

**Les neuromythes dans le système éducatif algérien :
prévalence chez les enseignants du cycle secondaire : cas de la
ville de Blida –Algérie**

**Neuromyths in the Algerian education system: prevalence
among secondary school teachers: case of the city of Blida –
Algeria-**

MAKHOLOUF Leila
Université de Blida 2 – Algérie
E-mail : makhlooufblida09@gmail.com

ISSN: 2716-9359

EISSN: 2773-3505

Received 23/01/2022

Accepted 27/03/2022

Published 01/07/2022

Résumé

La présente recherche s’inscrit dans la multitude des travaux menés sur la prévalence des neuromythes dans la communauté enseignante dans différents pays à travers le monde. Nous voulions étendre cette étude à notre pays l’Algérie. Notre article rendra compte d’un questionnaire écrit distribué aux enseignants (toutes disciplines confondues) du cycle secondaire. Notre objectif est de repérer les neuromythes les plus répandus parmi cette population. Nos résultats montrent que certains neuromythes sont plus populaires que d’autres. En outre, la plupart des enseignants désireux de connaître le fonctionnement du cerveau puisent ces fausses informations de sources peu fiables sur le web.

Mots clés : cerveau, éducation, enseignants, neuromythes, neurosciences.

Abstract

This research is part of the myriad of works carried out on the prevalence of neuromyths in the teaching community in different countries around the world. We wanted to extend this study to our country Algeria. Our article will report on a written questionnaire distributed to teachers (all disciplines combined) of the high school cycle. Our goal is to identify the most prevalent neuromyths among this population. Our results show that some neuromyths are more popular than others. In addition, most teachers who want to know how the brain works get this false information from unreliable sources on the web.

Key words: brain, education, neuromyths, neuroscience, teachers.

Introduction

Avec le développement fulgurant des neurosciences et les grandes quantités d'informations circulant sur Internet, un grand nombre de neuromythes s'est répandu dans le corps enseignant. Kirschner & Merriënboer (2013) préfèrent les appeler « *légendes urbaines* ». Il s'agit de fausses croyances sur le fonctionnement du cerveau humain telles que : on utilise uniquement 10% de notre potentiel neuronal, le bilinguisme freine le développement des capacités cognitives, la dominance hémisphérique, les intelligences multiples, la méthode brain gym, l'effet Mozart, ne pas entremêler deux apprentissages, etc. Ces neuromythes sont nombreux mais dans le cadre de ce travail on s'intéressera uniquement à quelques-uns qui sont les plus répandus: les styles d'apprentissage, la dominance hémisphérique, les différences cognitives entre les deux sexes, la Net génération, la période sensible/critique, l'utilisation de 10% du cerveau et les intelligences multiples. Nous tenterons de comprendre la prévalence de ces croyances erronées sur le cerveau chez les enseignants algériens du cycle secondaire.

I. Cadre théorique

Grâce à l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf) qui permet de regarder le cerveau humain en activité, les connaissances sur les fonctions cognitives humaines ont connu une croissance considérable ces dernières décennies. Ce développement a donné naissance à une grande littérature sur le sujet. Mais la mauvaise interprétation de ces travaux et le manque de communication entre chercheurs et enseignants ont donné naissance à des neuromythes très populaires parmi les enseignants.

I. 1. Les styles d'apprentissage

A partir des années 70, plusieurs typologies de styles d'apprentissage ont été développées : divergent, assimilateur, convergent, accommodateur/praticiens vs fuyant, collaborateur vs compétitif, autonome vs dépendant/innovateur, analytique, dynamique et de sens commun/ visuel, auditif, kinesthésique, etc. D'après Rousseau, Gauthier & Caron (2018 : 411), il existerait « *71 différents modèles de styles d'apprentissage, qui ne partagent pas nécessairement (...) les mêmes fondements conceptuels.* ».

Cette théorie soutient que le fait d'adapter les enseignements aux styles d'apprentissage des élèves favoriserait les apprentissages car chaque élève aurait un style personnel dans le traitement de l'information. Autrement dit, si l'élève est visuel, son cerveau traite mieux les entrées iconiques tandis que l'auditif traite plus efficacement les informations sonores (Masson, 2015).

Or, Kirschner & Van Merriënboer (2013 : 173) soulignent trois problèmes capitaux liés à cette notion ; premièrement, la difficulté de déterminer le style d'apprentissage de chacun car la plupart des apprenants

n'ont pas un seul style d'apprentissage. Deuxièmement, les tests assignés à cette fin ne sont pas fiables et finalement, il existe un grand nombre de styles qu'il devient difficile voire impossible de placer les apprenants dans des *pigeonholes*.

Se référant aux travaux de Clark (1982), les mêmes auteurs affirment que le mode d'apprentissage préféré n'est pas forcément le mode d'apprentissage le plus productif :

Clark (1982) found in a meta-analysis of studies using learner preference for selecting particular instructional methods that learner preference was typically uncorrelated or negatively correlated to learning and learning outcomes. That is, learners who reported preferring a particular instructional technique typically did not derive any instructional benefit from experiencing it. (p.175)

Pshler et al. (2008: 117) ayant examiné toute la littérature sur les styles d'apprentissage et ses implications pédagogiques ont abouti aux mêmes conclusions:

On the basis of our review, the belief that learning-style assessments are useful in educational contexts appears to be just that a belief. Our conclusion reinforces other recent skeptical commentary on the topic (...).At present, however, such validation is lacking, and therefore, we feel that the widespread use of learning-style measures in educational settings is unwise and a wasteful use of limited resources.

Pour leur part, Sarrasin & Masson (2017 : 16) affirment que les recherches menées sur le sujet n'ont pas pu confirmer cette hypothèse : « *Bien que les élèves puissent avoir des préférences liées à un mode d'apprentissage particulier, le fait d'enseigner en fonction de ces préférences ne favorise pas un meilleur apprentissage.* ». Ainsi, il faudrait plutôt adapter les contenus aux besoins des apprenants et non pas à leurs styles d'apprentissage. En outre, l'interconnectivité du cerveau rend cette hypothèse complètement erronée puisqu'il est « *faux d'affirmer que le cerveau de chaque individu possède une région sensorielle « dominante » qu'il faut stimuler davantage pour optimiser l'apprentissage, puisque les diverses régions sensorielles corticales partagent entre elles de nombreuses interconnexions synaptiques.* » Rousseau, Gauthier & Caron (2018 : 414).

Enfin, nous citons en guise d'exemple deux recherches conduites par Rogowsky et al. (2015-2020). Leur objectif était de déterminer dans quelle mesure les styles d'apprentissage auditif/visuel influencent la compréhension orale et écrite des apprenants. Ainsi, en fonction des styles d'apprentissage préférés (déterminés par un test), des enseignements ont été dispensés de deux façons : on a remis aux visuels un livre électronique visuel pour la compréhension écrite et pour les auditifs un livre audio pour la compréhension orale. Les résultats ont démontré que les styles d'apprentissage n'avaient

aucune incidence sur le rendement intellectuel. Mais encore, les élèves avec un style d'apprentissage visuel ont obtenu de meilleurs scores que ceux avec un style d'apprentissage auditif en compréhension orale et écrite. Il en ressort qu'il n'existe aucune interaction entre le style d'apprentissage (auditif, visuel) et l'efficacité de l'enseignement.

I. 2. La dominance hémisphérique

La dominance hémisphérique est un autre neuromythe tenace. Le cerveau humain est constitué de deux hémisphères : le droit et le gauche reliés entre eux par le corps calleux. Bien que chaque hémisphère soit spécialisé dans des tâches différentes, la séparation entre les deux est illusoire. Les deux hémisphères sont en communication permanente en vue de réaliser les opérations cognitives.

