FONDATION
La main à la pâte
POUR L'ÉDUCATION À LA SCIENCE

Éclairage scientifique
Quelques mythes sur le cerveau

Utilisons-nous seulement 10% de notre cerveau ?

Un film de Luc Besson (Lucy) raconte l'histoire d'une femme qui développe des capacités extraordinaires, lui permettant d'exploiter le potentiel inutilisé de son cerveau. Scarlett Johansson interprète le rôle de Lucy, obligée par la mafia coréenne à transporter de la drogue dans un sac dissimulé dans son estomac. Quand le sac se déchire, Lucy découvre les propriétés de la drogue appelée « CPH4 ». Comme le professeur Norman (incarné par Morgan Freeman) l'explique dans le film : « On estime que la plupart des êtres humains n'utilisent que 10 % des capacités de leur cerveau. Imaginez si on pouvait avoir accès aux 100 %… » FAUX !! Celui selon lequel nous n'utilisons qu'une fraction de notre cerveau est un mythe, un neuromythe si l'on veut.
Bien qu'il ne représente qu'environ 2 % de notre poids, le cerveau consomme environ 20 % de l'énergie que nous dépensons. Comme les autres organes de notre corps, le cerveau est le résultat d'un long processus d'évolution, et il est donc peu probable qu'un organe si coûteux soit massivement sous-utilisé. Cependant, celui du 10 % est parmi les neuromythes les plus répandus, et anciens — le film dont nous avons parlé l'a peut-être relancé, mais il ne l'a certes pas créé.

Qui a dit qu'on n'utiliserait que 10 % de son cerveau ?

Le mythe du 10 % est aussi parmi les plus mystérieux lorsqu'il s'agit d'en retracer l'origine.

Serait-il né des mots du psychologue William James, qui aurait déclaré que l'homme moyen tend à ne pas utiliser tout son potentiel ? James n'avait pourtant pas parlé de cerveau. Ou bien serait-il la conséquence de mots attribués à Albert Einstein, qui aurait soutenu ne pas utiliser plus de 10 % de son cerveau ? Les archives du physicien démentent cette source. Mais fut-ce vrai, Einstein n'a jamais versé dans les neurosciences, ni dans la psychologie. Physicien de génie, certes, mais ceci n'en faisait pas un fin connaisseur des secrets du cerveau.
La référence à Einstein est pourtant intéressante, car elle révèle en effet une confiance généralisée dans l'« expert scientifique », et l'ignorance du fait de la spécialisation et de la division de plus en plus poussées des champs de recherche scientifique.

Différents types de cellules composent le cerveau

Le mythe pourrait avoir été inspiré par le fait que le cerveau est seulement en partie composé de neurones — les cellules « grises » qui assurent la transmission de l'information à l'intérieur du cerveau, entre celui-ci et les muscles et entre le cerveau et les organes de sens. D'autres cellules, les cellules gliales, offrent un support aux neurones, en garantissant l'homéostasie, la nutrition, la protection des agents pathogènes et pourvoient aussi au nettoyage des cellules mortes. Même si le comptage des cellules du cerveau n'est pas facile à réaliser (il se base le plus souvent sur des estimations faites à partir de coupes du cerveau ; le rapport entre neurones et cellules gliales change d'ailleurs d'une région

à une autre du cerveau, et ceci rend encore plus difficiles les comptages), les neurones ne représentent pas 10 % du tissu cérébral, et nous utilisons tous nos neurones et cellules gliales pour leurs respectives spécialités.

Des régions silencieuses, mais pas trop

Le mythe pourrait encore puiser dans le mystère, désormais résolu, des régions « silencieuses » du cerveau. Il existe en effet des régions du cerveau — les régions du « cortex associatif », frontal – dont le rôle n'a été découvert que récemment, au cours du siècle dernier. Ces régions ont longtemps posé un problème aux neurologues, puisque leurs lésions ne semblaient pas produire des effets aussi immédiatement visibles et frappants que les lésions portées aux régions motrices ou perceptives. (La preuve de l'ignorance qui a longtemps entouré ces régions cérébrales est donnée par le fait que des lobotomies intéressant les régions frontales ont été effectuées pendant longtemps, avant qu'on ne commence à en comprendre le rôle, à partir des années 1960-1970.) Si le cortex moteur est lésé, le patient perd immédiatement des capacités motrices, du côté opposé et en relation avec la région spécifiquement lésée ; si c'est le cortex perceptif qui a été lésé, le patient est affligé dans ses capacités de vision, de reconnaissance des visages ou des objets, d'audition, de compréhension du langage, et ainsi de suite, toujours en relation avec la région du cerveau qui a subi la lésion. Un patient souffrant de lésions des régions frontales ne manifeste pas ses troubles de manière aussi directe. Il peut néanmoins avoir du mal à bloquer des actions automatiques — par exemple, à résister à l'envie de prendre en main un verre qui se trouve devant lui, même s'il n'a pas soif ; ou ne pas être capable de prendre des décisions raisonnées et de planifier ses actions futures en prenant en compte les événements du passé. On sait donc maintenant que le cortex frontal joue un rôle fondamental dans l'intégration de stimuli de provenance de différentes modalités sensorielles, dans la planification des actions, dans le contrôle des émotions, et dans d'autres fonctions non immédiatement impliquées dans le traitement d'un type spécifique d'information. Il n'y a pas au niveau du cortex des régions silencieuses.

Des mystères encore à élucider

La pathologie offre par ailleurs d'autres arguments convaincants contre l'idée de la sous-exploitation du cerveau : même de petites lésions du cerveau peuvent mettre nos capacités sérieusement à mal, de façon différente, en raison de la région du cerveau qui est atteinte (car le cerveau est hautement spécialisé), mais partout dans le cerveau. Vice versa, il n'y a aucune région dans notre cerveau qui ne puisse être stimulée artificiellement — par exemple, à l'aide d'électrodes implantées dans le cerveau, ou de stimulations magnétiques à travers le scalp —, sans que se produisent des contreparties en termes de comportement (sensations d'ordre perceptif, mouvements, évocation d'images mentales, de souvenirs). Certes, des lésions précocement acquises peuvent en partie être compensées par les parties fonctionnelles de notre cerveau — un phénomène de plasticité encore peu compris.

Ce phénomène atteint ses niveaux les plus spectaculaires dans les cas (très rares) d'enfants qui ont subi l'ablation d'une grande partie d'un hémisphère cérébral, une opération qui peut être rendue nécessaire afin de contrôler des crises épileptiques hautement invalidantes.

Antonio Battro, médecin argentin, psychologue, fortement engagé dans la promotion de l'éducation pour tous, a étudié en particulier le cas de Nico, qui, à l'âge de trois ans et demi, avait subi l'ablation presque totale de l'hémisphère droit. Nico est aujourd'hui un jeune homme d'intelligence normale, qui a pu être éduqué et a largement compensé son déficit, y compris celui des fonctions typiquement assumées par l'hémisphère droit. On ne sait donc pas combien de tissu cérébral est nécessaire pour fonctionner de manière normale ou presque normale, mais on sait qu'en conditions normales, un individu utilise tout son cerveau.

Le mythe du 10 % et l'imagerie cérébrale

A part l'étude des pathologies, un outil puissant et récent pour étudier le cerveau est représenté par l'ensemble des techniques dites d'« imagerie cérébrale ». Non invasives, les techniques d'imagerie cérébrale fonctionnelle, développées à partir des années 1980, sont de plus en plus utilisées pour étudier le cerveau en action. Et notamment pour identifier les corrélats, au niveau cérébral, de l'accomplissement des différentes tâches cognitives : les régions activées, les réseaux impliqués. Depuis l'arrivée des techniques d'imagerie cérébrale, il ne peut y avoir aucun doute sur le fait que nous utilisons tout notre cerveau, car cela devient visible à l'écran pendant l'étude des différentes tâches cognitives. Ironie du sort, la médiatisation de ces techniques et de leurs résultats pourrait aussi nourrir, involontairement, le mythe du 10 %. En observant des images du cerveau — produites pendant l'accomplissement de tâches complexes, comme celles de la lecture —, on pourrait en effet s'étonner de ne voir que quelques petites régions du cerveau « actives » (en rouge, orange, jaune par exemple, dans l'image).
Cet étonnement est en réalité à attribuer à notre ignorance des modalités de production de telles images, qui ne sont, en aucun sens, des « photos du cerveau ». Sous une fausse impression de facilité, de visibilité, d'accessibilité, se cachent des techniques et des procédés d'analyse des données parmi les plus complexes dans le cadre de la recherche sur le cerveau.

