Document généré le 3 juin 2025 14:03

Revue de psychoéducation

L'utilité des « styles d'apprentissage » VAK (visuel, auditif, kinesthésique) en éducation : entre l'hypothèse de recherche et le mythe scientifique

On the usefulness of VAK (visual, auditory, kinesthetic) "learning styles" in education: Between the research hypothesis and the scientific myth

Luc Rousseau, Yvon Gauthier et Julie Caron

Volume 47, numéro 2, 2018

URI : https://id.erudit.org/iderudit/1054067ar
DOI : https://doi.org/10.7202/1054067ar

Aller au sommaire du numéro

Éditeur(s)

Revue de Psychoéducation

ISSN

1713-1782 (imprimé)
2371-6053 (numérique)

Découvrir la revue

Citer cet article

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. *Revue de psychoéducation*, *47*(2), 409–448. https://doi.org/10.7202/1054067ar

Résumé de l'article

Cet article a pour objectif de susciter la réflexion sur l'utilité du concept de « styles d'apprentissage » VAK (visuel, auditif, kinesthésique) en éducation. L'idée selon laquelle l'information est mieux apprise lorsque présentée dans un format compatible à la modalité sensorielle « préférée » ou « dominante » d'un individu est très en vogue, en éducation. Or, dans l'état actuel de la littérature scientifique, l'optimisation du rendement scolaire par l'appariement de modes d'enseignement aux styles d'apprentissage VAK (p. ex., présenter des diagrammes aux apprenants « visuels ») est une hypothèse de recherche encore en quête de validation. Lorsque véhiculée à tort comme un fait scientifique établi, l'hypothèse dite d'appariement revêt les apparences d'un mythe scientifique. Nous examinons d'abord les arguments évoqués pour attribuer un statut mythique aux styles d'apprentissage VAK. Puis, nous analysons les mises à l'épreuve empiriques de l'hypothèse d'appariement, reposant sur des méthodologies diverses (devis corrélationnel, devis expérimental, imagerie cérébrale fonctionnelle, stimulation magnétique transcrânienne, enregistrement des mouvements oculaires), pour constater l'absence, jusqu'à présent, de données probantes en sa faveur. Nous abordons ensuite le point de vue selon lequel les styles d'apprentissage VAK pourraient avoir une portée pédagogique sans devoir évoquer le bien-fondé de l'hypothèse d'appariement. Enfin, nous proposons des pistes de recherche future, émettons des recommandations pour prévenir l'adoption de pratiques éducatives non fondées chez les étudiants en formation à l'enseignement, puis soulevons des approches pédagogiques autres que la prise en compte des styles d'apprentissage VAK pour différencier l'enseignement et favoriser la réussite scolaire.

Tous droits réservés © La Corporation de la Revue Canadienne de Psycho-Éducation, 2018

Ce document est protégé par la loi sur le droit d'auteur. L'utilisation des services d'Érudit (y compris la reproduction) est assujettie à sa politique d'utilisation que vous pouvez consulter en ligne.

https://apropos.erudit.org/fr/usagers/politique-dutilisation/

Cet article est diffusé et préservé par Érudit.

Érudit est un consortium interuniversitaire sans but lucratif composé de l'Université de Montréal, l'Université Laval et l'Université du Québec à Montréal. Il a pour mission la promotion et la valorisation de la recherche.

https://www.erudit.org/fr/

Revue de psychoéducation
Volume 47, numéro 2, 2018, 409-448

Controverse

L'utilité des « styles d'apprentissage » VAK (visuel, auditif, kinesthésique) en éducation : entre l'hypothèse de recherche et le mythe scientifique

On the usefulness of VAK (visual, auditory, kinesthetic) "learning styles" in education: Between the research hypothesis and the scientific myth

L. Rousseau[1]
Y. Gauthier[2]
J. Caron[2]

[1] Département de psychologie, Université Laurentienne
[2] École des Sciences de l'éducation, Université Laurentienne

Nous tenons à remercier les cinq lecteurs arbitres anonymes pour leurs critiques constructives de la version initiale de ce texte. Ce travail a bénéficié d'une subvention du Fonds des leaders de la Fondation canadienne pour l'innovation (FCI).

Correspondance :

Luc Rousseau
Département de psychologie
Université Laurentienne
935, chemin du lac Ramsey
Sudbury, Ontario
Canada P3E 2C6

Tél. : +1 (705) 675-1151, p. 4253

lrousseau@laurentienne.ca

Dans la conception actuelle la plus populaire des styles d'apprentissage, le style équivaut à l'organe sensoriel préféré par lequel l'information est reçue, que ce soit le style visuel, auditif ou kinesthésique (pour une raison quelconque, personne ne prétend qu'il y a des apprenants olfactifs ou tactiles)
[traduction libre].
Riener et Willingham (2010, p. 33)

Résumé

Cet article a pour objectif de susciter la réflexion sur l'utilité du concept de « styles d'apprentissage » VAK (visuel, auditif, kinesthésique) en éducation. L'idée selon laquelle l'information est mieux apprise lorsque présentée dans un format compatible à la modalité sensorielle « préférée » ou « dominante » d'un individu est très en vogue, en éducation. Or, dans l'état actuel de la littérature scientifique, l'optimisation du rendement scolaire par l'appariement de modes d'enseignement aux styles d'apprentissage VAK (p. ex., présenter des diagrammes aux apprenants « visuels ») est une hypothèse de recherche encore en quête de validation. Lorsque véhiculée à tort comme un fait scientifique établi, l'hypothèse dite d'appariement revêt les apparences d'un mythe scientifique. Nous examinons d'abord les arguments évoqués pour attribuer un statut mythique aux styles d'apprentissage VAK. Puis, nous analysons les mises à l'épreuve empiriques de l'hypothèse d'appariement, reposant sur des méthodologies diverses (devis corrélationnel, devis expérimental, imagerie cérébrale fonctionnelle, stimulation magnétique transcrânienne, enregistrement des mouvements oculaires), pour constater l'absence, jusqu'à présent, de données probantes en sa faveur. Nous abordons ensuite le point de vue selon lequel les styles d'apprentissage VAK pourraient avoir une portée pédagogique sans devoir évoquer le bien-fondé de l'hypothèse d'appariement. Enfin, nous proposons des pistes de recherche future, émettons

des recommandations pour prévenir l'adoption de pratiques éducatives non fondées chez les étudiants en formation à l'enseignement, puis soulevons des approches pédagogiques autres que la prise en compte des styles d'apprentissage VAK pour différencier l'enseignement et favoriser la réussite scolaire.

Mots-clés : Styles d'apprentissage, VAK, éducation, neuromythes, hypothèse d'appariement, enseignement, pratiques éducatives, différenciation pédagogique, réussite scolaire.