Selon ce mythe, certains élèves seraient « cerveau gauche » alors que d'autres « cerveau droit », c'est-à-dire que les premiers seraient doués pour le langage, ils sont logiques, rationnels, analytiques et sérialistes. Tandis que les seconds seraient davantage créatifs, intuitifs, synthétiques et holistes. Donc, adapter les contenus à ces différences hémisphériques optimiserait l'apprentissage.

Nous citerons à ce propos, les travaux d'un groupe de chercheurs américains (Nielsen et al. 2013 : en ligne) qui sont partis du postulat que les régions cérébrales latéralisées servaient à des fonctions spécifiques et par conséquent les individus peuvent être latéralisés cerveau gauche ou cerveau droit. Les chercheurs en question s'appuyant sur la neuroimagerie de plus de mille personnes ont réfuté la thèse de la dominance hémisphérique :

It's absolutely true that some brain functions occur in one or the other side of the brain. Language tends to be on the left, attention more on the right. But people don't tend to have a stronger left- or right-sided brain network. It seems to be determined more connection by connection. (...). Despite the need for further study of the relationship between behavior and lateralized connectivity, we demonstrate that left- and right-lateralized networks are homogeneously stronger among a constellation of hubs in the left and right hemispheres, but that such connections do not result in a subject-specific global brain lateralization difference that favors one network over the other (i.e. left-brained or right-brained).

En conclusion, même si des études ont démontré que « *certaines fonctions cognitives se situent essentiellement dans un hémisphère. Par exemple le langage se situe principalement dans l'hémisphère gauche* » (Allaire-Duquette et al. 2018 : 11) ; lors d'une tâche cognitive, plusieurs zones du cerveau s'activent au même temps. Donc, la dominance hémisphérique n'existe pas.

I. 3. Les différences cognitives entre les femmes et les hommes

« Les garçons sont doués pour les filières scientifiques et les filles pour les filières littéraires », qui n'a pas entendu ce discours ne serait-ce qu'une fois dans sa vie ? « *Or, d'un point de vue scientifique, la distinction entre les capacités langagières et mathématiques des garçons et des filles est peu démontrée, et sa pertinence est remise en question.* » Allaire-Duquette et al. (2018 : 12).

Ce mythe a été largement diffusé suite aux travaux du médecin français Broca qui a affirmé en 1861 que les hommes ont de plus gros cerveaux que les femmes parce qu'ils sont plus intelligents que celles-ci. Néanmoins, d'après les travaux de Catherine Vidal (2001), d'Allaire-Duquette et al. (2018) et Daphna Joel et al. (2011, 2016, 2018), le cerveau humain ne peut pas être masculin ou féminin. « *Il demeure également difficile de déterminer si les différences cérébrales sont attribuables au sexe ou encore aux facteurs socioculturels, qui ont aussi des effets sur la structure et le fonctionnement du cerveau.* » (Allaire-Duquette et al. 2018 :12).

Toutefois, Frank Ramus (2018 : en ligne) admet l'existence de différences cérébrales anatomiques minimales mais soutient qu'il n'existe pas de différence au niveau des fonctions cognitives :

Il est donc faux que les hommes et les femmes soient qualitativement différents sur le plan cognitif, comme peuvent le laisser entendre certains livres grand public, certains médias et de nombreux lieux communs. Il en est de même au niveau cérébral : les cerveaux masculins et féminins ne sont pas qualitativement différents, même si de nombreuses petites différences existent.¹

Les résultats d'une recherche menée aux USA auprès de plus de 300 élèves (garçons et filles) scolarisés au primaire et au collège afin d'examiner le rôle des stéréotypes de genre dans le développement de la perception qu'ont les jeunes de leurs propres capacités en mathématiques et en sciences ont montré que les stéréotypes des adultes influencent la perception des compétences des enfants et constituent un biais de la formation de leurs propres croyances sur les différences cognitives entre les deux sexes. Ainsi, les représentations des apprenants interrogés étaient en corrélation directe avec les stéréotypes des adultes. Ces élèves avaient les mêmes croyances positives à

¹ Dans une étude menée par une équipe française sur les différences entre les genres dans le développement psychomoteur pendant la période préscolaire (Peyre et al. :2019) et une autre recherche antérieure en 2017 conduite par une équipe anglophone (Toivainen et al. : 2017), les mêmes résultats ont été enregistrés : les filles ont une meilleure psychomotricité et de meilleures compétences linguistiques que les garçons dans la plupart des domaines linguistiques (phonologie, lexique et syntaxe) qui disparaissent entre 3 ans et 5 ans. Trois hypothèses ont été avancées pour expliquer cette supériorité précoce mais aucune d'elle n'a été validée pour le moment : « *Three main hypotheses related to environmental, behavioral, and biological factors have been proposed to explain the seearly sex differences in psychomotor development.* ». Peyre et al. (2019 : 370). Ce qui est consensuel dans ces travaux est que ces différences disparaissent à partir de l'âge de 6 ans maximum c'est-à-dire à l'entrée à l'école.

l'égard des garçons concernant les filières scientifiques. Kurtz-Costes et al. (2008 : 402).

Proust (2019), dans une synthèse de travaux menés sur le sujet (Monteil & Huguet : 1991, Huguet, Brunot & Monteil : 2001)², rappelle l'impact des stéréotypes de genre sur les compétences des filles en géométrie :

La présentation d'une tâche comme un exercice de géométrie abaisse le niveau de succès des filles, sensibles au stéréotype "les filles sont nulles en géométrie", mais non sa présentation comme un exercice de dessin. De même, dans des études similaires, le stéréotype "les garçons sont mauvais en lecture" influence les garçons quand la tâche est présentée comme un exercice de lecture, plutôt que comme un jeu. (). Ce qu'il faut retenir :

- Les stéréotypes de genre ont un effet sur la confiance en soi qui, en mathématiques, est positif pour les garçons, et négatif pour les filles, et réciproquement, en lecture.
- Ces stéréotypes sont auto-réalisateurs : quand ils sont désactivés, les résultats sont identiques pour les filles et les garçons, voire légèrement supérieurs pour les filles.

Donc, l'image de soi, de ses propres compétences, façonnée par les adultes est déterminante dans l'apprentissage. Pourtant, le genre ne représente en aucun cas un frein par rapport aux disciplines scolaires :

Si les filles se sentent moins attirées par les maths, c'est sans doute en raison du poids, pernicieux mais réel, exercé par les stéréotypes tout au long de l'éducation, même pour celles qui n'adhèrent pas à ces stéréotypes. Les filles ont naturellement autant de capacités pour les maths que les garçons, mais la société véhicule parfois une représentation contraire. Berthier et al. (2018 : 49)

A ce titre, Carol Dweck parle de théorie naïve de l'intelligence³. Cette théorie influence la perception de l'élève de ses propres capacités à résoudre des problèmes scolaires et à exceller dans une matière donnée. Elle se forme inconsciemment et involontairement via le contact avec sa culture et son environnement. Cette vision de l'intelligence peut être statique ou dynamique, elle se structure grâce au processus de socialisation et au contact de l'enfant avec les divers facteurs environnementaux. Cette théorie « *qui se forme dans l'esprit de l'enfant le conduit alors à considérer que ses compétences intellectuelles ou disciplinaires et –celles d'autrui –sont affaires de dons, de propriétés fixes et innées, propres à la personne.* » (Proust : 2019). Ainsi, ce mythe est créé et consolidé par des stéréotypes largement partagés dans les sociétés même les plus développées.