Conclusion

L'idée que nous utilisons seulement 10 % de notre cerveau a été largement diffusée. Elle ne se fonde pourtant sur aucune source sérieuse, et les connaissances actuelles vont complètement à son encontre. Nous ne connaissons pas les fonctions précises de l'intégralité des zones du cerveau, mais la littérature scientifique semble soutenir l'idée que toutes sont utilisées, et que chacune a son importance.

Sommes-nous plutôt cerveau droit ou cerveau gauche ?

Si vous vous rendez sur des sites internet qui parlent de cognition et de cerveau, de psychologie et de neurosciences, vous allez fort probablement tomber sur l'animation d'une petite danseuse qui tourne, tourne, tourne sur elle-même. A côté de la danseuse, une question vous est adressée : « Etes-vous plutôt cerveau gauche ou cerveau droit ? ». Cette question fait référence au (neuro-) mythe selon lequel la spécialisation des fonctions dans les deux hémisphères du cerveau pourrait servir à définir des styles de pensée, des personnalités, voire des troubles de l'apprentissage.
Il existe au moins trois déclinaisons du mythe du cerveau droit / cerveau gauche.
La première part du constat est que certaines compétences très spécifiques peuvent être localisées dans des régions précises de l'un ou de l'autre des deux hémisphères du cerveau. Ce constat est cependant étiré au-delà des limites de la réalité scientifique, jusqu'à prendre un aspect caricatural (mythe de l'« hémisphéricité »). La deuxième déclinaison du mythe fait correspondre les caractéristiques caricaturales des hémisphères droit et gauche à des styles de personnalité, et notamment à celles qui caractérisent l'un ou l'autre sexe : les femmes, plus intuitives, etc., seraient alors « cerveau droit », les hommes « cerveau gauche » (mythe des « personnalités hémisphériques »).

Dans la troisième déclinaison du mythe, les deux hémisphères sont représentés comme étant en quelque sorte indépendants l'un de l'autre, l'un pouvant dominer l'autre, et déséquilibrer l'ensemble (mythe de la « dominance hémisphérique »). Le mythe peut se limiter à nourrir des conversations. Mais, à l'issue de ce mythe, nous retrouvons aussi des débouchés commerciaux, notamment dans les domaines de l'éducation des enfants et de la formation des adultes, qui méritent un peu plus d'attention.

Le mythe de l'hémisphéricité

Cette composante du mythe est un exemple typique des simplifications et inférences indues que l'on peut faire à partir de recherches scientifiques et d'observations bien fondées.

Commençons par des faits établis : le cerveau est le siège de facultés spécifiques, pouvant être représentées de manière symétrique ou pas au niveau des deux hémisphères.
A la moitié du XIXe siècle, le neurologue français Paul Broca et l'allemand Karl Wernicke étudient le cerveau de sujets décédés ayant souffert de troubles du langage —développementaux ou acquis suite à un accident cérébral de quelque sorte. Ils découvrent que certains déficits du langage sont le plus souvent associés à des lésions dans des régions spécifiques du cerveau, à des endroits bien identifiés de l'hémisphère gauche – depuis, connues comme « aire de Broca » (dédiée à la production langagière) et « aire de Wernicke » (spécialisée dans la compréhension du langage).
L'histoire de la découverte de la spécialisation du cerveau continue au cours du siècle suivant : le cerveau ne traite pas l'information de manière unique et globale, mais peut être pensé comme une espèce de couteau suisse aux milles spécialisations, chacune représentée de manière privilégiée par un certain réseau de régions et de connexions entre celles-ci.
En nous rapprochant de notre siècle, les années 1960-1970 sont cruciales pour l'étude de certaines asymétries du cerveau. Roger Sperry, lauréat du prix Nobel en médecine et physiologie, et ses collègues du California Institute of Technology, se dédient alors à l'étude de patients épileptiques qui ont subi la déconnexion thérapeutique des deux hémisphères (cette opération existe depuis les années 1940 : son but étant d'empêcher aux attaques épileptiques de s'étendre d'un hémisphère à l'autre). Sperry et ses collègues se rendent compte que cette opération a des conséquences inattendues.
Précisons que dans le cerveau, les principales fonctions sensorielles et motrices sont symétriques et partagées entre les deux hémisphères, représentées de manière contre-latérale par rapport aux parties du corps concernées (les muscles et les organes de sens de la main gauche sont sous le contrôle de régions spécialisées situées dans l'hémisphère droit ; et vice versa, dans l'hémisphère gauche se trouvent les régions du cortex responsables du mouvement et des sensations de la main droite. Même chose pour les yeux, les oreilles, les bras, les jambes…).
Lorsqu'une information est traitée par l'hémisphère gauche (par exemple, parce que le patient touche un objet avec la main droite, contre-latérale), le patient est capable de verbaliser le contenu de l'information (de nommer l'objet touché, dans ce cas). Les choses se passent différemment si l'information rejoint l'hémisphère droit (l'objet est touché par la main gauche). Dans ce cas, le patient peut pointer (avec la main gauche, commandée par l'hémisphère droit) une image qui correspond à l'objet touché, mais il ne peut pas le nommer, verbaliser l'information reçue.
Broca avait raison : la production du langage parlé est située dans l'hémisphère gauche. D'autres cas pathologiques ont permis de localiser les régions du cerveau spécialisées dans le traitement d'un grand nombre de tâches, et de mettre en évidence que certaines d'entre elles sont distribuées de manière asymétrique.
On a pu confirmer que la perte de certaines capacités spatiales d'orientation est particulièrement significative suite à des lésions qui touchent des régions de l'hémisphère droit (l'hémisphère droit apparaît prépondérant dans l'analyse d'informations visuo-spatiales et dans la résolution de problèmes comportant l'utilisation de ce genre d'information), que les patients avec lésion de certaines régions des aires occipitales développent une prosopagnosie, une incapacité à reconnaître correctement les visages,

même ceux de personnes familières, et que les régions spécialisées dans la reconnaissance des visages sont plutôt latéralisées à droite, que la reconnaissance des séquences de lettres et des mots est spécifiquement empêchée par des lésions d'une petite région de l'aire visuelle du cerveau de l'hémisphère gauche (l'aire de la forme visuelle des mots, ou boîte aux lettres du cerveau).
Est-ce que ces données permettent d'affirmer que les deux hémisphères du cerveau fonctionnent de manière autonome et séparée, comme deux volontés distinctes ? Que chaque hémisphère cérébral possède un style propre de traitement de l'information, de pensée ? Par exemple : que l'hémisphère gauche est caractérisé par un traitement analytique, logique, verbal, rationnel de l'information ; vice versa, que l'hémisphère droit a pour rôle d'assurer la pensée intuitive, holistique ou synthétique, visuo-spatiale, émotionnelle, créative ?