Abstract

The aim of this paper is to foster reflection on the usefulness of VAK (visual, auditory, kinesthetic) "learning styles" in education. The idea of promoting academic achievement by tailoring instructions to one's "preferred" or "dominant" sensory modality is very popular in education. Yet, in the actual state of scientific investigation, improving performance by presenting information in formats matching students' VAK learning styles (e.g., showing diagrams to "visual" learners) is still an unproven research hypothesis. When falsely conveyed as an established scientific fact, the so-called matching hypothesis takes on the appearance of a scientific myth. First, we examine arguments used to confer a mythical status to VAK learning styles. Then, we review basic scientific evidence, gathered from a variety of methodological designs (correlational, experimental, brain imagery, transcranial magnetic stimulation, eye tracking) to conclude in the absence so far of any positive learning outcome gained from matching target material's presentation formats to VAK learning styles. We nevertheless raise the possibility that VAK learning styles may have an educational impact outside the matching hypothesis. Finally, we point out directions for future research, make some recommendations to prevent adoption of unfounded educational practices in student teachers, and highlight alternative pedagogical approaches to differentiate instruction and to promote academic achievement.

Keywords: Learning styles, VAK, education, neuromyths, matching hypothesis, teaching, educational practices, differentiated instruction, academic achievement.

Introduction

Les chartes des droits et libertés de la personne ont mis à l'avant-plan le respect des différences individuelles. Ce terreau social est fertile à l'émergence d'idéologies prônant la reconnaissance et la valorisation de la diversité. Dans le monde de l'éducation, les approches pédagogiques uniformes et normatives apparaissent désormais de plus en plus politiquement incorrectes. Ce virage idéologique teinte déjà, depuis un certain nombre d'années, bon nombre de pratiques éducatives au Québec, mais aussi un peu partout dans le monde. Notons en particulier la popularité croissante de la différenciation pédagogique (ou pédagogie différenciée), une approche qui consiste à adapter les modes d'enseignement aux particularités individuelles de *tous* les élèves, en difficulté ou non. À l'ère de la réussite éducative pour tous, plus aucun enfant ne doit être « laissé derrière ». Dans ce contexte, nous assistons dans la sphère publique à des initiatives orientées vers la gestion de l'hétérogénéité de la clientèle scolaire et la diversification de l'enseignement. Or, l'empressement du milieu de l'éducation à offrir des services d'enseignement adaptés aux particularités individuelles des élèves n'est pas à l'abri des dérives. Comme toute discipline scientifique, la psychoéducation évolue lentement, à un

rythme qui n'est pas toujours au diapason avec les idées propagées dans le milieu de l'éducation.

L'une des idées les plus en vogue en éducation est celle de l'existence de « styles d'apprentissage ». Dans son appellation la plus large, le concept de styles d'apprentissage traduit l'idée que chaque personne apprend de manière différente. La saisie des mots clés *learning style* sur le moteur de recherche *Google* donne lieu à plus de 1,3 milliard de résultats! Or, définir le concept de styles d'apprentissage au-delà de la simple formule « chaque personne apprend de manière différente » pose un défi considérable. Coffield, Moseley, Hall et Ecclestone (2004a, 2004b) ont relevé 71 différents modèles de styles d'apprentissage, qui ne partagent pas nécessairement la même définition du concept, ni les mêmes fondements conceptuels. Une telle profusion de modèles a de quoi surprendre. Comme le font remarquer Kirschner et van Merriënboer (2013), si on part du postulat conservateur que chaque modèle propose une bipolarité de styles (p. ex., actif–réflexif, séquentiel–global), cela représente une possibilité de 2^{71} combinaisons différentes de styles d'apprentissage, un nombre correspondant à la population mondiale actuelle (estimée à 7,55 milliards d'individus, soit 2^{33}) dédoublée 38 fois! La quasi-totalité de ces 71 modèles propose un instrument de mesure des styles d'apprentissage, le plus souvent sous la forme d'un questionnaire, dont le processus d'élaboration se situe à mi-chemin entre la démarche scientifique et l'entreprise commerciale (Coffield et al., 2004a).

Doudin, Tardif et Meylan (2016) parlent de *polysémie* pour qualifier la pluralité de significations du concept de styles d'apprentissage, qui se décline sous diverses dénominations, utilisées de façon parfois interchangeable : styles cognitifs, styles d'apprentissage, préférences d'apprentissage, profils d'apprentissage, stratégies préférentielles, types d'apprenants. Parfois encore, il y a amalgame de termes, comme dans les expressions « style d'apprentissage cognitif » et « style d'apprentissage préféré ». Chevrier, Fortin, Leblanc et Théberge (2000) ont proposé une typologie des modèles de styles d'apprentissage, selon le cadre de référence adopté (voir Encadré 1).

Encadré 1. Taxonomie des styles d'apprentissage, selon le cadre de référence adopté (d'après Chevrier et al., 2000).

Cadre de référence : environnement pédagogique

À titre d'exemple, le modèle de Renzulli et Smith (1978) est basé sur la méthode didactique préférée (les projets, la récitation, les discussions, le travail en équipe, l'enseignement magistral, etc.).

Cadre de référence : apprentissage expérientiel

À titre d'exemple, le modèle de Kolb (1976) combine deux dimensions bipolaires (concret–abstrait; action–réflexion) pour proposer quatre styles d'apprentissage : convergent (abstrait actif), divergent (concret réflexif), assimilateur (abstrait réflexif) et accommodateur (concret actif).

Cadre de référence : théories de la personnalité

À titre d'exemple, le modèle de Myers et Briggs (1962) identifie 16 types d'apprenants, à partir de la combinaison de quatre dimensions bipolaires de la théorie de la personnalité élaborée par Carl Jung (sensation–intuition; raison–émotion; jugement–perception; extraversion–introversion).

Cadre de référence : théorie du traitement de l'information

- Sous-cadre de référence : modalités d'encodage et de représentation de l'information

  À titre d'exemple, le modèle de Reinert (1976) identifie quatre styles d'apprentissage : visualisation d'objets concrets, visualisation des mots, audition intérieure des mots et réaction kinesthésique.

- Sous-cadre de référence : modalités de traitement de l'information

  À titre d'exemple, dans le modèle de Schmeck, Ribich et Ramanaiah (1977), quatre tendances stratégiques sont identifiées : tendance à organiser les informations, tendance à élaborer le contenu d'apprentissage, tendance à retenir les informations factuelles, tendance à utiliser des méthodes d'étude reconnues.

Cadre de référence : mixte

À titre d'exemple, le modèle de Dunn et Dunn (1978) dresse le profil d'apprentissage à partir de cinq dimensions (elles-mêmes subdivisées) : environnementale; affective; sociologique; physiologique; psychologique.