² Le même exemple est cité dans les travaux de Vidal.

³Traduction de Proust de *Mindset*.

I. 4. La Net génération et les apprenants multitâches

Il s'agit d'un neuromythe selon lequel il y aurait une nouvelle génération d'apprenants appelée « les natifs du numérique multitâches »⁴ pour qui apprendre est jouer. Le premier à employer ce terme fut Prensky (2001) pour désigner un groupe de jeunes qui sont nés à l'ère numérique et qui jouissent de grandes compétences technologiques. Dès lors, plusieurs terminologies ont vu le jour : Igénération, Net génération et Google génération. Veen & Vrakking (2006) utilisent le terme « Homo Zappiens ». Contrairement à l'homo sapiens, cette génération d'homo zappiens apprend différemment. Pour ces apprenants, l'école serait uniquement un espace de rencontre d'amis car ils ont la capacité d'apprendre via l'audiovisuel. Ils sont même capables de résoudre des problèmes en jouant ou en tchatchant sur le net ; autrement dit, ils sont multitâches. Ils sont « *creative problem solvers, experienced communicators, self-directed learners, and digital thinkers.* » (Kirschner & Van Merriënboer 2013: 170). Selon les mêmes auteurs, cette légende urbaine repose sur la conviction largement partagée que ces penseurs numériques, exposés aux nouvelles technologies depuis la tendre enfance, développent des performances qui leur permettent de gérer leur propre apprentissage.

Si la génération Google serait capable de contrôler son apprentissage grâce aux nouvelles technologies, les recherches ont souligné que l'utilisation de ces technologies à des fins pédagogiques est rarissime. D'ailleurs, les mêmes auteurs citent des travaux menés dans différents pays à travers le monde (Etats Unis, Autriche, Australie, Espagne, Canada, Suisse, etc.) qui ont réfuté catégoriquement cette hypothèse. (Cf. les travaux de Prensky, 2001, Bullen et al. 2008, Margaryan et al. 2011). Ces recherches ont démontré que les connaissances de ces apprenants en technologie n'étaient pas approfondies et ne dépassaient pas les compétences de base : traitement de textes, messagerie électronique, manipulation d'images et de vidéos, réseaux sociaux (Facebook, Twitter, Instagram, etc.) et navigation sur différents sites Internet.

Une autre étude (Valtonen et al. 2011) menée auprès de nouveaux enseignants nés entre 1984 et 1989 en Finlande a montré que les enseignants de la Google génération n'ont pas de connaissances approfondies des outils qu'ils utilisent. Les programmes informatiques utilisés par cette Igénération sont très restreints. Aussi, leur utilisation des sites Internet et des médias sociaux ne répond pas à des fins pédagogiques.

La deuxième partie de ce mythe stipule que ces « digital natives » sont multitâches c'est-à-dire qu'ils peuvent faire leurs devoirs tout en tchatchant sur Internet, en jouant, en envoyant des texto, en consultant leur messagerie, etc. Or, d'après Kirschner & Van Merriënboer, les natifs du numérique sont

⁴Notre traduction de *digital multitaskers natives learners.*

multitâches dans le sens où ils ont développé par la pratique la capacité de passer rapidement d'une tâche à une autre tout en restant connectés : « *The problem here is that human cognitive architecture and brain functioning only allows for switching between different tasks* » (p.171). Allaire-Duquette et al. (2018 :12) avancent la même explication : « *Le mode multitâche serait donc plutôt défini par la capacité du cerveau à passer rapidement d'une tâche à une autre.* ».

En outre, pour effectuer deux tâches en même temps, l'une d'elles doit être automatisée pour éviter la charge cognitive⁵ « *Human beings can do more than one thing at any one time only when what they are doing is fully automated* ». Kirschner & Van Merriënboer (2013: 171). D'ailleurs, Dehaene (2013), dans le quatrième pilier de l'apprentissage (la consolidation des acquis) insiste sur l'importance de l'automatisation des apprentissages pour passer d'un traitement conscient avec effort à un traitement automatisé, inconscient. En effet, lors d'un nouvel apprentissage, notre cerveau a recours à un traitement explicite, c'est-à-dire une situation où le cortex préfrontal est fortement mobilisé par l'attention. De ce fait, le transfert de l'explicite vers l'implicite permet de libérer de l'espace dans le cortex préfrontal afin de pouvoir traiter de nouvelles informations.

I. 5. La période sensible

Connue aussi sous le nom de période critique, le terme renvoie à une période du développement de l'individu pendant laquelle il connaît une plasticité synaptique extrême lui permettant d'apprendre vite. Selon ce neuromythe, cette plasticité est perdue après un certain temps : « *Pour se développer de façon normative, certains événements linguistiques doivent avoir lieu pendant cette période critique précoce.* » (Harley 2008 : en ligne).

C'est Lennerberg qui, en 1967, a supposé l'existence d'une phase du développement, qu'il a appelé période critique, durant laquelle l'apprentissage de langues est optimal. Pour lui, cette période commence vers 2 ans et s'achève avec la puberté. Toutefois, il n'existe pas de consensus concernant l'âge de cette période. Certains estiment qu'elle finit à la puberté, d'autres soutiennent qu'elle prend fin bien avant (surtout pour la langue seconde). (Cf. la synthèse de Lambelet & Berthele, 2014).

Dès les années 1970, cette hypothèse de limite temporelle pour le développement langagier prend le nom de période sensible. La différence étant

⁵ « *Cognitive load theory (...) is an educational psychology theory concerned with instructional design. The aim of this theory is to generate knowledge that teachers can use when they design learning tasks and materials in order to improve students' learning. The theory can be considered under four headings: categories of knowledge; human cognitive architecture; categories of cognitive load; and, instructional design.* » Tricot, Vandenbroucke & Sweller (2019: en ligne).

qu'à la fin de cette période sensible, des apprentissages langagiers sont possibles mais très pénibles et l'apprenant ne pourra jamais atteindre le niveau natif. De plus, le processus se fera de façon explicite et sera cognitivement coûteux « *The decline of procedural memory for language forces late second language learners to rely on explicit learning, which results in the use of a cognitive system different from that which supports the native language.* » Paradis (2004) cité par Jean-Marc Dewaele (2013: en ligne).

Néanmoins, les neurosciences nous apprennent que le cerveau humain reste flexible (la plasticité cérébrale) et peut apprendre à tout âge. Toutefois, cet apprentissage connaîtrait certains aspects coercitifs dus aux périodes sensibles de nos aires sensorielles. En effet, des travaux récents sont parvenus à la conclusion qu'il existe diverses périodes sensibles dans nos systèmes sensoriels. Par exemple, dans le système auditif, il existe maintes périodes sensibles pour différents aspects du traitement de la parole. Ces facteurs influencent l'acquisition de nouvelles langues après la puberté :

plasticity in acquiring new languages is likely to be the combinatorial result of the relative plasticity of underlying auditory, phonological, semantic, syntactic, and motor systems, combined with the developmental interactions between these components. Research suggests that the limiting factor when children and adults attempt to learn languages later in life is an attenuated ability to distinguish the component sounds (or in the case of sign language, hand shapes) of the language (McDonald, 1997). Impairments in morphology and grammar are less marked (...). Such impairments are perhaps contingent on difficulties representing the input signal, which then impacts on the computations that must be carried out on this signal. There may be no reduction at all in the ability to represent new meanings, that is, the semantics of the language system. Thomas & Knowland (2009 : en ligne).