La réponse est NON : les tâches complexes mobilisent plusieurs régions du cerveau de façon coordonnée.
A partir des années 1980, la spécialisation du cerveau et la distribution asymétrique du traitement de certaines tâches a pu être massivement étudiée chez des sujets vivants et sains, grâce au développement des techniques d'imagerie cérébrale fonctionnelle, qui permettent de visualiser les régions du cerveau spécifiquement actives pendant une certaine tâche.
Cependant, ces techniques ont aussi permis de mettre en évidence le fait que des tâches complexes comme la lecture, le calcul, la production et reconnaissance de mots du langage oral sont menées par une multiplicité de centres spécialisés, reliés entre eux et formant des réseaux qui s'étendent à travers les deux hémisphères.
La reconnaissance d'un mot à l'oral, par exemple, mobilise à la fois les aires de Broca et de Wernicke de l'hémisphère gauche et les régions situées dans l'hémisphère droit qui sont en charge de la reconnaissance de la prosodie des mots et de leur valeur émotionnelle. On a de plus pu mettre en évidence que des lésions précoces localisées dans un hémisphère peuvent — si elles atteignent le cerveau tôt dans la vie, au cours de la première enfance — être compensées par l'autre hémisphère : des réseaux se forment alors, plus longs, et s'étendent à l'hémisphère non lésé en passant par le corps calleux — l'épais faisceau de fibres qui relie les deux hémisphères.
Au cours de sa maturation le cerveau perd cette capacité, mais des enfants comme Nico — dont nous avons parlé à propos du mythe du 10% et des mystères du cerveau qui restent à élucider — sont la preuve qu'une forme de vicariance existe aussi entre les deux hémisphères.
Le programme de recherche, qui avait débuté dans les années 1960 avec le but d'identifier les différences entre les deux hémisphères et leurs spécialités réciproques, n'a donc pas abouti — dans l'opinion des scientifiques qui l'ont mené — à l'image que nous renvoie le mythe : celle d'une séparation nette du travail entre les deux hémisphères, d'une caractérisation simple de chaque hémisphère sur la base des tâches accomplies. Au contraire, l'image qui ressort de ces recherches est plutôt celle d'un ensemble de régions spécialisées, localisées au sein de l'un ou de l'autre hémisphère (bien que pouvant changer de localisation dans certaines conditions particulières), connectées en réseau par un complexe de connexions qui s'étendent à l'intérieur de chaque hémisphère, mais aussi entre hémisphères.
Même si certaines tâches ou sous-tâches sont donc plutôt menées dans l'un des deux hémisphères, des connexions courent entre les deux et garantissent que la tâche globale soit menée à bien, que le fonctionnement normal du cerveau soit garanti. Dans le cerveau « normal », les deux hémisphères sont notamment reliés par des voies massives de connexions, dont les plus importantes sont le corps calleux et la commissure antérieure. Lorsqu'elles sont artificiellement interrompues, ou qu'elles manquent, en raison de pathologies développementales, on observe les phénomènes bizarres du « cerveau déconnecté ». La séparation du fonctionnement des deux hémisphères est donc le fruit d'anomalies, et n'est pas du tout la norme. L'idée d'hémisphéricité est un mythe.

Le mythe des personnalités hémisphériques, le cerveau masculin et celui féminin

La deuxième déclinaison du mythe du cerveau droit / cerveau gauche affirme que certains individus sont plutôt logiques, analytiques, rationnels, et d'autres, plutôt créatifs, holistiques, émotifs parce qu'ils utilisent plutôt leur « cerveau gauche » ou plutôt leur « cerveau droit » et qu'il existerait des « personnalités hémisphériques ».
Cette déclinaison du mythe tend notamment à attribuer le premier style de personnalité aux hommes et le deuxième aux femmes — les hommes seraient donc plutôt cerveau gauche, les femmes plutôt cerveau droit.
Le mythe des personnalités hémisphériques n'a pas trouvé de confirmation dans les études conduites par les récentes techniques d'imagerie cérébrale. A la lumière d'une étude récente, par exemple, il ne semble pas qu'il y ait de sujets qui ont de plus fortes connexions ou plus de connexions au sein d'un hémisphère que dans l'autre, par exemple — des individus qui utilisent plus un hémisphère que l'autre. En ce qui concerne les cerveaux masculins et féminins, les choses sont plus compliquées que ça.

Hommes et femmes : des cerveaux différents ?

L'étude des différences du fonctionnement cérébral des hommes et des femmes peut conduire à une meilleure compréhension du fonctionnement cérébral lui-même, et des troubles cognitifs (ou d'autre nature) qui affectent de manière différentielle les hommes et les femmes (comme l'autisme). Il s'agit donc d'une ligne d'études potentiellement très utile, mais qui se trouve aussi au centre de controverses et de retranchements idéologiques, motivés par la peur que l'accent mis sur les différences cérébrales entre hommes et femmes serve à justifier — voire à renforcer — des stéréotypes de genre et des inégalités sociales.
Il est en premier lieu nécessaire, en faisant face à de vieux et nouveaux mythes sur les sexes, de corriger l'image des capacités et préférences cognitives comme étant figées dans le temps, immuables, non modifiables. Ce qui est biologiquement inscrit — voire transmis par voie génétique — ne trace pas notre destin de manière irrévocable — pas plus que l'environnement et la culture…
Par exemple, il a été mis en évidence (par différentes recherches) que la façon dont un problème leur est décrit (comme un problème de géométrie, ou bien comme un exercice de dessin, par exemple) peut changer la performance qu'obtiennent de jeunes femmes dans des tâches mathématiques. C'est dire combien la capacité à résoudre des problèmes de mathématiques est plastique et modifiable !
Deuxièmement, le cerveau des hommes et celui des femmes présentent des différences anatomiques — comme c'est le cas pour les autres organes de leur corps, ou pour la taille ; la moyenne des hommes et la moyenne des femmes présentent des différences anatomiques statistiquement significatives et fonctionnelles. Cependant, toutes les femmes (ou tous les hommes) n'ont pas le même cerveau, ou le même schéma de connexions – et on ne peut encore moins affirmer que les hommes et les femmes appartiennent à différentes planètes ou galaxies !
Hommes et femmes diffèrent aussi dans les résultats à certains tests cognitifs, notamment d'ordre spatial, avec de meilleurs résultats — statistiquement parlant — pour les hommes dans les tâches de rotation mentale d'objets tridimensionnels (imaginez devoir reconnaître si deux objets ont la même forme en les faisant tourner dans votre tête), pour les femmes dans la mémoire épisodique (des événements) et spatiale (des lieux), ou dans certaines tâches verbales, et ainsi de suite. Les différences en question sont non seulement d'ordre statistique (elles ne concernent pas tous les hommes ni toutes les femmes), mais sont aussi, souvent, de petite taille — tout en restant significatives du point de vue des résultats de laboratoire.
Lorsque la taille de l'effet mesuré en laboratoire est petite, il est très difficile de prévoir ce qui va se passer dans la vie réelle (combien de personnes vont, de fait, manifester cette différence, ou dans

quelle mesure), où une multiplicité d'autres facteurs entrent en cause ; mais rien ne permet de dire que cette différence n'aura pas de conséquences.
Les différences d'attitudes et d'aptitudes mises en évidence par les tests de la psychologie cognitive n'ont pas, d'ailleurs, une explication simple. On se retrouve, au contraire, avec un puzzle assez complexe d'influences multiples sur un même comportement. L'héritabilité, l'environnement chimique dans lequel le fœtus se développe, la manière dont l'enfant est élevé, les messages qu'il ou elle reçoit, les stéréotypes qui l'entourent — tous ces facteurs ont été mis en relation avec les différences cognitives révélées par les tests, et ont montré y contribuer (et ceci par une variété de méthodes de recherche qui vont des études conduites sur les jumeaux, aux études génétiques, aux études comportementales, visant à évaluer l'impact des stéréotypes sur les performances cognitives des uns et des autres — comme celle citée ci-dessus sur les performances mathématiques).
La même considération s'applique aux différences anatomiques et fonctionnelles mises en évidence au niveau cérébral, qui peuvent être le produit d'une multiplicité de variables génétiques et environnementales, y compris au niveau de l'environnement chimique prénatal.
Les connaissances en notre possession concernant le cerveau des hommes et des femmes n'autorisent aucune image simpliste relative au comportement des uns et des autres et à ses déterminants. Même si des différences statistiquement significatives existent au niveau cérébral et dans des tâches cognitives diverses, cette connaissance n'est pas nécessairement à même de guider nos choix dans les champs qui nous intéressent — comment favoriser plus d'égalité dans l'accès aux études et au travail, comment dessiner des programmes éducatifs plus adaptés aux uns et aux autres (sauf pour le choix de présenter des tâches et problèmes d'une manière qui permette à chacun de donner le mieux de lui ou d'elle, et pour le choix de ne pas renforcer des stéréotypes potentiellement nocifs).
D'autres études, d'autres approches sont nécessaires. Prendre en compte les connaissances sur le cerveau n'est cependant pas un obstacle sur cette voie, car l'ignorance n'a jamais été meilleure conseillère que la connaissance.