Au sens large, le concept de styles d'apprentissage est relativement inoffensif. Admettre la diversité des manières d'apprendre n'est pas une déclaration incendiaire. Que chacun exprime une préférence personnelle envers telle ou telle façon particulière de recevoir la matière à apprendre, là encore, rien de contesté ni de controversé. Cependant, dans son sens plus restreint, le concept de styles d'apprentissage est assorti d'une retombée pédagogique favorable à la réussite éducative : l'optimisation du rendement scolaire par l'utilisation de modes d'enseignement adaptés aux styles d'apprentissage « préférés » ou « dominants » des élèves (p. ex., visionnement d'images ou de diagrammes pour les apprenants « visuels », écoute de sons ou de paroles pour les apprenants « auditifs », manipulation d'objets pour les apprenants « kinesthésiques »). Les ministères de l'éducation du Québec et de l'Ontario semblent préconiser l'adoption de pratiques éducatives qui tiennent compte des styles d'apprentissage des élèves, si l'on en croit des publications ministérielles destinées aux enseignants (voir Encadré 2).

Encadré 2. Les styles d'apprentissage dans les publications ministérielles (extraits).

Créer un milieu d'apprentissage convivial*. L'enseignante ou l'enseignant a pour tâche d'élaborer une gamme de stratégies d'enseignement et d'évaluation fondées sur une pédagogie éprouvée. Il lui faut concevoir des stratégies qui tiennent compte des différents styles d'apprentissage et les adapter pour répondre aux divers besoins de ses élèves. Ces stratégies devraient aussi viser à insuffler à chaque élève le désir d'apprendre et l'inciter à donner son plein rendement.*

Ministère de l'Éducation de l'Ontario (2006, p. 4)

Saviez-vous que… *Selon le guide Mikinak, il existe, chez les élèves autochtones, un style d'apprentissage cognitif qui leur est propre, majoritairement simultané et non-verbal. L'apprentissage simultané fait référence à une meilleure compréhension des phénomènes lorsqu'ils sont expliqués dans leur ensemble, plutôt que par des séquences analytiques. Quant au non-verbal, il signifie que ces élèves apprennent généralement mieux en manipulant, en bougeant, en expérimentant, et ce, au moyen d'exercices qui font appel aux perspectives spatiales et visuelles. Généralement de tradition orale, les élèves autochtones sont plus réceptifs aux histoires et aux légendes lues et analysées à l'oral qu'à l'écrit.*

Ministère de l'Éducation, de l'Enseignement supérieur
et de la Recherche du Québec (2015, p. 24)

Or, aussi attrayante soit-elle dans une perspective de personnalisation de l'éducation et de différenciation de l'enseignement, l'idée de favoriser le rendement scolaire en appariant les modes d'enseignement aux styles d'apprentissage est encore, dans l'état actuel des connaissances scientifiques, une hypothèse de recherche en quête de validation. Lorsque véhiculée à tort comme un fait scientifique établi, l'hypothèse d'appariement style–enseignement (angl. *matching hypothesis*) revêt les apparences d'un mythe scientifique. Les mises en garde envers l'adhésion au « mythe » des styles d'apprentissage sont fréquentes (Dembo et Howard, 2007; Newton, 2015; Riener et Willingham, 2010; Scott, 2010; Sharp, Bowker et Byrne, 2008; Stahl, 1999). Le 12 mars 2017, une lettre co-signée par 30 scientifiques, dont Steven Pinker, a été publiée dans le journal britannique *The Guardian*, pour désavouer l'utilité des styles d'apprentissage en éducation, invoquant l'absence de fondements empiriques à l'idée de gains éducationnels réalisables par l'arrimage de méthodes didactiques aux styles d'apprentissage (Hood et al., 2017).

Dans cet article, nous examinons d'abord les arguments évoqués dans la littérature scientifique pour attribuer un statut mythique au concept de styles d'apprentissage VAK. Puis, nous analysons huit études (7 réalisées en laboratoire et 1 en milieu scolaire) ayant mis à l'épreuve empirique, à l'aide de méthodologies diverses (devis corrélationnel, devis expérimental, imagerie cérébrale fonctionnelle,

stimulation magnétique transcrânienne, enregistrement des mouvements oculaires), l'hypothèse de l'optimisation de l'apprentissage par l'appariement de modes d'enseignement aux styles VAK. Par la suite, nous soulevons la possibilité que les styles d'apprentissage VAK puissent avoir une portée pédagogique en-dehors de l'hypothèse d'appariement. Enfin, nous proposons des pistes de recherche future, émettons des recommandations pour prévenir l'adoption de pratiques éducatives non fondées chez les étudiants en formation à l'enseignement, puis soulevons des approches pédagogiques autres que la prise en compte des styles d'apprentissage VAK pour différencier l'enseignement et favoriser la réussite scolaire.

Les styles d'apprentissage VAK. Un mythe scientifique?

Au début du nouveau millénaire, l'Organisation de coopération et de développement économiques publiait *Comprendre le cerveau : vers une nouvelle science de l'apprentissage* (OCDE, 2002). De plus en plus de collaborations s'établissent entre neurosciences et sciences de l'éducation, si bien que plusieurs observateurs parlent de l'émergence d'une nouvelle discipline scientifique : la neuroéducation. Des numéros thématiques y ont été consacrés dans des revues établies (Howard-Jones, 2008; Jensen, 2008) et en l'espace de quelques années seulement, plusieurs nouvelles revues scientifiques ont vu le jour : *Mind, Brain and Education* (Fischer, Daniel, Immordino-Yang, Stern, Battro et Koizumi, 2007), *Neuroéducation* (Masson, 2012), *Trends in Neuroscience and Education* (Spitzer, 2012) et *Educational Neuroscience* (Brown et Daly, 2016).

L'ouverture de l'éducation aux sciences du cerveau s'accompagne d'enthousiasme, mais aussi de saine prudence. Tout en tentant d'identifier les phénomènes neuroscientifiques dignes d'intérêt pour guider les pratiques éducatives, plusieurs auteurs tentent également de débusquer et de déboulonner les « neuromythes », des croyances non fondées sur le fonctionnement du cerveau en situation d'apprentissage (Alferink, 2007; Alferink et Farmer-Dougan, 2010; Ansari et Coch, 2006; Blanchette Sarrasin et Masson, 2017; Clement et Lovat, 2012; Coch et Ansari, 2009; Dekker, Lee, Howard-Jones et Jolles, 2012; Della Sala et Anderson, 2012; Doudin et al., 2016; Dubinsky, Roehrig et Varma, 2013; Farmer-Dougan et Alferink, 2013; Geake, 2008; Goswami, 2004, 2006; Howard-Jones, 2014; Lindell et Kidd, 2011; Masson, 2015; OCDE, 2002, 2007; Pasquinelli, 2012; Purdy, 2008; Tardif et Doudin, 2010, 2011; Tardif, Doudin et Meylan, 2015).