Les mêmes auteurs ajoutent que cette plasticité cérébrale « *peut présenter des réductions plus importantes ou plus précoces pour la phonologie et la morphosyntaxe que pour la sémantique lexicale, dans lesquelles il ne peut y avoir aucune réduction liée à l'âge (...)* »⁶. Ils affirment par ailleurs qu'à « *ce jour, il n'existe aucune preuve solide de l'existence de périodes sensibles de haut niveau ayant pour effet de restreindre l'apprentissage des capacités supérieures.* »⁷ Thomas & Johnson (2008 : en ligne.).

Dans le même ordre d'idée, le neuroscientifique français Stanislas Dehaene (2018 : en ligne), précise que la plasticité cérébrale existe à tout âge. Elle correspond au fait que les circuits cérébraux peuvent se modifier mais elle est quand même plus importante chez l'enfant. « *Par exemple, s'agissant du lexique mental, la plasticité nous permet d'apprendre des mots toute notre vie.* » affirme le psychologue cognitif et il ajoute que cette plasticité n'est

⁶ Notre traduction.

⁷ Idem.

pas générale à toutes les zones du cerveau et qu'elle est potentiellement tributaire de facteurs exogènes comme l'environnement et la pharmacologie.

Ainsi, le seul problème qui se poserait est la question de la maîtrise de la langue après la puberté ; un adulte ne pourrait pas atteindre le niveau natif contrairement à un enfant (Thomas & Bloomsbury 2008, Thomas & Knowland 2009). En outre, Lambelet & Berthele (2014) soutiennent que les adultes apprennent plus vite que les enfants sur le court terme mais sur le long terme, les enfants s'avèrent plus performants.

I. 6. Les intelligences multiples

En 1983, Howard Gardner publie son livre *Frames of Mind: the Theory of Multiple Intelligences* et avance ainsi sur la scène scientifique le concept des intelligences multiples. Dans cet ouvrage, Gardner recense sept types d'intelligence auxquels il en rajoutera deux autres (1993 – 1999).

Depuis sa parution, le concept est sévèrement critiqué car les chercheurs trouvent que la définition du mot « talent » a été appliquée au mot « intelligence ». D'ailleurs, Gardner lui-même affirme avoir utilisé le mot « intelligence » à dessein afin d'assurer le succès à son ouvrage.

L'auteur pensait que cette théorie pouvait servir de modèle de référence aux pratiques pédagogiques de sorte que chaque enseignant adaptera son enseignement aux différentes intelligences des élèves. Pourtant, aucune recherche scientifique n'a pu valider cette théorie et ses bienfaits en éducation. D'ailleurs, Gardner n'a proposé aucun moyen de vérifier sa théorie qu'il qualifie lui-même de non testable du moment qu'il n'y a pas de démarche pour définir le profil d'intelligence d'un individu.

C'est pourquoi, en 1997, Gardner reconnaît que sa théorie ne repose pas sur des données empiriques car il n'existe pas d'outil pour mesurer l'intelligence dans chaque domaine et en 2016, dans son article intitulé *Multiple Intelligences: Prelude, Theory, and Aftermath*, il admet que sa théorie n'est plus d'actualité « *I readily admit that the theory is no longer current. Several fields of knowledge has advanced significantly since the early 1980s (...) I am no longer wedded to the particular list of intelligences that I initially developed.* ».

De surcroît, de récentes études ont démontré que ces compétences ne sont pas indépendantes les unes des autres même si elles activent des régions différentes du cerveau humain « *S'il est vrai que les compétences associées aux huit types d'intelligence se situent dans des régions relativement distinctes du cerveau, les études montrent que ces huit compétences ne sont pas indépendantes les unes par rapport aux autres.* » Sarrasin & Masson (2017 :17).

I. 7. Nous n'utilisons que 10% de notre cerveau

Ce mythe est très répandu, certains l'attribuent à Einstein, d'autres à Freud et d'autres aux travaux du psychologue américain James William qui a soutenu que l'être humain n'utilise pas tout son potentiel mental. Dès lors, le mythe persiste mais depuis l'apparition de l'IRMf (Imagerie par Résonance Magnétique Fonctionnelle), les scientifiques arrivent à voir le cerveau humain en pleine action. De ce fait, ce neuromythe a été définitivement réfuté.

D'ailleurs, l'IRMf a montré qu'en moyenne 15% d'activité cérébrale est enregistrée lorsque notre cerveau est au repos, et environ 30% lorsque nous racontons une histoire. Nous sommes donc bien loin du maximum de 10% et cela même en étant au repos : « *Quand on visualise l'activité du cerveau en Imagerie par Résonance Magnétique fonctionnelle (IRMf) au repos, c'est-à-dire sans tâche à réaliser mais sans dormir, tout un réseau d'aires cérébrales est activé. Ce réseau « oisif » lui-même repose sur bien plus de 10 % des neurones de notre cerveau.* » Berthier et al. (2018:49-50)

Le neurologue américain Barry Gordon (2008: en ligne) affirme que « *It turns out though, that we use virtually every part of the brain, and that [most of] the brain is active almost all the time... Let's put it this way: the brain represents three percent of the body's weight and uses 20 percent of the body's energy.* ». De leur côté, Lafortune, Brault Foisy & Masson (2013 : 56) admettent que « *dans les milliers de recherches menées en neurosciences, aucune partie du cerveau ne s'est avérée inutilisée!* ».

A présent et après ce tour d'horizon notionnel, nous allons présenter notre protocole de recherche et expliquer le déroulement de l'enquête.

II. Méthodologie et résultats

L'objectif principal de cette étude est d'identifier les neuromythes courants parmi les enseignants algériens. Notre enquête a été appliquée à des enseignants du cycle secondaire exerçant dans des circonscriptions différentes se situant toutes dans la même ville : Blida, à 45 km au sud de la capitale Alger –Algérie-. Les établissements retenus sont situés dans trois zones différentes : urbaine, périphérique et rurale. Au total, neuf lycées ont été sélectionnés en fonction de la facilité d'accès, nous avons des collègues qui y travaillent.

Les participants à cette étude enseignent les matières suivantes : anglais, arabe, français, allemand, espagnol, mathématiques, physique, sciences naturelles, Histoire et géographie, sciences économiques et gestion, sciences islamiques, philosophie, éducation physique, technologie électrique, comptabilité et génie civil.

Les participants sont âgés entre 23 et 58 ans ayant pour la plupart des diplômes universitaires (technicien supérieur, licence, master et magistère).

Notre échantillon inclut 221 enseignants : 73 (33%) hommes et 148 (66.96%) femmes. Le questionnaire a été soumis aux enseignants dans les deux langues : arabe et français. Nous avons recueilli 178 en arabe et 43 en français.

Notre questionnaire a été construit avec les trois réponses suivantes pour chaque assertion (oui/non/ je ne sais pas). Il a été demandé aux enseignants de se positionner par rapport à sept neuromythes et de citer leur source d'information pour chacun.

Le questionnaire écrit a été présenté aux participants sur leur lieu de travail, Le temps imparti était de 30 minutes sans accès à aucune source d'information extérieure.

Les données seront interprétées quantitativement et qualitativement et de façon générale, c'est-à-dire que les différences de genre, d'âge, de niveau d'instruction, de région d'exercice et de matière enseignée ne constituent pas des variables dans notre analyse des discours des enseignants.