Cerveau droit, cerveau gauche et apprentissage : le mythe de la dominance hémisphérique

On entend parfois affirmer que l'école est plutôt pensée pour le cerveau gauche, logique et rationnel, que pour le cerveau droit, créatif et artistique, et qu'elle devrait favoriser un plus grand équilibre entre les deux. Ceci implique l'idée selon laquelle, sans présenter de signes anatomiques majeurs, avec un corps calleux intact, les deux hémisphères du cerveau pourraient se trouver dans une situation de déséquilibre, et notamment l'un dominer l'autre. On veut par-là, souvent, critiquer un système éducatif qui met l'accent sur des résultats académiques au détriment d'autres capacités et productions de notre culture.
Le recours au « cerveau » est dans ce cas purement métaphorique et opportuniste — le mot cerveau faisant partie d'un langage scientifique et non politique, il permet de cacher les vraies raisons du débat et de donner à ses représentants une valeur ajoutée, celle de la connaissance scientifique. Il y a aussi des cas où cette tendance à s'approprier du langage des sciences du cerveau pour justifier — et commercialiser — des pratiques éducatives est poussée au paroxisme.
C'est le cas d'une méthode commerciale censée améliorer l'apprentissage et remédier à des troubles, connue sous le nom de Brain Gym™ ou gymnastique pour le cerveau. Selon ceux qui proposent cette méthode, les difficultés d'apprentissage naissent essentiellement d'un déséquilibre du cerveau (entre les deux hémisphères, mais aussi entre les parties postérieures et antérieures, inférieures et supérieures). Il en découle un manuel comportant 26 exercices de gymnastique, pensés par Paul Dennison, enseignant, pour équilibrer le corps, favoriser la coordination, l'intégration des mouvements, l'équilibre (l'idée de départ est que tous les apprentissages, même intellectuels, se fondent sur des

capacités sensorielles et motrices, et que donc une éducation au mouvement a un impact général sur la personne).
Bien que le fondateur de la méthode affirme que les mouvements prescrits ont une base solide en neurosciences, le langage des neurosciences et la référence au cerveau sont ajoutés de façon anecdotique dans l'affaire, sans mobiliser de réelles connaissances, mais juste des références anatomiques et physiologiques de base. Ces références étant, de plus, utilisées pour justifier des actions qui n'en découlent pas et des conséquences qui en découlent encore moins (amélioration de tous les apprentissages, meilleure organisation et attention, meilleures performances dans les sports, facilitation à mener des projets).
Vendues en tant que formations (aux neurosciences !) pour les enseignants dans 80 pays, Brain Gym™ et les autres formes de kinésiologie pour l'éducation remportent pourtant un succès commercial remarquable. Et ceci en dépit non seulement du fait que la biologie moderne ne leur offre aucun support théorique, mais aussi du fait que d'autres sciences, celles de l'éducation, ont failli à trouver la preuve que ces méthodes ont, dans la pratique, quelque effet positif. Il existe un nombre assez limité d'études scientifiques à proprement parler qui évaluent l'impact de méthodes comme Brain Gym™ sur l'apprentissage : la plupart des études ne mettent pas en place des contrôles suffisants pour en garantir l'objectivité.
Brain Gym™ base de fait son succès sur les anecdotes racontées par les enseignants ayant adopté la méthode avec « succès » (mais ce succès est estimé de façon purement subjective, et peut être attribué à nombre de facteurs différents, non liés à la méthode elle-même, y compris l'engagement de l'enseignant, ou son désir de voir des résultats s'en suivre), et sur la fascination, il faut le croire, des enseignants pour les neurosciences — ou soi-disant telles.
Brain Gym™ nous amène ainsi à réfléchir à différents aspects de la rencontre entre sciences du cerveau et société.
Premièrement, tout ce qui est présenté comme étant basé sur les neurosciences peut être pris par l'homme et la femme « de la rue », et aussi par des décideurs politiques, comme des neurosciences.
Deuxièmement, même si l'information circule concernant le manque de preuve d'efficacité et de fondement scientifique derrière les propos de la méthode, celle-ci ne va pourtant pas disparaître en un clin d'œil. Au Royaume-Uni, les campagnes des scientifiques qui cherchent à limiter la diffusion de Brain Gym™ dans les écoles s'accumulent depuis une dizaine d'années, les journaux en ont parlé, des institutions publiques au niveau national ont fait des appels dans ce sens. Mais Brain Gym™ continue à faire des prosélytes. Troisièmement, il faut croire qu'il est plus facile d'envahir le marché avec des produits (par exemple éducatifs) marqués « neurosciences » qu'avec des produits qui ne font pas de référence au cerveau.

Conclusion

La cognition repose sur le fonctionnement simultané des deux hémisphères : chaque individu utilise aussi bien son hémisphère droit que son hémisphère gauche. Opposer diamétralement les deux ne paraît donc pas pertinent du point de vue des connaissances scientifiques actuelles.
L'idée selon laquelle il faut opposer cerveau droit et cerveau gauche ne semble pas fondée. Une vaste littérature, qui nous semble faire consensus scientifique, montre que les deux hémisphères du cerveau dépendent étroitement l'un de l'autre. Pour cette raison, nous lui attribuons un triangle rouge : mythe (pour mieux comprendre cette notation, consulter nos critères de confiance).

Peut-on muscler le cerveau ?

Lorsqu'on démonte un neuro-mythe, il est extrêmement facile de tomber dans celui diamétralement opposé. En se mettant en opposition avec l'idée que tout se joue avant un certain âge, on peut alors tomber dans une mauvaise interprétation de la notion de plasticité cérébrale, et penser que tout est possible pour le cerveau — ce qui est faux indépendamment de la notion d'âge.

Le cerveau n'est pas un muscle

Quoique plastique à sa manière, le cerveau ne se comporte pas comme un muscle – par conséquent, on n'améliore pas nécessairement les capacités du cerveau comme on entraîne un muscle.
Dans les années 1980, le psychologue K. Anders Ericsson soumet un étudiant, E.F., à une expérience sur la mémoire à court terme.
La mémoire à court terme ou de travail peut être représentée comme un espace dans lequel les informations sont brièvement stockées, le temps d'être traitées et éventuellement envoyées dans la mémoire à long terme. Il s'agit donc de l'espace de la pensée, en quelque sorte. Mais cet espace est limité : une célèbre étude datant de1956, année de naissance des sciences cognitives, lui attribue la capacité de stocker en même temps sept items, plus ou moins deux, mais pas plus.
Est-ce qu'entraîner la mémoire à court terme n'aurait pas pour effet d'étendre ses capacités, comme un muscle devient plus performant au bout d'un entraînement ?
C'est ainsi que commence l'expérience : S.F. est testé sur des séries de chiffres, qu'il doit écouter puis répéter dans l'ordre, immédiatement après ; sa mémoire est tout à fait normale. Mais au bout de 20 mois, et d'entraînements presque quotidiens (trois à cinq jours par semaine, une heure par jour), S.F. multiplie par dix le nombre de chiffres qu'il peut répéter d'affilée dans le bon ordre. Comment a-t-il fait ? Sa mémoire à court terme s'est-elle tonifiée comme un muscle ? Si cela était le cas, S.F. serait maintenant capable de répéter une liste d'items aussi longue, et indépendamment de leur contenu. Mais testé sur des lettres, S.F. retombe au magique chiffre de sept, plus ou moins deux. Ce qui s'est passé est que S.F. a appris à utiliser une bonne stratégie de mémorisation, aidé dans cela par son entraîneur. Passionné de courses olympiques, il avait auparavant mémorisé plusieurs records (stockés dans sa mémoire à long terme, prêts à être utilisés). Il pouvait maintenant faire, à grande échelle, ce que chacun de nous fait (sauf peut-être les Anglais, allez savoir pourquoi) quand on nous dicte un numéro de téléphone : regrouper plusieurs chiffres ensemble. De cette manière se souvenir de la série 19141918 équivaut à se souvenir d'une seule pièce d'information (le commencement et la fin de la première Guerre Mondiale) et pas de 8.
Ce sont donc ses connaissances préalables, une bonne stratégie pour les employer, et la méta-connaissance qu'on peut utiliser des stratégies pour améliorer ses capacités qui ont permis à S.F., non sans effort, de multiplier ses capacités de mémorisation des chiffres.
Ce constat est confirmé par d'autres études sur la mémoire, par exemple sur la prétendument fabuleuse mémoire des joueurs d'échecs.
Un maître au jeu d'échecs est capable de se souvenir de la position d'environ 25 pièces sur un échiquier, après avoir observé pendant 5 secondes. Il n'en va pas de même pour un joueur moins excellent ou pour un débutant (le pire de la liste).
Entre différents niveaux de maîtrise des échecs, il existe donc une vraie différence en termes de performances mnémoniques.
Cependant, une simple manipulation permet de révéler le secret des maîtres. Si, au lieu de leur montrer un vrai jeu d'échecs, on distribue sur l'échiquier le même nombre de pièces, mais placées au hasard, les maîtres ne font pas mieux que les joueurs moins experts. Ceci parce que dans la condition « au hasard », ils ne peuvent pas utiliser leurs connaissances concernant les échecs, la logique de disposition des pièces, et prendre ainsi avantage sur les autres.