Selon l'OCDE (2002), « [l]a genèse d'un neuromythe se produit généralement à l'issue d'une erreur de compréhension ou de lecture, et parfois d'une déformation délibérée des faits scientifiquement établis, dans le but de les rendre plus pertinents au regard de l'éducation (ou de tout autre domaine) » (p. 84). Si un neuromythe contient une part de vérité (p. ex., il est vrai que les sensations visuelles, auditives et kinesthésiques sont traitées par des régions distinctes du cerveau), il contient également une part de fausseté (p. ex., 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).

Certains neuromythes constituent ainsi des « extrapolations abusives » de résultats expérimentaux en neurosciences (Tardif et Doudin, 2011). Par exemple, le neuromythe de la dominance hémisphérique (cerveau gauche/cerveau droit) est issu d'une exagération de résultats expérimentaux obtenus dans le domaine de la spécialisation hémisphérique (Lindell et Kidd, 2011). En effet, dans les travaux désormais classiques de Gazzaniga et de Sperry, des patients callosomisés (angl. *split-brain patients*) présentaient, dans des expériences de laboratoire très contrôlées, des comportements suggérant la latéralisation cérébrale de certaines fonctions cognitives, notamment les fonctions langagières dans l'hémisphère gauche et les fonctions spatiales dans l'hémisphère droit (voir Sperry, 1982). Une extrapolation abusive de ces découvertes a donné naissance à un modèle de styles d'apprentissage basé sur la dominance de l'un ou l'autre hémisphère cérébral (Lieberman, 1986; McCarthy, 1993), de sorte qu'il est courant, dans le milieu de l'éducation, d'entendre parler d'élèves « cerveau gauche » et d'élèves « cerveau droit ». Pourtant, quand le corps calleux n'est pas sectionné (ce qui est le cas chez la plupart des écoliers), les deux hémisphères cérébraux sont hautement interconnectés et agissent de concert dans toute activité d'apprentissage.

Certains autres neuromythes sont les « héritiers » d'hypothèses de recherche d'abord admises comme valides, données expérimentales à l'appui, puis abandonnées à la suite de la publication de nouvelles données contradictoires (Pasquinelli, 2012). C'est le cas de l'« effet Mozart », issu de la démonstration d'une relation causale entre l'écoute, pendant 10 minutes, d'une sonate de Mozart et la performance supérieure à une épreuve psychométrique d'habileté spatiale (rotation mentale). Cette « découverte », publiée dans la prestigieuse revue scientifique *Nature* (Rauscher, Shaw et Ky, 1993) et relayée de manière sensationnaliste par tous les médias du monde, a survécu, malgré l'échec des tentatives de reproduction du phénomène par des équipes de recherche indépendantes (pour une synthèse, voir Latendresse, Larivée et Miranda, 2006). Pasquinelli (2012) note que l'engouement pour l' « effet Mozart » est tel que le marché japonais offre des bananes Mozart cultivées au son de la musique du compositeur viennois!

Le cas du « neuromythe » VAK est particulier. Son origine est difficile à cerner. Fort étrangement, vérification faite, l'OCDE (2002, 2007) ne fait nullement mention de la dominance sensorielle VAK (ni des styles d'apprentissage) dans son index des neuromythes. Pourtant, les enquêtes internationales sur la prévalence des neuromythes incluent généralement les styles d'apprentissage VAK parmi les neuromythes sondés. Les auteurs de ces enquêtes justifient l'inclusion des styles VAK parmi les neuromythes par l'absence de fondement empiriques (ou du moins de fondements reconnus) à des théories populaires qui ont acquis, au fil du temps, une certaine notoriété et qui font autorité dans certains milieux de l'éducation. Il s'agit des théories de Lafontaine (1975), de La Garanderie (1980, 1982) et de Smith (1996, 1998).

Sharp et al. (2008) mentionnent que pour étayer sa théorie pédagogique des styles d'apprentissage VAK comme « facteur d'accélération » de l'apprentissage, Smith (1996, 1998) réfère à des ouvrages de praticiens en *programmation neuro-linguistique* (PNL). L'un des principes de la PNL est l'existence de trois préférences sensorielles distinctes d'apprentissage et de communication : orale, visuelle

et kinesthésique (Bandler et Grinder, 1975a, 1975b; Grinder et Bandler, 1979). Fleming et Mills (1992) réfèrent également à la PNL comme source d'influence dans le développement du VARK Questionnaire, l'un des instruments de mesure les plus populaires dans le domaine. À noter que la PNL est une approche très controversée et que les principes sur lesquels elle repose ont reçu peu d'appuis empiriques (Witkowski, 2010).

Au Québec, au milieu des années 1970, Lafontaine (1975) a proposé une théorie selon laquelle l'humanité est divisée selon deux « profils neurosensoriels » dominants : auditif et visuel. Le neurologue ne mentionne aucune source de données expérimentales ayant pu servir à l'élaboration d'un tel modèle théorique. Lafontaine (1975) précise simplement que son expérience clinique a démontré que « [c]haque nourrisson présente, […] dès les premiers mois de la vie, un profil neurologique développemental (ou "profil neuro-sensoriel") distinct où l'on peut reconnaître la primauté d'une modalité perceptivo-cognitive […] » (p. 40). La façon dont un bébé réagit à un examen médical (en pleurant ou en restant calme) serait déterminante pour identifier son profil. Ainsi encore, un enfant qui a peur dans le noir aurait un profil visuel. Certaines dysfonctions cérébrales mineures seraient issues d'une inadéquation entre le profil neurosensoriel de l'enfant et les modes de communication (les types de stimulations) utilisés par les adultes pour interagir avec l'enfant. Plus encore, chaque couple harmonieux serait constitué d'une personne auditive et d'une personne visuelle. La théorie des profils neurosensoriels a été diffusée dans un ouvrage grand public de Meunier-Tardif (1979) appelé *Le principe de Lafontaine*. De nombreux ouvrages dérivés ont vu le jour depuis (Lafontaine, 1996; Lafontaine et Lessoil, 1984; Lessoil et Lafontaine, 1981) et font l'objet de rééditions fréquentes (Lafontaine et Lessoil, 2012). Un questionnaire pour déterminer le profil neurosensoriel dominant a été élaboré par Robert (1985).

