux techniques d'imagerie cérébrale et à la psychologie expérimentale, on comprend de mieux en mieux la structure et le fonctionnement d'un cerveau qui apprend.

Quelques exemples de recherche effectuées dans le laboratoire laPsyDÉ d'Olivier Houdé et de ses collaborateurs, parmi lesquels, Grégoire Borst (professeur de psychologie du développement et de neurosciences cognitives de l'éducation à l'université Paris Descartes et directeur du Laboratoire de psychologie de l'éducation et du développement de l'enfant (UMR CNRS 8240) et Arnaud Viarouge, maître de Conférences en Psychologie du Développement à l'Université Paris Descartes :

- Une adaptation informatisée de la tâche de jetons de J. Piaget, dans laquelle la chronométrie (temps de réponse en millisecondes) permet de tester le rôle de l'inhibition chez l'enfant qui réussit la tâche
- La démonstration chez les enfants de 5 à 10 ans de l'activation d'une région préfrontale dédiée à l'inhibition cognitive
- L'effort de résistance du cerveau de l'enfant dans une version informatisée de la tâche piagétienne d'inclusion de classes
- Les conséquences de la résistance aux pièges d'une tâche de conversion du nombre sur la capacité à résister dans une tâche d'inclusion de classes
- Les conséquences d'apprentissage de l'inhibition dans les biais d'appariement perceptif
- Etc.

Le réseau pédagogique et collaboratif des enseignants du premier degré, Lea.fr, rassemblant des professeurs-stagiaires et des professionnels de la communauté éducative, donne la possibilité d'échanger, de questionner et de tester en direct des propositions pédagogiques. C'est ainsi que dans le lab'pédagogique, la recherche collaborative associant Lea.fr et le LaPsyDÉ propose d'expérimenter en classe un apprentissage à l'inhibition d'une heuristique précise. Concrètement, il s'agit d'aider les élèves à surmonter les erreurs heuristiques qu'ils rencontrent en classe.

Depuis 2017, le laboratoire est en train de réaliser une cartographie des heuristiques cognitives, c'est à dire des automatismes scolaires qui se construisent souvent inconsciemment dans le cerveau des enfants, et qui sont sources d'erreurs. Concomitamment à cela, il analyse les entraînements métacognitifs au contrôle inhibiteur.

M comme métacognition

En référence aux travaux du psychologue américain John Flavell (1976), et à bien d'autres spécialistes de ce domaine, la métacognition renvoie aux connaissances que nous avons de notre propre fonctionnement (métaconnaissances) et au pilotage et la régulation de nos comportements pendant la réalisation d'une tâche. Antonio Damasio parle de « sentiment même de soi » et Théodule Ribot,

fondateur de la psychologie scientifique française, du « sentiment intellectuel ». L'usage de la métacognition à l'école n'est pas nouveau mais revient en force avec l'apport des neurosciences cognitives, pour aider les élèves à mieux connaître et comprendre comment « ils fonctionnent » dans le but de mieux comprendre comment mieux apprendre.

N comme neurone

Le neurone est une cellule nerveuse composée d'un corps cellulaire contenant un noyau, et de petites antennes, les dendrites, permettant la communication entre les neurones. Il possède également un unique axone, sorte de long tube, qui transmet l'information aux autres neurones.

En lien avec les systèmes de pensée (cf. lettre S), certains réseaux de neurones sous-tendent les heuristiques de réponses (système1), d'autres les algorithmes de pensée (système2) et le système 3 (contrôle inhibiteur). Les neurones sont donc potentiellement amenés à entrer en conflit les uns avec les autres et c'est ce que la science cherche à observer grâce aux puissantes techniques d'imagerie cérébrale.

O comme Ontogénèse

Cela renvoie au développement d'un enfant, de la fécondation à l'état adulte. Il est question d'ontogénèse dans cet ouvrage puisque Olivier Houdé propose une nouvelle théorie du développement cognitif de l'enfant.

P comme Piaget (Jean)

Biologiste, psychologue et épistémologue, Jean Piaget, (1896-1980) est très connu pour ses travaux en psychologie du développement et en épistémologie (étude critique des sciences), à travers ce qu'il a appelé « l'épistémologie génétique ». Sa conception de l'intelligence était « incrémentale », c'est-à-dire linéaire et cumulative, liée stade après stade, à l'idée d'acquisition et de progrès. C'est ainsi que l'on parle de « modèle de l'escalier », chaque marche correspondant à un progrès.