Leur mémoire n'a pas été entraînée comme un muscle, mais le fait d'avoir vu et mémorisé (dans la mémoire à long terme) un grand nombre de configurations d'échecs (plus que les autres joueurs occasionnels) leur a permis de les réutiliser par la suite.
Ceci n'exclut pas, naturellement, que d'autres dispositifs existent qui permettent d'améliorer au moins certaines capacités spécifiques, dans des conditions et contextes particuliers. Plusieurs de ces dispositifs sont en ce moment à l'étude – plusieurs formes d'« entraînement » pour la mémoire de travail, l'attention, le contrôle dans l'exécution de tâches diverses et multiples. Mais nous pouvons retenir d'ores et déjà la leçon de S.F. et celle des joueurs d'échecs : nos capacités peuvent être développées si on sait avoir recours à de bonnes stratégies et si on sait puiser dans nos connaissances — les enrichir peut donc servir non seulement à augmenter notre bagage et notre culture, mais à élargir nos capacités de pensée et de résolution de problèmes.

Trop souvent, les entraînements pour le cerveau promettent plus qu'ils ne maintiennent

Venons-en maintenant aux pratiques d'entraînement cérébral (« brain training ») censées « booster » nos capacités, améliorer l'attention, la concentration, la mémoire, la flexibilité mentale, grâce à des exercices répétés comme dans une salle de gym, mais pour le cerveau.
Sont-elles efficaces ?
Beaucoup dépend de ce qu'on entend par le mot « efficace ».
Il existe un consensus sur le fait que différentes formes d'entraînement des capacités de mémoire, rapidité de traitement de l'information et attention ont un effet positif sur les tâches entraînées, et sur des tâches proches. En d'autres mots, s'entraîner sur une tâche nous rend plus efficace dans l'exécution de la tâche en question.
Il existe cependant aussi une convergence de preuves que ces effets ne se généralisent pas facilement au-delà de tâches semblables. Par conséquent, le plus souvent, on ne remarque pas d'effet de ce genre d'entraînement dans la vraie vie.
Certaines formes d'entraînement « du cerveau » ne semblent pas tenir leurs promesses (les performances s'améliorent sur les tâches entraînées — le calcul mental, la mémorisation de certaines catégories d'objets, par exemple —, mais sans plus, et sans qu'on puisse affirmer que le même résultat n'aurait pas été obtenu avec n'importe quel entraînement du calcul mental ou de la mémorisation).
D'autres formes d'entraînement ont obtenu des résultats contradictoires et donc non concluants, ou bien requièrent encore d'être mises à l'épreuve de la réalité — de l'efficacité dans la vraie vie, en dehors du laboratoire de neuropsychologie expérimentale.
Souvent, en plus, les effets sont mesurés à brève distance de l'entraînement, et on ne sait pas s'ils sont durables ou s'ils vont disparaître avec le temps. Il faut souligner qu'il est très facile de se tromper dans l'interprétation des résultats « positifs » des programmes d'entraînement cérébral.
En particulier, des contrôles appropriés sont nécessaires pour s'assurer que l'effet n'est pas l'équivalent d'un effet placébo.
On se prémunira par exemple non seulement d'avoir un groupe de contrôle à comparer avec celui qui s'engage dans l'entraînement ; mais aussi de faire en sorte que le groupe de contrôle ne soit pas purement passif : qu'il fasse en même temps et pour le même temps quelque chose de semblable.
De cette manière, on peut éliminer le doute que les sujets qui s'entraînent font mieux que les autres seulement parce qu'ils se sentent observés ou parce qu'ils font quelque chose plutôt que rien.
Cette procédure copie celle des essais cliniques en médecine, où un groupe de sujets reçoit le médicament actif, alors qu'un autre groupe reçoit une pilule en tout pareille sauf pour son contenu.
Dans les études sur l'entraînement cérébral, bien penser son groupe de contrôle est fondamental pour éviter de fausser les résultats par des effets psychologiques imprévisibles produits par la mise en situation de l'expérience, et indépendants de la méthode supposée être active.

Même ainsi, il est toujours possible que les attentes des expérimentateurs influencent le comportement des participants aux expériences, de façon involontaire (les essais cliniques en médecine, qui sont considérés comme le « gold standard » en procédure expérimentale pour vérifier l'efficacité d'un traitement sont conçus de manière à ce que l'expérimentateur n'en connaisse pas plus que les participants sur l'expérience : qui reçoit le « traitement » et qui reçoit le « placebo »).
Donc, pour le moment, prudence : rappelez-vous de faire doublement attention à ne pas prendre tout de suite pour bons tous les résultats positifs qui vous sont annoncés dans la presse. Prenez la bonne habitude de vous demander comment ils ont été produits : combien de sujets ont participé aux expériences ? Y avait-il un groupe de contrôle ? Que faisait-il ? Et ne vous arrêtez pas à un seul résultat, à une seule expérience. Apparemment, il n'y a pas de méthode miracle (sans effort, sans stratégie à adopter et à employer) qui puisse multiplier nos capacités – ou du moins elle n'a pas encore été découverte.

Conclusion

Les programmes d'entraînement cérébral se fondent sur une idée correcte du fonctionnement cérébral : la pratique et l'expérience favorisent l'apprentissage et l'acquisition de nouvelles compétences et connaissances. Cependant les soi-disant entraînements cérébraux à base de tâches répétées et informatisées ne semblent pas, pour le moment, tenir leurs promesses. Ceci notamment lorsqu'il s'agit de compétences très générales (améliorer la mémoire, améliorer l'attention) qui demandent de transférer les acquis à des contextes variés, très différents de ceux d'entraînement. L'acquisition de stratégies et connaissances peut nous amener à obtenir des performances augmentées de manière plus sûre et plus rapide que les entraînements proposés aujourd'hui dans le commerce.
L'idée selon laquelle nous pourrions améliorer nos compétences cognitives en nous musclant le cerveau est contredite par une vaste littérature, qui nous semble faire consensus scientifique.

Est-ce que tout se joue avant (3-6-9) ans ?

Le mythe selon lequel tout se joue avant… (3-6-9 ans, à vous de remplir avec votre idée) est désormais souvent attaqué et démenti. Il puise ses racines notamment dans des études concernant les périodes critiques ou sensibles pour le développement de certaines fonctions au niveau cérébral. A partir de là, le mythe extrapole et généralise de manière injustifiée, voire il inverse la roue, et en oublie de prendre en compte les mécanismes composites et multiples qui assurent la capacité d'apprendre toute la vie.

Les mythiques premières années

Il existe plusieurs aspects dans le mythe des 3 premières années.

- Un aspect, résumé par la phrase « tout se joue tôt dans le cerveau », est celui des périodes critiques ou sensibles : périodes pendant lesquelles le cerveau est plus à même d'apprendre, ou de développer certaines capacités.

Dans le cadre du mythe, ces périodes sont généralisées à toutes les capacités d'apprentissage et sont considérées comme des fenêtres qui, une fois fermées, ne pourront plus être ré-ouvertes.

- Le deuxième aspect, fortement lié au premier, fait appel à une image simpliste de la plasticité cérébrale, qui ne prend pas en compte les différents aspects et formes de plasticité qui contribuent à l'apprentissage toute la vie.

- Un troisième aspect du mythe concerne les interventions censées permettre d'exploiter au maximum la plasticité du jeune cerveau. Il s'agirait de sur-stimuler le tout jeune enfant à l'aide d'une variété de dispositifs qui, en mobilisant ses sens et ses actions, vont lui permettre de mieux développer ses capacités ou de développer plus de capacités. Ce dernier aspect s'incarne dans de nombreux produits commerciaux : les mobiles intelligents à pendre sur le lit ; les tablettes et les tapis multi-sensoriels pour que le bébé touche, voie, écoute, une panoplie de textures, couleurs et rayures, sons différents ; et plus récemment, les Cds, Dvd, tablettes électroniques qui promettent de faire devenir votre enfant un Bébé Mozart ou Bébé Einstein.