Tardif et al. (2015) mentionnent qu'en France, La Garanderie (1982) adhère en partie à l'affirmation de Lafontaine (1975) selon laquelle « le premier enfant d'une famille choisit de devenir visuel ou auditif, mais ce choix, qui est fait dans la toute première année de vie, est déterminé par le profil du parent qui semble être le plus confiant envers l'avenir » (p. 125). Chez La Garanderie, le profil pédagogique est une « habitude d'évocation » d'images mentales soit auditives, soit visuelles. Dans ses premiers écrits, La Garanderie (1980) soutient qu'un élève qui a l'habitude de n'évoquer que des images mentales auditives ne comprend pas un enseignant qui utilise des méthodes pédagogiques visuelles. L'auteur suggère que pour mieux réussir à l'école, l'élève devrait cultiver autant les images mentales visuelles qu'auditive. La présentation conjointe de matériel visuel et auditif devrait ainsi susciter, chez l'élève, une « gestion mentale » (ou introspection) favorable à l'évocation de représentations mentales dans les deux modalités (La Garanderie, 1982). Lieury (1991) a vivement critiqué les bases conceptuelles de la théorie de La Garanderie, les jugeant peu conformes aux connaissances acquises en psychologie cognitive sur les processus de traitement de l'information. Des expériences réalisées pour tester la théorie de La Garanderie n'ont d'ailleurs pas été concluantes (Lieury, 1990).

Dans le cadre d'une vaste enquête sur la prévalence des neuromythes au Royaume-Uni (RU) et en Hollande (H), Dekker et al. (2012) ont élaboré un questionnaire en ligne contenant 32 énoncés sur le fonctionnement du cerveau et son rôle dans l'apprentissage. Dix-sept de ces énoncés étaient des faits scientifiquement avérés (p. ex., *L'apprentissage se produit par la modification de connexions neuronales*), tandis que 15 énoncés étaient des neuromythes (p. ex., *Nous n'utilisons que 10 % de notre cerveau*) [traductions libres]. Dekker et al. (2012) ont administré leur questionnaire à des enseignants aux paliers primaire et secondaire ayant indiqué (dans 93 % des cas) être intéressés à la neuroscience de l'apprentissage : un échantillon (n = 137) de la région de Dorset (RU) et un échantillon (n = 105) de la région d'Amsterdam (H). Pour chaque énoncé, les répondants devaient répondre *correct*, *incorrect* ou *ne sais pas*. Sept neuromythes ont été jugés corrects par plus de 50 % des répondants des deux pays. Dans l'ordre de prévalence, les deux premiers neuromythes auxquels adhèrent le plus les répondants sont : *Les individus apprennent mieux quand ils reçoivent l'information dans leur style d'apprentissage préféré* (*p. ex., visuel, auditif ou kinesthésique*) (93 % et 96 % pour RU et H, respectivement) et *Des différences dans la dominance hémisphérique* (*cerveau gauche*, *cerveau droit*) *peuvent expliquer des différences individuelles entre apprenants* (91 % et 86 %) [traductions libres].

En outre, les enseignants britanniques et hollandais ont de bonnes connaissances générales en neuroscience de l'apprentissage, puisque les énoncés véridiques sur le fonctionnement du cerveau et son rôle dans l'apprentissage ont été correctement identifiés par 70 % des répondants (Dekker et al., 2012). Chose intéressante, les enseignants ont répondu correctement à l'énoncé (correct) *Les apprenants expriment une préférence envers un mode de réception de l'information (p. ex., visuel, auditif ou kinesthésique* (95 % et 82 %). En d'autres termes, les enseignants de ces deux pays savent que les élèves expriment une préférence envers telle ou telle modalité sensorielle d'apprentissage (ce qui, nous le rappelons, n'est ni contesté ni controversé), tout en adhérant à l'idée que ces préférences soient assorties d'une retombée pédagogique favorable à la réussite scolaire (le neuromythe VAK). En fait, dans l'étude de Dekker et al. (2012), plus les répondants avaient un pourcentage élevé de réponses correctes aux énoncés véridiques (plus ils possédaient de connaissances exactes sur le fonctionnement du cerveau et son rôle dans l'apprentissage), plus leur pourcentage de réponses erronées aux énoncés neuromythiques était élevé. Ainsi, les connaissances en neuroscience de l'apprentissage prédisaient significativement (β = .24) le taux d'adhésion aux neuromythes. Par ailleurs, la lecture de magazines scientifiques populaires (p. ex., *Scientific European*) prédisait significativement (β = .21) le taux de connaissances en neuroscience de l'apprentissage. Autrement dit, plus les enseignants lisaient les magazines scientifiques populaires, plus ils possédaient de connaissances exactes sur le fonctionnement du cerveau et son rôle dans l'apprentissage, mais paradoxalement, plus ils adhéraient aux neuromythes. Dekker et al. (2012) concluent que de posséder des connaissances en neuroscience de l'apprentissage ne protège pas les enseignants contre la croyance aux neuromythes, possiblement parce qu'il leur est difficile de discerner la pseudoscience des faits scientifiques.

L'enquête de Dekker et al. (2012) a été étendue à d'autres pays. Les taux d'adhésion des enseignants au neuromythe selon lequel *Les individus apprennent*

mieux quand ils reçoivent l'information dans leur style d'apprentissage préféré (p. ex., auditif, visuel ou kinesthésique) est de 97 % en Turquie (*n* = 278), de 96 % en Grèce (*n* = 174) et de 97 % en Chine *(n* = 239) (Howard-Jones, 2014).

En Suisse romande, Tardif et al. (2015) ont conçu un questionnaire pour mesurer les taux d'adhésion à trois neuromythes : la dominance hémisphérique, la dominance sensorielle VAK et la méthode *Brain Gym®*. Pour notre propos, nous nous limiterons à la dominance sensorielle VAK. À noter que cette enquête sur les styles VAK portait seulement sur les modalités visuelle et auditive, par souci de conformité aux théories de Lafontaine et de La Garanderie. Tardif et al. (2015) ont sondé des enseignants (*n* = 101), des étudiants en formation à l'enseignement (*n* = 160) et des formateurs en enseignement (*n* = 22). Les répondants devaient indiquer, sur une échelle de type Likert en quatre points, leur niveau d'accord avec des énoncés. Une cote de 1 ou 2 sur cette échelle était recodée comme *en désaccord* et une cote de 3 ou 4 comme *en accord*. Les résultats sont les suivants : 96 % des répondants étaient en accord avec l'énoncé *Certaines personnes sont visuelles, d'autres auditives*, 85 % en accord avec l'énoncé *Des études sur le cerveau ont démontré qu'il existe une distinction entre des personnes visuelles et auditives*, 87 % en accord avec l'énoncé *Une approche pédagogique basée sur la distinction entre les élèves visuels et auditifs favorise l'apprentissage* et enfin 80 % en accord avec l'énoncé *Je tiens compte (ou prévois tenir compte) de la distinction entre les élèves visuels et auditifs dans ma pratique d'enseignant.* Les enseignants et les formateurs réunis croyaient significativement plus que les étudiants en formation à l'enseignement que la distinction visuel/auditif était fondée sur des recherches sur le cerveau. De plus, Tardif et al. (2015) ont sondé les sources de connaissances évoquées par les répondants. À l'énoncé *Certaines personnes sont visuelles, d'autres auditives*, chez les enseignants et les formateurs réunis, les principales sources mentionnées (plus d'une source pouvait être mentionnée) sont des lectures personnelles (44 %), les médias (32 %) et l'institution de formation à l'enseignement (29 %). Chez les étudiants en formation à l'enseignement, les principales sources mentionnées étaient les médias (27 %), les amis et collègues (26 %) et au même titre les lectures personnelles (18 %), l'école ou le collège (18 %) et d'autres sources (18 %). L'institution de formation à l'enseignement n'a été mentionnée que par 9 % des étudiants en enseignement. Les auteurs se surprennent que 29 % des enseignants et des formateurs réunis aient évoqué leur institution d'enseignement comme source de connaissances du neuromythe VAK et spéculent que si les étudiants en formation à l'enseignement ne mentionnaient cette source que dans 9 % des cas, c'est que leur formation ne faisait que débuter (Tardif et al., 2015).