III. Résultats

Tableau 1 : Les réponses des enseignants

	Oui	Non	Je ne sais pas
Les styles d'apprentissage	92.3%	5.88%	1.8%
La dominance hémisphérique	77.82%	4.52%	17.19%
Les différences cognitives entre les filles et les garçons	72.39%	27.6%	0%
La Net génération	57.46%	42.53%	0%
La période sensible	22.17%	76.01%	1.8%
Les intelligences multiples	95.95%	0.9%	4.07%
Nous n'utilisons que 10% de notre cerveau	46.15%	41.17%	12.66%

Le tableau ci-dessus présente une vue générale de la prévalence des neuromythes chez les enseignants questionnés. Selon les réponses obtenues, plus de 92% ont accepté le mythe éducatif suivant : « *Les apprenants apprennent mieux quand ils reçoivent les informations dans leur style d'apprentissage préféré* ». Les enseignants confirment que les élèves sont plus motivés, plus réceptifs et plus attentifs quand l'information est dispensée dans leur style d'apprentissage préféré surtout pour les filières scientifiques. De plus, les élèves qui utilisent leur style d'apprentissage préféré sont plus intelligents, ils apprennent plus vite et réussissent mieux que les autres apprenants. D'autres enseignants soutiennent que les styles d'apprentissage sont compatibles avec les principes de l'approche par les compétences.

Plus de 67% de la même population interrogée sur la thématique de la dominance hémisphérique qui peut aider à expliquer les différences individuelles entre les apprenants « cerveau gauche/cerveau droit » répondent affirmativement. Les sujets interrogés s'accordent sur le fait que notre cerveau est divisé en deux parties et que chacune est responsable de différentes activités cognitives et c'est cette latéralisation qui déterminera si l'élève sera scientifique ou littéraire/créatif. Les enseignants pensent qu'un enseignement adapté au profil de dominance hémisphérique des apprenants les aidera à mieux apprendre.

Les résultats obtenus pour le neuromythe sur les différences cognitives entre les filles et les garçons montrent que plus de 72% pensent que c'est vrai. La balance étant penchée en faveur du genre masculin. Les réponses positives reflètent des représentations fort partagées et des doxas transmises de génération en génération : *« les deux cerveaux sont différents / les deux sexes ont des facultés cognitives différentes / les garçons sont plus intelligents que les filles/ les filles sont mièvres et aiment frimer / les filles sont douées en langues car cet apprentissage va avec leur féminité et leur nature superficielle / les capacités cognitives des filles sont limitées et ne leur permettent pas d'étudier les matières scientifiques surtout les mathématiques / les filles aiment apprendre par cœur tandis que les garçons préfèrent réfléchir / les filles n'ont aucune logique »*.

57% des enseignants interrogés sur la thématique de la Net génération approuvent l'existence d'une nouvelle génération d'apprenants multitâches qui gère son apprentissage. Ces enseignants pensent que *« le Net est source d'apprentissage / ces élèves sont plus intelligents, plus actifs, ont des connaissances acquises sur le Net/ ils sont multitâches / l'utilisation du Net développe l'intelligence »*. Leurs collègues ayant exprimé un avis contraire avancent les arguments suivants : *« ces élèves deviennent esclaves du Net / ils manquent de concentration car ils trouvent l'information facilement / Internet est chronophage / c'est la faute aux parents / on sait qu'ils utilisent le Net pour jouer et non pour acquérir le savoir »*.

Pour le mythe de la période sensible, seulement 22% considèrent que la période sensible existe réellement. Néanmoins, les réponses viennent contredire ces affirmations car la majorité pense que *« nous pouvons apprendre à tout âge même s'il est préférable de le faire avant la puberté »*. Une autre réponse est récurrente *« la motivation est suffisante pour apprendre à n'importe quel âge »* ce qui pointe un autre neuromythe (Tricot, 2018).

Le mythe pédagogique sur les intelligences multiples obtient le score le plus élevé des réponses affirmatives : plus de 95%. En général, les enseignants le considèrent comme un véritable atout pour les apprentissages et pensent qu'il est nécessaire de *« sensibiliser les élèves à leur type d'intelligence pour les aider à décider de leur avenir professionnel »*. Certains considèrent cette

différence comme « *une bénédiction* » : « *heureusement que les élèves développent des intelligences différentes, ce qui va les orienter vers des disciplines différentes.* »

Finalement, concernant la question de l'utilisation restreinte de nos capacités cérébrales, les réponses sont proportionnellement partagées, 46% des enseignants ont approuvé ce neuromythe et 41.17% ont répondu par la négative contre 12.66% qui ne savent pas. Les tenants de la réponse positive pensent qu'il « *n'y a que les génies qui utilisent plus de 10% comme Einstein* ». Certains enseignants pensent qu'aucune étude scientifique ne le prouve et que pour le moment, il n'existe aucun moyen de mesurer l'activité cérébrale. Plusieurs enseignants (37%) croient à d'autres pourcentages de l'activité cérébrale: « *on utilise 50%, 30%, 20% de notre cerveau* ».

IV. Discussion

Les réponses obtenues prouvent que les enseignants interrogés croient à de nombreux neuromythes. Sur les sept mythes éducatifs présentés aux enseignants, deux sont estimés à plus de 90%. Le taux d'adhérence le plus élevé a été enregistré par rapport au mythe des intelligences multiples. Les résultats indiquent aussi que les enseignants adhèrent massivement au mythe des styles d'apprentissage. Ils pensent que les distinctions entre les styles d'apprentissage chez les apprenants proviennent des études sur le cerveau et que cela revêt un intérêt pédagogique incontesté. Cette confirmation est « *prouvée scientifiquement* » selon les enseignants sans indiquer de source précise.

De manière générale, ces résultats montrent la prolifération de ces neuromythes à grande échelle dans le domaine de l'éducation. La population testée semble neurophile et sa source de recherche privilégiée est Internet. Par exemple, pour le mythe des 10% : les mass médias peuvent contribuer à la propagation de ce mythe par le biais de films (6 enseignants ont cité Lucy⁸).

Pour toutes les assertions proposées, la population interrogée donne toujours la même réponse « *c'est prouvé scientifiquement* », « *je l'ai vu à la télé* », « *je l'ai vu sur Internet* ». Les enseignants admettent utiliser quatre moyens d'information : Facebook (89%), YouTube (65%), la télévision (58%) et les journaux (11%). Aucun enseignant n'a admis lire des magazines scientifiques spécialisés.

De toute évidence, la prévalence de ces mythes ne dépend ni de l'âge des enseignants, ni de leur genre, ni de la matière enseignée et encore moins de leur niveau d'instruction mais de leurs connaissances sur le cerveau collectées pour la plupart sur Internet.

⁸ Film français sorti en 2014 qui soutient que l'être humain n'utilise que 10 % de son cerveau.

Certes, ces enseignants sont désireux d'améliorer leurs pratiques de classe par la compréhension du fonctionnement du cerveau humain mais malheureusement, ils ne lisent pas des documents appropriés et fiables. D'ailleurs, plusieurs recherches (Dündar & Gündüz 2016, Dekker et al. 2012, Howard-Jones 2014, Ferrero, Garaizar & Vadillo 2016) ont démontré que les enseignants qui s'intéressent le plus à la littérature sur le cerveau sont les premières victimes des neuromythes « *knowledge about the brain did not protect teachers from believing in neuromyths. On the contrary, educators who seemed to know more about the brain committed more errors in identifying neuromyths.* » (Ferrero, Garaizar & Vadillo 2016: en ligne).