Les périodes sensibles

A partir des années 1960, David Hubel et Tornsten Wiesel mènent des recherches qui leur vaudront, en 1981, le prix Nobel de médecine et physiologie. Ils étudient le cortex visuel de mammifères (notamment chats et singes) et établissent que la plasticité de ces régions du cerveau diminue avec l'âge.
Si on suture l'œil de l'animal au cours des premières semaines de sa vie, et qu'on défait la suture quelques semaines après, l'animal ne développe pas une vision normale. Ceci se reconnaît aussi en observant la structure de son cortex visuel, qui n'est pas organisé comme celui d'un animal ayant pu observer le monde avec ses deux yeux (dans le cortex visuel, on observe alors une sorte d'organisation striée, « en colonnes », correspondant aux neurones qui reçoivent l'information par l'un des deux yeux).
Cette dominance est absente dans le cas des animaux rendus monocles (bloquer les deux yeux n'a pas un effet aussi disruptif). Hubel et Wiesel remarquent deux autres choses : que ce processus n'est pas réversible — la suture enlevée, le problème visuel reste ; et que le problème ne se pose pas si l'animal à subir cette procédure est un animal adulte. Il en découle la notion de période critique ou sensible pour le développement correct de certaines fonctions d'ordre perceptif. Est-ce que d'autres fonctions que la fonction visuelle présentent des périodes critiques ou sensibles de développement ? Des études ont pu mettre en évidence que, par exemple, certains aspects du développement du langage, ceux plus perceptifs, sont soumis à des contraintes semblables.
A la naissance, les enfants sont sensibles à tous les sons de toutes les langues, qu'ils traitent de la même manière.
Autour de 9 mois, le bébé se spécialise dans les sons qui sont statistiquement plus présents dans son environnement : il les distingue plus facilement, les traite plus rapidement et efficacement que ceux qui sont statistiquement moins significatifs. Dans un sens, il perd la capacité à traiter ces derniers. C'est pour cela que les adultes venant du Japon ou de la Chine ont du mal à distinguer les sons qui correspondent aux R et L des langues occidentales.
Mais ceci n'est pas vrai pour d'autres aspects du développement du langage, comme la grammaire ou le lexique. Notamment, la grammaire semble présenter une fenêtre beaucoup plus longue d'acquisition optimale et facilitée, et le vocabulaire ne cesse jamais de s'enrichir. Ceci devrait suffire à défaire la version extrême du mythe selon lequelle il y a une période critique pour apprendre, qui se situe en dessous d'un certain âge et qui vaut pour tout type d'apprentissage.
Les apprentissages, c'est un constat trivial, se poursuivent toute la vie. Ceci signifie que le cerveau est un organe capable de s'ajuster et de se modifier de façon durable suite à des expériences d'un certain type.
Cependant, la « plasticité » du cerveau n'est pas infinie et absolue : elle est au contraire restreinte et contrainte. Le cerveau hérite ces contraintes de son évolution : chaque circuit neural à la naissance ayant déjà des caractéristiques propres qui le prédisposent pour accomplir certaines fonctions, des propriétés intrinsèques qui déterminent quel genre de fonctions il pourra endosser en plus de celles naturellement prédisposées, un rythme de maturation largement prédéterminé.

La plasticité du cerveau

La forme et la structure du cerveau — son aspect macro : les circonvolutions (les gyri) et les plis (les sillons) ; son aspect micro : le positionnement des neurones et la mise en place des axes de connexions majeures entre les neurones — sont en place très tôt dans la vie, avant la naissance en fait, sous l'influence des gènes et de l'environnement dans lequel le fœtus se développe.
La plasticité structurelle du cerveau continue toutefois après la naissance : en plus du câblage qui a déjà eu lieu, se développent des connexions entre neurones (par exemple, entre neurones qui s'activent ensemble) ; lorsqu'elles ne sont pas utilisées, ces connexions sont éliminées.
La connexion entre deux neurones est assurée lorsque la fibre longue (axone) qui part d'un neurone, en rejoint un autre, en prenant contact avec les sortes d'épines sur la tête de ce deuxième (dendrites et épines dendritiques). En réalité, ce contact n'est pas fermé : il s'agit d'un espace, la synapse, dans lequel le premier neurone verse des substances chimiques (neurotransmetteurs) qui sont réceptionnées par le deuxième. Production et élimination des synapses (les espaces de connexion entre neurones) sont deux processus également fondamentaux pour l'apprentissage.
Pendant l'enfance et l'adolescence, on assiste à des périodes particulièrement mouvementées du point de vue des synapses, avec genèse d'un grand nombre de nouvelles synapses (notamment, mais pas seulement, au cours de la première année de vie), et élimination d'un grand nombre de synapses inutilisées au cours des années suivantes.
On assiste aussi à une autre forme de maturation structurelle : les fibres longues qui mettent les neurones en contact se font envelopper d'une gaine grasse et blanche, la myéline, qui limite la dispersion du signal électrique et en multiplie donc fidélité et vitesse de transmission.
Cependant, toutes les régions du cerveau ne subissent pas ces processus en même temps : les périodes de maturation sont asynchrones, certaines régions étant décalées par rapport à d'autres dans la production massive et dans la sélection des synapses, aussi bien que dans la production de myéline, par rapport à d'autres.
Notamment, il semblerait que, au cours de l'adolescence, les régions les plus frontales du cerveau humain — en charge de la prise de décision, du raisonnement critique, de l'attention, du contrôle sur les stimuli et les émotions — vivent une sorte de tempête synaptique et qu'à leur égard, la phase de myélinisation se termine autour de la moitié de la deuxième décade de vie. La tempête cessée, le cerveau continue à se modifier, du moins au niveau de son architecture fonctionnelle, tout le reste de la vie.
Ce changement affecte notamment les synapses, et pour cette raison, on parle de plasticité synaptique, qu'on met en relation avec les apprentissages durables et la mémoire. Les synapses qui existent déjà peuvent alors changer de forme (les petites épines se multiplient ou disparaissent, s'agrandissent ou rétrécissent), de nouvelles connexions peuvent se former, la quantité de substances chimiques relâchées ou reprises dans les espaces entre les neurones augmenter ou diminuer. Il y a encore beaucoup de questions en attente de réponses concernant ces différents processus, qui sont considérés comme les modifications les plus à même d'expliquer la plasticité cérébrale qui accompagne l'apprentissage à l'âge adulte et la mémoire.

D'autres formes de plasticité dans le cerveau de l'adulte

D'autres formes de modification du cerveau adulte ont été découvertes à partir des années 1970.
Des nouveaux neurones peuvent pousser dans des parties spécifiques du cerveau, et cela a été observé chez des espèces différentes, y compris la nôtre.
Des chercheurs du University College à Londres ont étudié le cerveau d'une population particulière : les conducteurs de taxis noirs, les cabbies. Au bout de deux ans d'études et de pratique qui les mène à connaître par cœur les 25000 rues de Londres, sens uniques et monuments principaux compris, ces super-conducteurs passent un examen (The Knowledge) qui leur permet d'obtenir leur licence. Ils se