Outre les appuis empiriques faibles aux théories de Lafontaine (1975), de La Garanderie (1980, 1982) et de Smith (1996, 1998), une origine possible du « neuromythe » VAK est l'absence de fondements scientifiques solides à la sous-classe de modèles de styles d'apprentissage que Chevrier et al. (2000) ont identifiés comme basés sur les modalités d'encodage et de représentation de l'information (voir Encadré 3). L'acronyme VAK est souvent utilisé, dans la littérature, pour désigner cette sous-classe particulière de modèles. À noter que Chevrier et al. (2000) incluent la théorie des profils neurosensoriels de Lafontaine (1975) parmi ces modèles.

Encadré 3. Les modèles de styles d'apprentissage basés sur les modalités d'encodage et de représentation de l'information, ayant pour cadre de référence la théorie du traitement de l'information (liste non exhaustive; d'après Chevrier et al., 2000).

- Le modèle de Reinert (1976) identifie quatre styles d'apprentissage : visualisation d'objets concrets, visualisation des mots, audition intérieure des mots et réaction kinesthésique.
- Le modèle de Barbe, Swassing et Milone (1979) identifie trois styles d'apprentissage : visuel, auditif et kinesthésique.
- Le modèle de Richardson (1977) distingue entre le style visualisateur et le style verbalisateur.
- Le modèle de Lafontaine (1975) distingue deux « profils neurosensoriels » dominants : visuel et auditif.

Les modèles de styles d'apprentissage basés sur les modalités d'encodage et de représentation de l'information ayant pour cadre de référence la théorie du traitement de l'information (Chevrier et al., 2000), il est possible que des résultats expérimentaux obtenus dans ce domaine aient subi des distorsions ou des simplifications ayant mené au neuromythe VAK. Au cours des années 1950 et 1960, c'est essentiellement du matériel de nature verbale qui était utilisé en laboratoire pour étudier l'encodage et la représentation de l'information. Que l'on s'intéressait à l'« entrée » visuelle ou auditive de l'information, c'était le plus souvent des lettres ou des mots que l'on présentait aux participants, sur un écran ou dans des écouteurs. La vague de recherches sur les « images mentales », à la fin des années 1960 et au cours des années 1970, a changé la donne. Des images étaient présentées aux participants. La théorie du double encodage de Paivio (1971; code verbal, code imagé) eut alors un impact considérable. Chose peu courante à l'époque, Paivio mena certaines expériences en prenant en considération les différences individuelles en matière de traitement de l'information. Ainsi, il divisait ses participants en deux sous-groupes : forte et faible capacité d'imagerie mentale. Le *Individual Differences Questionnaire* (IDQ) de Paivio (1971) a probablement contribué à propager l'idée de l'existence de « styles cognitifs » à prédominance verbale ou imagée. Selon Chevrier et al. (2000), historiquement, les styles cognitifs ont précédé l'avènement des styles d'apprentissage. Certains styles d'apprentissage apparus au cours des années 1970 sont des styles cognitifs auxquels les chercheurs et praticiens en éducation ont prêté des vertus pédagogiques afin de répondre aux différences individuelles chez les écoliers. « Voilà donc une différence fondamentale entre le style cognitif et le style d'apprentissage. Le dernier a une visée essentiellement pédagogique que le premier n'a pas » (Chevrier et al., 2000, p. 27). L'utilisation d'échelles dichotomiques ou bipolaires (p. ex., verbal–imagé), une simplification pouvant avoir contribué au déclin du concept de styles cognitifs, caractérise le concept de styles d'apprentissage. Avec le temps, la frontière conceptuelle entre styles cognitifs et styles d'apprentissage s'est amincie. Ainsi, Coffield et al. (2004a, 2004b) incluent, dans leur synthèse de 71 modèles de styles d'apprentissage, le

IDQ de Paivio (1971) et le Verbalizer–Visualizer Questionnaire (VVQ) de Richardson (1977), deux instruments dérivés de la théorie du double encodage de Paivio (1971) et conçus à l'origine pour mesurer des styles cognitifs.

Toutefois, plutôt que de considérer d'emblée les styles d'apprentissage VAK comme un mythe scientifique irréversible, nous jugeons plus prudent de les considérer comme une hypothèse de recherche encore en quête de validation. Les études empiriques sont encore peu nombreuses sur la sous-classe de modèles VAK issus de la littérature sur les styles d'apprentissage. Par conséquent, l'inclusion des modèles VAK dans leur ensemble parmi les neuromythes pourrait être prématurée. Dans la section suivante, nous analysons les mises à l'épreuve empiriques de l'hypothèse d'appariement, selon laquelle, pour reprendre la formulation du neuromythe VAK de Dekker et al. (2012), les individus apprennent mieux lorsqu'ils reçoivent l'information dans leur style d'apprentissage préféré (p. ex., visuel, auditif ou kinesthésique).

Les mises à l'épreuve empiriques

Si les styles d'apprentissage VAK possèdent une légitimité pédagogique, alors la qualité de l'apprentissage devrait être optimisée lorsque le mode de présentation de l'information concorde avec la modalité sensorielle « préférée » ou « dominante » d'un individu. Encore peu de mises à l'épreuve empiriques de l'hypothèse d'appariement ont été réalisées, du moins pas suffisamment pour justifier une méta-analyse. Toutefois, les conclusions des études empiriques publiées jusqu'à présent sur les styles d'apprentissage VAK sont unanimes : le rejet de l'hypothèse d'appariement.