En résumé, la prééminence de ces neuromythes dans le corps professoral peut être imputable à plusieurs facteurs :

1. Le manque de lecture ou la lecture de magazines et revues pseudo-scientifiques. En effet, tout dépend de la qualité de documents que lisent les enseignants « *we found that while having read scientific journals reduced belief in neuromyths, having read educational magazines increased this belief. Taken together, these results underline the relevance that quality of information has in teachers' beliefs about the brain.* » (Ferrero, Garaizar & Vadillo, 2016: en ligne).
2. Certaines émissions de vulgarisation des recherches en neurosciences induisent les enseignants en erreur et renforcent ces légendes urbaines.
3. Le manque de sessions de formation pourrait expliquer la présence de ces fausses croyances sur le fonctionnement du cerveau : « *Les neuromythes sont révélateurs d'un manque au niveau des formations initiales et continue des enseignants qui n'ont pas toujours eu l'occasion d'acquérir des connaissances suffisantes leur permettant de garder une distance critique par rapport à certains modèles.* » Tardif & Doudin (2010 : 13-14).
4. L'absence des neuromythes des curricula des formations universitaires et professionnelles.
5. Le manque de communication entre spécialistes et enseignants : « *This gap between researchers and practitioners has caused the misinterpretation and oversimplification of scientific research and facilitated the rapid proliferation of several misconceptions about the mind and the brain, known as neuromyths.* » (Ferrero, Garaizar & Vadillo, 2016 : en ligne).
6. Plusieurs de ces neuromythes existent depuis le siècle dernier alors que les recherches sur le fonctionnement du cerveau sont récentes. De ce fait, progressivement, ces connaissances viennent corriger des mythes persistants.

V. Lutter contre les neuromythes

Les fausses croyances sur le fonctionnement cérébral peuvent amener les enseignants à adopter des choix pédagogiques inefficaces voire

contreproductifs « *The prevalence of this neuromyth among preservice teachers is likely to affect their professional development and to misdirect their teaching approach.* » Dündar & Gündüz (2016 : 229).

En effet, adhérer à ces neuromythes pourrait avoir un impact négatif et réducteur sur le rendement scolaire des élèves. Par exemple, croire que les filles sont moins intelligentes que les garçons et par conséquent incapables de comprendre les mathématiques risque de réduire les performances scolaires des filles dans cette matière. De plus, cela pourrait amener les enseignants à classer les apprenants selon des caractéristiques stéréotypées. Le phénomène de « la menace du stéréotype »⁹ montre que plus le stéréotype est répandu dans la population, plus les gens y adhèrent et par conséquent, les rendements scolaires se modifient en fonction de l'idée répandue. Il serait fort regrettable donc que les enseignants catégorisent leurs apprenants suivant des critères puisés dans de fausses théories réfutées par les récentes recherches puisque cet étiquetage peut avoir des conséquences préjudiciables sur le sentiment d'autoefficacité de l'apprenant dans certaines matières.

Aussi, les enseignants qui souscrivent à ces neuromythes peuvent les transmettre à leurs apprenants causant ainsi des inhibitions, des blocages et peuvent, par exemple, freiner le zèle des filles pour les filières scientifiques. De même, ces fausses croyances pourraient influencer la façon avec laquelle l'apprenant conçoit ses propres capacités intellectuelles et ses représentations de l'acte d'apprendre.

Pour y remédier, nous encourageons l'introduction des neurosciences dans la pensée pédagogique. Nous recommandons qu'une plus grande attention soit accordée au fonctionnement du cerveau dans les programmes universitaires et dans la formation professionnelle continue des enseignants (toutes spécialités confondues) :

Incorporating neuroscience courses into initial teacher training could enhance neuroscience literacy among teachers. In addition, initial teacher training should include the skills needed to evaluate scientific research (...). This would enable teachers to develop a critical attitude toward the information they receive and examine scientific evidence before including neuroscientific findings into their teaching practice. Dekker et al. (2012: en ligne).

Comme le cerveau est l'organe de l'apprentissage par excellence (Dehaene, 2018 : en ligne), il est fondamental de former, non seulement, les enseignants, mais également les apprenants à propos de son fonctionnement.

⁹« la menace du stéréotype (...) s'applique à tout élève qui associe à son appartenance sociale ou à son genre des prédictions dévalorisantes. Ainsi, toute tâche estimée difficile active la menace du stéréotype (le stéréotype n'est pas activé quand une tâche est facile.). » Proust (2019).

Pour ce faire, nous recommandons d'agir sur l'intelligence naïve citée ci-haut (Cf. Les différences cognitives entre les femmes et les hommes). Pour aider l'apprenant à adopter la théorie alternative qui :

conçoit l'intelligence comme un potentiel de croissance ("growthmindset"). C'est l'idée que l'intelligence se développe en fonction de l'effort, des bonnes stratégies d'apprentissage acquises et mobilisées, et de l'aide apportée par autrui. Cette théorie de l'intelligence "incrémentale" ou "fluide" encourage les élèves à voir dans les défis scolaires des occasions d'apprendre et de devenir "plus intelligents". (Proust : 2019).

La chercheuse préconise que l'enseignant soit attentif aux différentes compétences de ses apprenants et essaie de comprendre le rôle des facteurs exogènes comme la famille et l'environnement pour proposer par la suite des interventions pédagogiques adéquates.

De plus, un enseignement explicite et précoce des notions de base du fonctionnement du cerveau et de la neuroplasticité dès l'école élémentaire évitera aux apprenants de souscrire à ces mythes pédagogiques et améliorera leur rendement scolaire : ce sont les conclusions auxquelles ont abouti les travaux de l'équipe de Lanoë et al. (2015: en ligne) qui a réalisé l'expérimentation baptisée : « *Le programme pédagogique neuroéducatif : À la découverte de mon cerveau* » auprès d'élèves de cours élémentaire. L'objectif de cette étude était d'évaluer les effets de l'application d'un programme pédagogique neuroéducatif sur les performances scolaires en lecture et en calcul des élèves de l'école élémentaire.

Dans le même ordre d'idée, une opération baptisée « *cogni' classe* » est conduite en France dans plusieurs établissements. Il s'agit d'une classe « *qui expérimente des modalités pédagogiques inspirées par les sciences cognitives (...). Les projets se développent autour des axes fondamentaux de la cognition de l'apprentissage (mémorisation, compréhension, attention, implication, avec utilisation d'outils numériques pertinents).* » Berthier (2019 : 82). D'après ce dernier, pour le moment, les résultats sont fort encourageants. Les apprenants manifestent un grand intérêt pour les cours sur le fonctionnement cérébral. Berthier précise que l'apprenant « *qui comprend sa cognition devient maître de sa métacognition, il gère son apprentissage et arrive à surmonter les difficultés qu'il rencontre.* » (2019 : 89).

En somme, cette recherche a révélé que les enseignants ont de nombreuses idées fausses sur le fonctionnement du cerveau. Les mêmes taux d'adhérence ont été enregistrés par d'autres études citées ci-haut. De façon générale, nos résultats s'alignent à ceux générés par des études à l'international (Cf. les travaux de synthèse de Masson, 2015).

Conclusion

Il est évident que les enseignants ont de fausses croyances sur le fonctionnement du cerveau qui pourraient affecter leur approche de l'enseignement et les conduire ainsi à enseigner aux élèves de manière non optimale.

La présente étude aspire à sensibiliser les enseignants à ces fausses idées concernant le fonctionnement du cerveau humain. Elle fournit des indications sur des neuromythes exponentiellement répandus parmi les enseignants algériens. Nous partageons immanquablement le point de vue de Dehaene (2015 : en ligne) qui affirme qu'il est impossible d'enseigner dûment si l'on ne possède pas « *implicitement ou explicitement, un modèle mental de ce qui se passe dans la tête de l'enfant.* ».