retrouvent aussi avec un hippocampe postérieurement élargi — située au centre du cerveau, en forme d'hippocampe comme on peut le deviner, cette structure est particulièrement active dans les tâches spatiales et de mémoire.
Est-ce que de nouveaux neurones ont poussé à cet endroit, ou bien se sont-ils déplacés des régions plus antérieures de la même petite structure ? Difficile à dire ; ce qui semblerait être vrai est que cette modification est une conséquence de l'entraînement spécial qu'endurent les conducteurs de taxi noir : non seulement les conducteurs de bus n'ont pas le même hippocampe qu'eux, mais les conducteurs avant la licence n'ont pas encore l'élargissement qu'on observe chez les conducteurs primés par The Knowledge.
La possibilité d'une plasticité structurelle, avec genèse de neurones, dans le cerveau adulte est donc aujourd'hui, largement acceptée ; mais elle reste un phénomène limité, qui se borne — comme dans le cas d'autres espèces animales — à des régions très spécifiques du cerveau.
D'autres formes de plasticité ont encore été observées chez les amputés et chez les musiciens professionnels. Dans ces cas, l'entraînement semble pouvoir amener à une reconfiguration de l'architecture des connexions du cerveau au niveau du cortex sensoriel et moteur. Par exemple, si à cause d'une amputation, un doigt n'envoie plus de signaux vers le cerveau, le cortex somato-sensoriel en charge des sensations provenant du doigt déconnecté se reconfigure et, au bout de quelques semaines, se met à répondre à la stimulation des doigts avoisinants. Dans certains cas, on peut donc assister à un « re-mappage » des régions du cortex.
Il convient de garder à l'esprit que l'apprentissage a lieu toute la vie, comme on peut facilement le constater en observant nos parents et grands-parents. Il ne peut qu'y avoir une modification correspondante au niveau du cerveau. Le cerveau est donc une structure essentiellement plastique. Cette plasticité est assurée par différents mécanismes, qui ne sont pas les mêmes au cours de la vie.
L'enfance est une période particulièrement riche en transformations, caractérisée par une plasticité structurelle ; celle-ci cède le pas à l'âge adulte à une plasticité plus fonctionnelle, non moins importante pour garantir l'apprentissage toute la vie. Cependant, le cerveau n'est pas, non plus, infiniment plastique, et tout n'est pas possible en termes d'apprentissage.

Une plasticité non infinie et du bric-à-brac

La presse populaire a tendance à mettre l'accent sur les formes de plasticité « rares » — neuro-genèse et re-mappage à l'âge adulte — afin de véhiculer le message optimiste qu'il est toujours temps d'apprendre, voire de réapprendre.
Sans être faux, ce message est toutefois souvent mal compris, ou exagéré.
D'un côté, il favorise l'impression que ces formes de plasticité anatomique ont un poids plus important que ce qu'elles ont en réalité dans le cerveau adulte, alors que, du moins à la lumière des connaissances actuelles, la plasticité synaptique représente la machinerie fondamentale de la plasticité du cerveau à l'âge adulte.
De l'autre côté, mettre l'accent sur l'exceptionnel peut faire penser que la plasticité du cerveau n'aurait pas de limites ni de contraintes — ce qui n'est point le cas. On constate couramment que des lésions localisées du cerveau peuvent amener à la perte de fonctions, et que la récupération de ces fonctions, à l'âge adulte et même une fois passée la première enfance, est le plus souvent limitée (même au bout d'entraînements importants en rééducation).
Ce constat invite à garder une attitude prudente face aux promesses de plasticité anatomique et structurelle dans le cerveau adulte. Et à chercher d'autres manières et stratégies par lesquelles le cerveau, organe ancien, façonné par l'évolution, peut arriver à s'adapter à de nouvelles conditions, à répondre à de nouveaux défis, certainement non prévus par l'évolution — l'invention de l'écriture et de la lecture, par exemple, ou les nouvelles technologies pour l'information et la communication.
Prenons l'exemple d'études récentes concernant l'apprentissage de la lecture :
L'équipe de Stanislas Dehaene à Neurospin, un laboratoire d'imagerie cérébrale parmi les plus avancés et mieux équipés au monde, a proposé une théorie selon laquelle l'apprentissage de la lecture

adviendrait par recyclage de réseaux de neurones normalement dédiés au traitement d'informations visuelles et verbales.
L'apprentissage de la lecture représente en effet un puzzle pour le neuroscientifique, comme tant d'autres apprentissages culturels — et un exemple frappant de plasticité du cerveau. Il est extrêmement improbable que le cerveau humain ait subi une modification génétique au cours des 5000 dernières années lui permettant de développer naturellement des capacités de lecture. Les connaissances actuelles sur les temps de l'évolution biologique, et les modifications massives que le développement de ce type de capacité implique, parlent en défaveur d'une telle possibilité. Pourtant, en l'espace de quelques années, le jeune cerveau (et aussi le cerveau adulte, il n'y a pas de période critique ou sensible pour l'apprentissage de la lecture) est capable de déchiffrer un nombre potentiellement infini de mots et de les mapper dans sa réserve de vocabulaire.
La proposition de Dehaene est que la culture et l'apprentissage social peuvent s'appuyer sur des circuits de neurones qui existent déjà, qui ont évolué au cours d'un temps extrêmement long, celui de l'évolution biologique, mais qui répondent à d'autres fonctions. Ces circuits sont en quelque sorte « hackés » par de nouvelles tâches. En effet, les nouvelles tâches interfèrent en partie avec celles préalables, biologiquement établies, et vice versa. Les nouvelles acquisitions culturelles sont bien évidemment possibles, l'histoire le prouve.
Le cerveau s'y fait. Mais en ce faisant, il impose des contraintes aux innovations possibles et à leurs manifestations.

Le mythe de la sur-stimulation du bébé

Le mythe des trois premières années se heurte contre la variété des formes de plasticité cérébrale et donc contre le fait que l'apprentissage a lieu, sous des formes différentes, pendant toute la vie.
Mais quid du troisième aspect du mythe — celui selon lequel, en vertu de cette même plasticité cérébrale — on pourrait augmenter les chances de nos enfants d'être plus intelligents et capables, en les sur-stimulant précocement ?
Au cours des années 1980, des chercheurs étudient l'effet de différents types d'environnements sur l'apprentissage des rats.
Certains rats sont assignés à un type d'environnement où chaque rat vit à son compte, dans une cage vide, avec seulement de quoi boire et manger. D'autres vivent ensemble dans un environnement avec des jouets — des roues, par exemple, et d'autres accessoires typiques d'une cage à rat domestique. Les rats qui vivent dans un environnement social et « enrichi » font preuve de capacités d'apprentissage supérieures par rapport aux autres. Leur cerveau présente en outre des différences micro-anatomiques par rapport aux autres, les modifications intéressant en particulier les épines dendritiques — qui en deviennent plus riches de sites de connexion — des neurones de certaines régions du cortex (qui en ressort plus épais).
Conclusion : un environnement plus riche de stimuli physiques et sociaux est favorable à l'apprentissage et cette facilité d'apprentissage corrèle avec la richesse des connexions disponibles.
Mais est-ce que ces expériences vont dans la direction du mythe ? En réalité, non.
Les conditions dans lesquelles les deux groupes de rats ont grandi sont significativement appauvries par rapport à celles caractéristiques de la vie « naturelle » d'un rat (et d'un enfant). L'une d'entre elles est particulièrement appauvrie, et le fait que les rats apprennent moins bien dans cette situation ne surprend pas. D'ailleurs, les rats en question sont des adultes et pas des bébés.
Rien ne permet donc de dire que la sur-stimulation a des effets bénéfiques sur l'apprentissage. Par contre, les données convergent sur l'idée qu'un contexte appauvri (en stimuli physiques et sociaux) par rapport à la normalité est négatif pour l'apprentissage.
En ce qui concerne la multiplication des synapses, le processus qui mène à leur sélection est aussi important que celui qui mène à leur multiplication pour assurer l'acquisition d'habilités nouvelles, la vitesse et l'efficacité dans le traitement des informations plus significatives — et pas nécessairement de toutes les informations disponibles.

Le mythe « plus de stimulation, plus de synapses, plus d'apprentissage chez le jeune enfant » est donc faux.

Mais n'y aurait-t-il quelque chose à sauver dans son message ?
Pour une chose, l'idée que l'apprentissage est un processus cumulatif et que ses bases puisent dans l'enfance, et aussi dans la première enfance.
Si présenter un surplus de stimuli perceptifs aux enfants ne va pas les rendre des supermen et *wonder women* de la perception, leur lire des livres, les faire lire, leur parler et leur raconter des histoires — en somme : leur fournir de la nourriture intellectuelle : des occasions d'apprendre et des contenus de connaissance — va leur permettre de se constituer un réservoir de concepts sur lequel construire d'autres concepts et d'autres connaissances. Ceci n'est pas vrai que pour les trois ou six premières années de la vie : comme pour le vocabulaire, il n'y a pas une période critique après laquelle on n'apprend plus ou on apprend moins bien.
Cependant, puisque les connaissances se construisent à partir d'autres connaissances, les enfants qui arrivent à l'école avec moins de connaissances, et moins de mots de vocabulaire pour les verbaliser, peuvent avoir besoin d'un effort supplémentaire pour combler la distance qui s'est entretemps formée avec d'autres enfants — et empêcher qu'elle se creuse de plus en plus, de manière exponentielle.
Il est donc important de fournir aux enfants des opportunités d'apprentissage à une époque de la vie où le cerveau est particulièrement plastique, et où la société laisse liberté à l'enfant de se concentrer sur l'apprentissage plutôt que sur des tâches productives. Mais il est aussi important que les programmes pour bien commencer dans la vie ne s'arrêtent pas aux stades les plus préliminaires du développement, qu'ils continuent à chercher à combler les distances.