À noter que dans les études citées dans cette section, la terminologie utilisée n'est pas uniforme, et ce même quand l'instrument de mesure des styles VAK est le même. Ainsi, deux équipes de recherche utilisent le Verbalizer–Visualizer Questionnaire (VVQ) de Richardson (1977). Même si Richardon (1977) a publié son instrument en tant que mesure des styles cognitifs, Knoll, Otani, Skeel et Van Horn (2017) parlent de *styles d'apprentissage* et de *préférence d'apprentissage* (verbale ou visuelle) pour le VVQ, tandis que Kraemer, Rosenberg et Thompson-Schill (2009) utilisent indistinctement *style d'apprentissage* et *style cognitif* (verbal ou visuel) pour le VVQ [traductions libres]. Par ailleurs, Krätzig et Arbuthnott (2006) parlent de *styles d'apprentissage perceptifs* pour le Barsh Learning Style Inventory (BLSI; Barsch, 1991), Husmann et O'Loughlin (2018) de *styles d'apprentissage* pour le VARK Questionnaire (Fleming et Mills, 1992), Rogowsky, Calhoun et Tallal (2015) de *style d'apprentissage préféré* (visuel ou auditif) pour le BE/17 (Rundle et Dunn, 2010), tandis que Höffler, Koć-Januchta et Leutner (2017) utilisent les termes *styles cognitifs* (visuel, spatial et verbal) pour le Object–Spatial Imagery and Verbal Questionnaire (OSIVQ; Blazhenkova et Kozhevnikov, 2009) [traductions libres]. Par souci d'authenticité, nous reprenons les appellations utilisées par les auteurs de ces études.

Dans l'une des premières mises à l'épreuve empiriques de l'hypothèse d'appariement, Krätzig et Arbuthnott (2006) ont administré à de jeunes participants adultes trois épreuves standardisées, chacune mesurant la qualité de la rétention

de matériel dans l'une ou l'autre modalité sensorielle : le Test de la figure complexe de Rey-Osterrieth pour la modalité visuelle, le Test de rappel d'histoires de Babcock pour la modalité auditive et le Test de performance tactile d'Arthur pour la modalité kinesthésique (voir Lezak, Howieson, Bigler et Tranel, 2012). D'une part, la préférence sensorielle d'apprentissage a été évaluée par une mesure auto-rapportée : la réponse à un questionnaire d'une seule question à choix multiples : *Quel mot décrirait le mieux le type d'apprenant que vous êtes? a) visuel; b) verbal; c) kinesthésique; (d) aucune préférence; e) préférence égale* [traduction libre]. D'autre part, la modalité sensorielle dominante des participants a été mesurée par le Barsch Learning Style Inventory (BLSI; Barsch, 1991). Cet instrument est composé de 24 énoncés, suivis d'un choix de réponse : *souvent vrai, parfois vrai, rarement vrai*. Les énoncés relèvent de l'une ou l'autre sous-échelle, chacune fournissant un sous-score : la sous-échelle visuelle (ex. d'item : *J'ai besoin d'explications par des graphiques, des diagrammes et des directives visuelles*), la sous-échelle auditive (ex. d'item : *Je peux retenir mieux un sujet en écoutant qu'en lisant*) et la sous-échelle tactile/kinesthésique (ex. d'item : *J'apprécie travailler avec des outils ou sur des modèles*) [traductions libres]. Aucune étude des qualités psychométriques du BLSI n'a été publiée, mais Krätzig et Arbuthnott (2006) rapportent, chez leur échantillon (n = 65), des coefficients alpha de Cronbach de .54, .56 et .38 pour les sous-échelles visuelle, auditive et tactile/kinesthésique, respectivement (un critère de .70 est souvent utilisé comme seuil d'adéquation de la consistance interne; Field, 2013). Les résultats indiquent que seuls 44,6 % des participants (29 /65) ont été classifiés dans la même modalité sensorielle par les deux mesures. Ainsi, la corrélation de Spearman (ρ = .057) s'est avérée non significative entre la préférence sensorielle auto-rapportée et le sous-score sensoriel dominant au BLSI. Étant donné cette incohérence, les corrélations avec les épreuves standardisées de mémorisation ont été calculées séparément pour le BLSI et la mesure auto-rapportée.

Krätzig et Arbuthnott (2006) n'ont trouvé aucune corrélation significative entre les scores obtenus aux trois épreuves standardisées de mémorisation (Test de Rey-Osterrieth, Test de Babcock, Test d'Arthur) et le score dominant au BLSI, hormis une. En fait, la seule corrélation de Pearson significative était entre le score au test de Rey-Osterrieth (modalité visuelle) et le score dominant tactile/kinesthésique au BLSI, ce qui contredit l'hypothèse d'appariement. De même, aucune corrélation significative n'a été trouvée entre la préférence sensorielle auto-rapportée (questionnaire d'une seule question) et les scores aux trois épreuves standardisées. Enfin, dans une analyse isolée des 29 participants pour lesquels il y avait concordance entre les deux mesures de préférence/dominance sensorielle, les corrélations avec les épreuves standardisées de mémorisation n'ont toujours pas atteint le seuil de signification. En bref, l'étude de Krätzig et Arbuthnott (2006) ne fournit aucune assise empirique à l'hypothèse d'appariement en ce qui concerne les styles d'apprentissage VAK.

Dans une étude plus récente, Husmann et O'Loughlin (2018) ont demandé à des étudiants inscrits à un cours d'anatomie de premier cycle universitaire (n = 426) de répondre à un sondage sur leurs stratégies d'étude et de remplir la version en ligne du Visual Aural Read/Write Kinesthetic (VARK) Questionnaire (Fleming et Mills, 1992). Cet instrument est composé de 16 items à choix multiples. En

voici un exemple : *Vous êtes sur le point de donner des directives à une passante. Elle réside à l'hôtel et désire visiter votre maison. Elle a loué une auto. a) Je lui dessinerais une carte; b) Je lui donnerais des directives verbales; c) Je lui écrirais les directives sur un papier; (d) Je passerais la prendre à son hôtel avec ma voiture* [traduction libre]. Le répondant peut cocher plus d'une réponse. Leite, Svinicki et Shi (2010) ont réalisé une analyse factorielle confirmatoire et conclu (avec quelques réserves) que la structure du VARK Questionnaire est conforme à l'existence de quatre facteurs sous-jacents, en plus de rapporter des coefficients de consistance interne adéquats, soit de .85, .82, .84, et .77 pour les sous-échelles V, A, R et K, respectivement. La version 7.1 du VARK Questionnaire, disponible en ligne (VARK Learn Limited, 2018), fournit automatiquement au répondant un profil de préférence sensorielle d'apprentissage : *unimodal*, *bimodal*, *trimodal* ou *multimodal*. Puisque la plupart des répondants se situaient dans la catégorie multimodale, Husmann et O'Loughlin (2018) les ont catégorisés de nouveau selon leur sous-score dominant (V, A, R ou K). Le sondage sur les stratégies d'étude contenait des items catégorisés par les auteurs et des assistants de recherche selon leur correspondance avec les catégories du VARK Questionnaire. Ainsi, la stratégie *Lire le texte ou les tableaux dans le manuel de cours* a été catégorisée comme R (*Read/Write*), alors que la stratégie *Revoir les figures dans le manuel de cours* a été catégorisée comme V (*Visual*).