Nous visons également à sensibiliser les instances concernées à l'importance de former les enseignants afin de prévenir des pratiques anti-pédagogiques voire périlleuses pour les apprenants¹⁰. Il va sans dire que connaître ces neuromythes aidera les enseignants à « *délaisser ces mythes au profit d'une éducation basée sur la recherche pour améliorer l'enseignement et la réussite des élèves* » Sarrasin & Masson (2017 : 18).

Nous aspirons, dans un futur proche, pouvoir mener en collaboration avec nos collègues des autres villes algériennes, des recherches à l'échelle nationale pour pouvoir proposer des dispositifs de remédiation à incorporer dans les programmes de formation des enseignants afin de minimiser ces mythes.

Bibliographie

Allaire-Duquette G., Sarrasin J.B, Brault Foisy L. M., Cyr G. et Thibault F., (2018), « Quand des neuromythes encouragent le sexisme » In *Spectre*, N°47. pp.11-14

Baillargeon, N. (2013), *Légendes pédagogiques. L'autodéfense intellectuelle en éducation*, Montréal, QC : Poètes de Brousse

Barnes, J.D. (2006). Early trilingualism. A focus on questions. Claverons :MultilingualMatters LTD.

Berthier J.L. (2019), « Les neurosciences et l'avenir de l'éducation apprendre et enseigner autrement » In *Futuribles* n° 428, Janvier-février 2019.

¹⁰« Une mesure de prévention essentielle est de faire bénéficier les enseignants d'une formation de base dans le domaine des neurosciences avec comme objectif le développement d'une pensée critique (...) sur les informations circulant à propos des liens entre le cerveau et l'apprentissage. » Tardif & Doudin (2010 : 13-14).

Berthier J.L., Borst G., Desnos M., Guilleray F., (2018), *Les neurosciences cognitives dans la classe : Guide pour expérimenter et adapter ses pratiques pédagogiques*, Paris, Editions ESF

Birdsong, D., & Molis, M. (2001), « On the evidence for maturational constraints in second language acquisition » In *Journal of Memory and Language*, 44, 235-249.

Bullen, M., Morgan, T., Belfer, K., & Qayyum, A. (2008). «The digital learner at BCIT and implications for an e-strategy» In *Researching and promoting access to education and training: The role of distance education and e-learning in technology enhanced environments*, Paper presented at 2008 Research workshop of the European distance education network (EDEN)", Paris, France.

Dehaene S. « L'apprentissage est presque la fonction la plus générale du cerveau » Mars 2018. Disponible sur le site : <https://lephant-larevue.fr/dossiers/stanislas-dehaene>

Dehaene S., (2015), « Psychologie cognitive expérimentale » In *Annuaire du Collège de France* 2014-2015. Disponible sur : <https://journals.openedition.org/annuaire-cdf/12564?lang=fr/>

Dehaene S., (2013) « Les grands principes de l'apprentissage », Collège de France et Unité INSERM- CEA de Neuro. Disponible sur : https://www.college-de-france.fr/media/stanislas-dehaene/UPL4296315902912348282_Dehaene_GrandsPrincipesDeLApprentissage_CollegeDeFrance2012.pdf

Dekker, S., Lee, N. C., Howard-Jones, P. et Jolles, J. (2012). « Neuromyths in education: Prevalence and predictors of misconceptions among teachers. *Frontiers* » In *Psychology*, 3, 429. Disponible sur : <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2012.00429> / Consulté sur 31/01/2018

Deligiannidi, K. and Howard-Jones, P. A (2015), «The neuroscience literacy of teachers in Greece» In *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 174. Disponible sur:
C:/Users/User/Desktop/Neuromyths/The_Neuroscience_Literacy_of_Teachers_in_Greece.pdf

Dewaele, J. M., (2014), « Second and Additional Language Acquisition. » In *Li Wei* (ed.) *Applied Linguistics*. Oxford: Blackwell. Disponiblesur:
C:/Users/User/Downloads/SLA_chapterDewaele.pdf

Dündar S. & Gündüz N. (2016), « Misconceptions Regarding the Brain: The Neuromyths of Preservice Teachers» In *International Mind, Brain, and Education Society and Wiley Periodicals, Inc.* Volume 10—Number 4. pp. 212-232

Ferrero1M., Garaizar P. & Vadillo M. A., (2016), « Neuromyths in education: prevalence among Spanish teachers and an exploration of cross-cultural. »In *Frontier in Human Neurosciences*, Volume 10 | Article 496

Flessas, J. (1997). « L'impact du style cognitif sur les apprentissages » In *Revue d'éducation et francophonie*. Vol : XXV, 2. Disponible sur : <http://www.acef.ca/c/revue/revuehtml/25-2/r252-03.html>.

Friederici A. D, SteinhauerK. and Pfeifer E., (2002), «Brain signatures of artificial language processing: Evidence challenging the critical period hypothesis » In *Psychology PNAS*, V. 99, N°01

Galindo Angelmiro & Moreno Lina María., (2007), « L'hypothèse de la période sensible et le développement de la langue maternelle et seconde : un cadre de référence pour le bilinguisme chez l'individu » In *Revista de Investigaciones* No. 17 - Universidad del Quindío p p 35- 54 Armenia, Año Gardner, H., (2016), «Multiple Intelligences: Prelude, Theory, and Aftermath » In *Scientists making a difference: One hundred eminent behavioral and brain scientists talk about their most important contributions*. Sternberg, R.

J. Fiske, S. T. & Foss, D. J. (Eds.). (2016). New York, NY, US: Cambridge University Press.

Geake J. (2008), « Neuromythologies in education» In *Educational Research* V. 50, N° 2:123-133

Gordon B., (2008), « Do People Only Use 10 Percent of Their Brains? What's the matter with only exploiting a portion of our gray matter? » Interview de Scientific American by Robynne Boyd on February 7, 2008. Disponiblesur: <https://www.scientificamerican.com/article/do-people-only-use-10-percent-of-their-brains/>

Harley T.A., (2008), *The psychology of language from data to theory*, 2nd edition, Psychology Press Ltd. Disponible sur: <http://www.al-edu.com/wp-content/uploads/2014/05/Harley-Psychology-of-Language-From-Data-to-Theory.pdf>

Howard-Jones, P. A. (2014). « Neuroscience and education: myths and messages. » In *Nature Reviews Neuroscience*, 15(12), 817–824.

Joel D., Persico A., Salhov M., Berman Z., Oligschläger S., Meilijson I. & Averbuch A, (2018), « Analysis of human brain structure reveals that the brain “types” typical of males are also typical of females, and vice versa » In *Frontiers in human Neuroscience*, V. 12. Disponible sur : https://people.socsci.tau.ac.il/mu/daphnajoel/files/2018/10/Joel_typical_human_brain.pdf

Joel D. & Fausto-Sterling A. (2016), « Beyond sex differences: New approaches for thinking about variation in brain structure and function » In *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*. Disponible sur : <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rstb.2015.0451>

Joel D. (2011), « Male or female? Brains are intersex », In *Integrative neuroscience perspective*, Volume 5. Disponible sur : C:/Users/User/Downloads/fnint-05-00057.pdf

Karakus, O., Howard-Jones, P.A., & Jay T., (2015), « Primary and secondary school teachers' knowledge and misconceptions about the brain » In *Turkey. Procedia Soc. Behav. Sci.* 174. Disponible sur : <file:///C:/Users/User/Desktop/Neuromyths/Neuromyths%20in%20education%20Turey.pdf>

Kirschner P. A. & van Merrinboer J.J.G. (2013) « Do learners really know best? Urban legends in education » In *Educational Psychologist*, 48 :3, 169-183

Kurtz-Costes, B., Rowley, S. J., Harris-Britt, A., & Woods, T. A. (2008), « Gender stereotypes about mathematics and science and self-perceptions of ability » In *Late childhood and early adolescence. Merrill-Palmer Quarterly* (1982), 386--409.