Conclusion

Certains apprentissages spécifiques sont liés à des périodes bien précises de la vie, et s'effectuent plus efficacement pendant celles-ci. Néanmoins, nous possédons une capacité d'apprendre très développée à tout âge. Sur-stimuler un très jeune enfant serait inutile, voire nocif : le repos est important pour la stabilisation des connexions synaptiques. D'ailleurs, l'apprentissage n'est pas uniquement question de former de nouvelles synapses, mais aussi de les rendre plus efficaces, ou bien de les réduire. Cependant, il nous semble important de souligner que les interactions que les jeunes enfants ont naturellement avec leur environnement physique et social (exploration, mouvement, interactions verbales, émotionnelles) jouent un rôle fondamental dans tout apprentissage. Ces interactions doivent donc être favorisées.
L'idée selon laquelle tout se joue avant (3 – 6 – 9) ans est contredite par une vaste littérature, qui nous semble faire consensus scientifique.

Références

- Battro, A. (2003). *Un demi-cerveau suffit*. Paris: Editions Odile Jacob.
- Bavelier, D., Green, C.S. & Dye, M. (2010). Children, Wired: For Better and for Worse. *Neuron*, 67, 692-701.
- Beyerstein, B.L. (1999). Whence Cometh the Myth that We Only Use 10% of our Brains?. In Sergio Della Sala. *Mind Myths: Exploring Popular Assumptions About the Mind and Brain*. New York: Wiley. pp. 3–24
- Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (2000). *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School*. Washington, DC: National Academy Press.
- Bruer, J.T. (1999). *The Myth of the First Three Years: A new understanding of early brain development and lifelong learning*. Free Press. New York.
- Bruer, J. (1997). A Bridge Too Far, *Educational Researcher*, 26(8), 4-16.
- Dehaene, S. *Face à face avec son cerveau*. Odile Jacob, 2021.
- Dehaene, S. & Cohen, L. (2007). Cultural recycling of cortical maps. *Neuron*, 56(2), 384-398.
- Dehaene-Lambertz, G. (2014). Développement, apprentissages et plasticité du cerveau. *CLEFS CEA,* 62, 27-29.
- Dekker, S., Lee, N. C., Howard-Jones, P., & Jolles, J. (2012). Neuromyths in education: Prevalence and predictors of misconceptions among teachers. *Frontiers in Psychology*, 3(429).
- Ericsson, K. (2003). Exceptional Memorizers: made, not born. *Trends in Cognitive Science*, 7(6), 233-235.
- Gaussel, M., Reverdy, (2013). Neurosciences et éducation : La bataille des cerveaux. Dossier de veille et analyses, *IFE*, n° 86.
- Gazzaniga, M. S. (1970). The bisected brain. New York, NY: Appleton-Century-Crofts; Gazzaniga, M. S. (1985). The social brain. New York, NY: Basic Books.
- Geake, J. (2008). Neuromythologies in Education, *Educational Research* 50, 2, 123-133
- Goswami, U. (2006). Neuroscience and education: from research to practice?. *Nature Review Neuroscience*, 7 (5): 406–11.
- Greenough, W.T., Black, J.E., Wallace, C. S. (1987). Experience and brain development. *Child Development* 58(3): 539 – 559.
- Halpern, D. (2011). *Sex differences in cognitive abilities*. London : Psychology Press.
- Howard-Jones, P. A., Franey, L., Mashmoushi, R., & Liao, Y. C. (2009, September). The neuroscience literacy of trainee teachers. In: *British educational research association annual conference* (pp. 1-39). Manchester: University of Manchester.
- Huguet, P., Régner, I. (2007). Stereotype threat among school girls in quasi-ordinary classroom circumstances. *Journal of Educational Psychology*, 99, 545-560.
- Hyatt, K.J. (2007). Brain Gym: Building Stronger Brains or Wishful Thinking? *Remedial and Special Education*, 28, 2, 117-124.
- Ingalhalikar, M. et al. (2014). Sex differences in the structural connectome of the human brain. *PNAS*, 111, 2, 823-828.
- Ingalhalikar, M. et al., (2014). Reply to Joel and Tarrasch: On misreading and shooting the messenger, *PNAS*, 111, 6, E638.
- Joel, D. & Tarrasch, R. (2014). On the mis-presentation and misinterpretation of gender-related data: The case of Ingalhalikar's human connectome study. *PNAS*, 111, 6, E637.
- Lafortune, S. Brault-Foisy, L.M., Masson, S., (2013) Méfiez-vous des neuromythes !. *AQUEP Vivre le primaire*, 26, 2, 56-58.
- Melby-Lervåg, M. & Hulme, C. (2012). Is working memory training effective? A meta-analytic review. *Developmental Psychology*, doi: 10.1037/a0028228.

- Melby-Lervåg, M., Redick, T. S., & Hulme, C. (2016). Working memory training does not improve performance on measures of intelligence or other measures of "far transfer" evidence from a meta-analytic review. *Perspectives on Psychological Science*, *11*(4), 512-534.
- Nielsen, J.A., Zielinski, B.A., Ferguson, M.A., Lainhart, J.E., Anderson, J.S. (2013). An Evaluation of the Left-Brain vs. Right-Brain Hypothesis with Resting State Functional Connectivity Magnetic Resonance Imaging. *PLoS ONE*, 8(8): e71275.
- OECD (2007). Dissiper les neuromythes. Dans : *Comprendre le cerveau. Naissance d'une science de l'apprentissage*. Paris : Editions de l'OECD.
- Owen, A.M., Hampshire, A., Grahn, J.A., Stenton, R., Dajani, S., Burns, A.S., et al. (2010). Putting brain training to the test. *Nature*, 465(7299), 775–778.
- Pasquinelli, E. (2012). Neuromyths. why do they exist and persist? *Mind, Brain, and Education*, 6, 2, 89-96.
- Pasquinelli, E. (2015*). Mon cerveau, ce héros*. Paris: Le Pommier.
- Ramus, F. (2014). Les différences cognitives entre hommes et femmes: mythes et réalité. *Conférence à La nuit des sciences, Ecole Normale Supérieure*, 6/06/2014.
- Simons, D. J., Boot, W. R., Charness, N., Gathercole, S. E., Chabris, C. F., Hambrick, D. Z., & Stine-Morrow, E. A. (2016). Do "brain-training" programs work?. *Psychological science in the public interest*, *17*(3), 103-186.
- Spaulding, L.S., Mostert, M. P., Beam, A. P. (2010). Is Brain Gym® an effective educational intervention? *Exceptionality*, 18, 1, 18-30.
- Spelke, E. (2005). Sex differences in intrinsic aptitude for mathematics and science ? A critical review. *American Psychologist*, 951-958.
- Tardif, E., Doudin, P-A. (2010). Neurosciences, neuromythes et sciences de l'éducation. *PRISMES, Révue pédagogique HEPL*, 12, 11-14.

Auteur
Elena PASQUINELLI

Date de publication
Octobre 2019 - Dernière révision Novembre 2024

Licence
Ce document a été publié par la Fondation *La main à la pâte* sous la licence Creative Commons suivante : Attribution + Pas d'utilisation commerciale + Partage dans les mêmes conditions.

Le titulaire des droits autorise l'exploitation de l'œuvre originale à des fins non commerciales, ainsi que la création d'œuvres dérivées, à condition qu'elles soient distribuées sous une licence identique à celle qui régit l'œuvre originale.

Fondation *La main à la pâte*
43 rue de Rennes
75006 Paris
01 85 08 71 79
contact@fondation-lamap.org
www.fondation-lamap.org