La nouvelle psychologie de l'enfant et de l'adolescent remet en cause ce modèle incrémental car la recherche actuelle démontre qu'il existe déjà chez le bébé et le jeune enfant des capacités cognitives bien plus complexes qu'on le pensait. De plus, la dernière marche de l'escalier, celle où arrive l'adolescent et l'adulte, est bien souvent jalonnée d'erreurs, de biais perceptifs (par défaut d'inhibition), de marches arrières, et de ce fait, on peut dire que l'intelligence avance de façon bien plus biscornue et non linéaire comme le pensait J. Piaget.

Q comme QI (Quotient intellectuel ou bien Quotient inhibiteur ?!)

En conclusion de son ouvrage, Olivier Houdé annonce : « *Mieux qu'un Quotient Intellectuel, il faudrait inventer un autre QI, le Quotient Inhibiteur...* ». En effet, au regard de tous ces travaux de recherche, la mesure du quotient intellectuel n'est plus considérée aujourd'hui comme le meilleur prédicteur de la réussite scolaire. Et l'on peut considérer que le contrôle inhibiteur, cette capacité à résister, « à penser contre soi », remette en question et détrône cette classique mesure de l'intelligence.

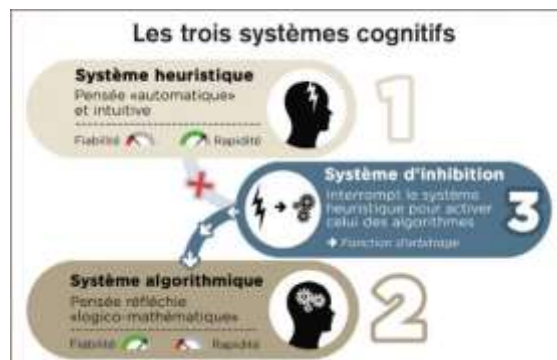
R comme Résister

« *Apprendre à résister* » est le titre d'un ouvrage d'Olivier Houdé. (Édition actualisée, Le Pommier 2017). Cela signifie que, en référence aux 3 systèmes décrits ci-dessous, penser, c'est exercer un contrôle attentionnel et comportemental permettant de résister à des habitudes et des automatismes de pensée (heuristiques), mais aussi à des distractions ou des interférences.

S comme Systèmes (3 systèmes)

Dans le cerveau de l'enfant, de l'adolescent et de l'adulte, des heuristiques très rapides et intuitives (ou biais cognitifs, système 1) entrent en compétition avec des règles logiques (ou algorithmiques, système 2). Cela implique des conflits cognitifs. Pour les contrer, l'adaptation du cerveau dépend de cette capacité de contrôle que l'on peut avoir (système 3), en lien avec les émotions et les sentiments, à inhiber le système 1 pour activer le système 2.

Les deux premiers systèmes se développent en parallèle, et les chercheurs ont pu prouver que les bébés ont déjà des capacités logiques. En revanche, le troisième système, cette capacité à inhiber les automatismes, arrive plus tard, selon la maturation lente du cortex préfrontal, correspondant à un élagage tardif de matière grise.



T comme TEP (Tomographie par Émission de Positons)

La tomographie par émission de positons (TEP), tout comme l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf), sont des techniques assistées par ordinateur. Dans la première (TEP), on mesure le débit sanguin cérébral dans différentes régions du cerveau par le biais de la concentration d'une molécule d'eau radioactive injectée à l'individu, sans danger pour lui. Dans la seconde, l'IRMf, on examine la concentration d'une molécule reflétant l'oxygénation du sang. Il s'agit d'une technique non invasive qui est utilisée, de façon préférentielle, chez l'enfant.

Ces techniques permettent donc d'observer et analyser le cerveau en action au cours de processus de pensée.

U comme Union (trait d'Union)

Le trait d'union entre les conceptions des systèmes cognitifs décrits précédemment (à la lettre S) tels que système 1 (intuitif), système 2 (logique), système 3 (exécutif /inhibition) est le cerveau cognitivo-émotionnel au sens où l'entend A. Damasio, une sorte de guidage vers la raison.