Lafortune S., Brault Foisy L.M., & Masson S. (2013), « Méfiez-vous des neuromythes » In *AQEP Vivre le primaire*, Volume 26, N°2, Québec

Lambelet A. & Berthele R., (2014), *Âge et apprentissage des langues à l'école*, (Rapport du Centre scientifique de compétence sur le plurilinguisme), Suisse, Fribourg

Lanoë C., Rossi S., Froment L., Lubin A., (2015), « Le programme pédagogique neuroéducatif « À la découverte de mon cerveau » : quels

bénéfiques pour les élèves de l'école élémentaire » In *A.N.A.E.* N° 134 – FÉVRIER 2015 1. Disponible sur :
file:///C:/Users/User/Downloads/LANO_2015_ANAE%20(1).pdf / Consulté le 04/05/2019

Larivée S. Senéchal C. (2012), « Que dit la science à propos des intelligences multiples ? Whatdoes science say about the multiple intelligences theory? », In *Revue québécoise de psychologie* (2012), 33(1), 23-45.

Margaryan, A., Littlejohn, A., &Vojt, G. (2011). « Are digital natives a myth or reality? University students' use of digital technologies» In *Computers and Education*, V. 56, 429–440.

Masson S. (2015), « Les apports de la neuroéducation à l'enseignement : des neuromythes aux découvertes actuelles » In *A.N.A.E.* N° 134

Nielsen, J. A., Zielinski, B. A., Ferguson, M. A., Lainhart, J. E. et Anderson, J. S. (2013), «An Evaluation of the Left-Brain vs. Right-Brain Hypothesis with Resting State Functional Connectivity Magnetic Resonance Imaging. » In *PLOS ONE*, 8(8), e71275. Disponible sur:
file:///C:/Users/User/Downloads/An_Evaluation_of_the_Left-Brain_vs_Right-Brain_Hyp.pdf

Pashler, H., McDaniel, M., Rohrer, D., & Bjork, R. (2008). « Learning styles concepts and evidence. »In *Psychological science in the public interest*, volume 9, N°3, 105-119.

Pasquinelli E. (2016), « Neuromythes : des opportunités pour parler de science, d'éducation et du cerveau » In *Quand le cerveau entre à l'école, Vivre le primaire.* V.29, N° 03

Pasquinelli, E. (2012). « Neuromyths why do they exist and persist? » In *Mind, Brain, and Education*, vol. 6, N° 2, p. 89-96.

Pei, X., Howard-Jones,P.A.,Zhang,S.,Liu, X., &Jin, Y.(2015), «Teacher's understanding about the brain in East China» In *Procedia Soc.Behav.Sci.* 174. Disponible sur:
C:/Users/User/Downloads/teachers-understanding-about-the-brain-in-east-china.pdf

Peyre H. Hoertel N., Bernard J.Y., Rouffignac C., Forhan A., Taine M., Heude B., Ramus F., (2019), «Sex differences in psychomotor development during

the preschool period: A longitudinal study of the effects of environmental factors and of emotional, behavioral, and social functioning. » In *Journal of Experimental Child Psychology* N° 178 (2019) 369–384

Prensky, M. (2001). « Digital natives digital immigrants » In *Horizon NCB University Press*, V.9, N°5, 1-6.

Proust J., (2019), « La métacognition. Les enjeux pédagogiques de la recherche. » In *Les sciences au service de l'école*, sous la direction de Stanislas Dehaene, Paris, Odile Jacob.

Ramus F., (2018), « Les écueils du débat sur les différences cognitives et cérébrales entre les sexes » In *Psychologie scientifique, neurosciences, médecine, éducation*, N° 50. Disponible sur : <http://www.scilogs.fr/ramus-meninges/ecueils-debat-differences-cognitives-cerebrales-sexes/>

Rousseau L., Gauthier Y. & Caron J., (2018), « L'utilité des « styles d'apprentissage » VAK (visuel, auditif, kinesthésique) en éducation : entre l'hypothèse de recherche et le mythe scientifique » In *Revue de psychoéducation*, Volume 47, numéro 2

Sarrasina J.B., Nenciovicia L., Brault Foisya L-M. Allaire-Duquettea G. Riopelb M. & Masson S., (2018), « Effects of teaching the concept of neuroplasticity to induce a growth mindset on motivation, achievement, and brain activity : A meta-analysis » In *Trends in Neuroscience and Education*, 12 / (22-31)

Sarrasin B. J., & Masson, S. (2017). « Connaître les neuromythes pour mieux enseigner. Enjeux pédagogiques » In *Laboratoire de recherche en neuroéducation*. Disponible sur : labneuroeducation.org/s/Blanchette2017.pdf.

Tardif E., (2017), « Neurosciences et neuromythes à l'école » In *Revue suisse de neurosciences et de pédagogie spécialisée*, N°4.

Tardif, E., Doudin, P., & Meylan, N. (2015). « Neuromyths among teachers and student teachers » In *Mind, brain, and Education*, 9(1), 50-59.

Tardif E. & Doudin P.-A. (2010), « Neurosciences, neuromythes et sciences de l'éducation » In *Prismes / revue pédagogique : Neurosciences et pédagogie éclairages et recherches apprentissages difficultés spécifiques*, hepl / no12 / mai 2010 (11-15)

Thomas M. S.C. & Bloomsbury M. S., (2008), « New Advances in Understanding Sensitive Periods in Brain Development » In *Association for Psychological Science*, V. 17, N°1. Disponible sur : <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.422.377&rep=rep1&type=pdf> Consulté le 20/12/2018

Thomas M. S. C., Knowland V.C. P (2009), «Sensitive Periods in Brain Development – Implications for Education Policy», In *KnowlandPublished*, Developmental Neurocognition Laboratory, School of Psychology, Birkbeck College University of London, UK Disponible sur : <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.421.9817&rep=rep1&type=pdf>

Toivainen, T., Papageorgiou, K. A., Tosto, M. G., &Kovas, Y. (2017). « Sex differences in non-verbal and verbal abilities in childhood and adolescence. » In *Intelligence*, 64(Suppl C), 81–88.

Tricot, A., Vandenbroucke, G., &Sweller, J. (in press). (2019), «Using cognitive load theory to improve text comprehension for students with dyslexia» In *A.J. Martin, R.A. Sperling, & K.J. Newton* (Eds.), *Handbook of educational psychology and students with special needs*. New York: Routledge.

Tricot A., (2018), *Mythes et réalités*, Paris, Éditions Retz

Valtonen, T., Pontinen, S., Kukkonen, J., Dillon, P., Vaisanen, P., & Hack- lin, S. (2011),« Confronting the technological pedagogical knowledge of Finnish Net Generation student teachers» In *Technology, Pedagogy and Education*, V.20, 3–18.

Veen, W., & Vrakking, B. (2007), *Homo Zappiens: Growing up in a digital age*, UK: Network Continuum Education.

Vidal C., (2012), *Hommes, femmes : avons-nous le même cerveau ?* Paris, Editions Le Pommier, 2012

Vidal C., (2002), « Le cerveau, le sexe et l'idéologie dans les neurosciences. Brain, gender and ideology in neurosciences » In *L'orientation scolaire et professionnelle* 31/4. Disponible sur : <https://journals.openedition.org/osp/3389>