Mais l'idée de trait d'union s'applique aussi au concept de « science participative » qui réunit les laboratoires de sciences cognitives et les classes dans lesquelles O. Houdé et son équipe mènent plusieurs opérations avec les enseignants.

V comme Vygotski (Lev)

Impossible d'évoquer le nom de J. Piaget sans évoquer celui du psychologue soviétique L. Vygotski (1896-1934) ! Nés tous les deux la même année (1896), le premier a vécu 84 ans, le second 38 ans...

Même s'il salue la découverte par Piaget du langage égocentrique dont le destin est de disparaître au profit du langage socialisé, Vygotski estime que son destin est de se transformer en langage intérieur, base de la pensée logique chez l'enfant, et donc du contrôle inhibiteur pour Olivier Houdé.

L. Vygotski s'appuie donc sur les faits exposés par J. Piaget concernant la pensée enfantine (syncrétisme, animisme, ...) mais rejette radicalement l'interprétation de ces faits par l'égoцентризм, que Piaget considère comme la raison principale sinon unique des faits qu'il rapporte.

W comme Wechsler (David)

Psychologue américain d'origine roumaine, David Wechsler (1896-1981) a développé plusieurs tests d'intelligence normalisés largement diffusés : le Wechsler Adult Intelligence Scale (WAIS), le Wechsler Intelligence Scale for Children (WISC). Dans la toute dernière version du WISC, le WISC-V, on trouve une série fine des processus cognitifs mis en œuvre au cours des tâches. Il existe aussi le Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence (WPPSI).

Si on entend souvent dire que l'intelligence ne se réduit pas à un nombre (le QI), il peut toutefois être un bon outil d'identification d'enfants à besoins particuliers dont les adaptations pédagogiques seront indispensables au cours de leur scolarité, dans une logique d'équité.

X comme Xénophobie (et autres croyances et stéréotypes ...)

« *Ce qui manque cruellement aujourd'hui, annonce Olivier Houdé, c'est le processus inhibiteur* » ... De ce fait, la pensée trop rapide et intuitive domine (et les écrans y contribuent largement), ce qui engendre croyances, décisions absurdes, fake news, radicalisation, stéréotypes et xénophobie relevant de l'hostilité de principe envers les étrangers...

Y comme Young minds (Frontiers for)

Frontiers for Young minds est une revue scientifique en accès libre, dont les articles sont rédigés par des scientifiques et revus par un conseil d'enfants et d'adolescents. On y trouve des réponses à des questions telles que : « *Comment le stress peut parfois nous faire manger plus* », ou bien « *Qu'est-ce qu'un poisson peut nous apprendre sur le sommeil ?* » etc. et, en lien avec le sujet de l'ouvrage, on trouve un article sur le contrôle cognitif expliqué aux enfants et aux adolescents : « *Bloquer notre cerveau : quand nous devons inhiber des erreurs répétitives !* ». Il se trouve dans l'onglet « neurosciences » <https://kids.frontiersin.org/>

Z comme ZPD (Zone Proximale de Développement)

Olivier Houdé fait référence à la zone proximale de développement, concept créé par le psychologue soviétique Lev Vygotski (1896-1934), pour expliquer les résultats d'imageries cérébrales effectuées au cours d'études expérimentales de situation d'apprentissage de l'inhibition en pré-test et post-test.

Fondée sur le rôle clé des interactions sociales, la ZPD se définit comme ce que l'enfant sait faire avec l'aide de l'adulte et qu'il ne sait pas faire tout seul.

Bibliographie complémentaire

- HOUDÉ Olivier, *Apprendre à résister*, Le Pommier, 2014
- HOUDÉ Olivier, *Apprendre à résister, pour l'école, contre la terreur*, Le Pommier, 2017
- HOUDÉ Olivier, *L'école du cerveau : de Montessori, Freinet et Piaget aux sciences cognitives*, Mardaga 2018
- HOUDÉ Olivier et BORST Grégoire, *Le cerveau et les apprentissages*, Nathan, 2018
- VERGNAUD Gérard, « *Lev Vygotski, pédagogue et penseur de notre temps* », Hachette éducation, 2000