Selon l'hypothèse d'appariement, s'il y a concordance entre la préférence sensorielle et les stratégies d'étude, le rendement scolaire (la note finale dans le cours d'anatomie) devrait être plus élevé qu'en l'absence de concordance (Husmann et O'Loughlin, 2018). En tout début de semestre, les répondants ont reçu des recommandations, à même leur page de résultats en ligne du VARK Questionnaire, sur les stratégies d'étude concordant à leur style sensoriel dominant. Chose surprenante, en dépit de telles recommandations, une majorité (67,15 %) de participants a malgré tout adopté, dans le cours d'anatomie, des stratégies d'étude non conformes à leur modalité préférentielle. Plus important encore, quand il y avait concordance style–stratégies (dans 32,85 % des cas), la note finale dans le cours n'était pas significativement différente qu'en l'absence de concordance (l'autre 67,15 % des cas). Par ailleurs, chez l'échantillon complet d'étudiants en anatomie, le score dominant le plus fréquent au VARK Questionnaire était K (kinesthésique). Or, la note finale dans le cours d'anatomie n'était corrélée à aucun score dominant au VARK. Enfin, deux stratégies d'étude spécifiques, soit l'utilisation d'un microscope virtuel et l'utilisation de notes de cours à compléter en classe, étaient corrélées positivement (et de façon significative) avec la note finale dans le cours d'anatomie, indépendamment de la catégorie sensorielle dominante obtenue au VARK. Husmann et O'Loughlin (2018) concluent en l'absence de légitimité de l'« adage populaire » (pour employer l'expression des auteurs) selon lequel l'adoption de stratégies d'étude qui concordent au style d'apprentissage VAK favorise l'apprentissage.

Dans un article très influent dans le domaine, Pashler, McDaniel, Rohrer et Bjork (2008) ont soutenu que la démonstration empirique la plus décisive du bien-fondé de l'hypothèse d'appariement proviendrait d'un devis expérimental dans lequel des participants identifiés comme appartenant au style d'apprentissage A réussissent mieux quand ils reçoivent un enseignement s'appariant avec A (plutôt qu'avec B), alors qu'inversement, des participants identifiés comme appartenant

au style d'apprentissage B réussissent mieux quand ils reçoivent un enseignement s'appariant avec B (plutôt qu'avec A). Au plan statistique, ce patron fictif de résultats se traduirait par une interaction significative, croisée, entre le style d'apprentissage et le mode d'enseignement (voir Figure 1A). De plus, cette interaction, si elle est présente, ne doit pas s'accompagner d'un effet principal du mode d'enseignement. En fait, en dépit de la présence d'une interaction significative, un effet principal du mode d'enseignement signifierait, par exemple, que le matériel sonore (voir Figure 1B) ou le matériel imagé (voir Figure 1C) mène à une performance optimale, peu importe le style d'apprentissage (« auditif » ou « visuel »).

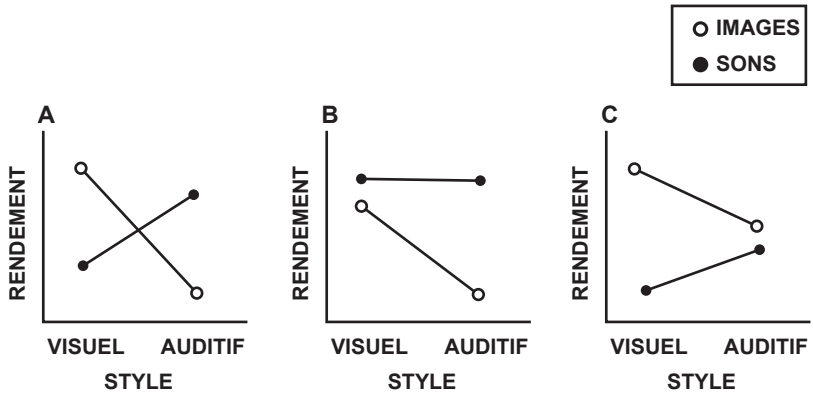

Figure 1. Trois patrons fictifs de résultats pouvant être obtenus suivant le devis expérimental préconisé par Pashler et al. (2008) pour tester le bien-fondé de l'hypothèse d'appariement : une interaction croisée style d'apprentissage × mode d'enseignement significative, sans effet principal du mode d'enseignement (A) et une interaction significative accompagnée d'un effet principal du mode d'enseignement (sonore en B, imagé en C). Voir le texte pour des explications.

Dans l'une des études les plus citées (à tort) comme appui expérimental à l'hypothèse d'appariement, Riding et Douglas (1993) ont administré à des élèves de 15-16 ans (*n* = 59) l'instrument Cognitive Styles Analysis (CSA; Riding, 1991), qui mesure deux dimensions orthogonales de styles d'apprentissage (chaque dimension est bipolaire) : la dimension holistique–analytique (angl. *wholistic–analytical*) et la dimension verbalisateur–imaginateur (angl. *verbalizer–imager*). Le CSA est un test informatisé dans lequel le répondant doit indiquer le plus rapidement possible, en appuyant sur une touche du clavier, si un énoncé présenté à l'écran est vrai ou faux. La sous-échelle verbalisateur comprend 24 énoncés d'appartenance à une catégorie conceptuelle (p. ex., *Le printemps est une saison*) pour lesquels un temps de réaction rapide est censé reposer sur l'activation rapide d'un réseau sémantique et non sur la formation d'images mentales. Quant à elle, la sous-échelle imaginateur comprend 24 énoncés d'apparence perceptuelle (p. ex., *La neige est blanche*) pour lesquels un temps de réaction rapide est censé reposer sur la formation rapide d'images mentales [traductions libres des énoncés]. Les temps de réaction (TR) sont enregistrés à la milliseconde près. Le ratio entre le TR

moyen obtenu à la sous-échelle verbalisateur et le TR moyen obtenu à la sous-échelle imaginateur est ensuite calculé. Si le ratio verbalisateur–imaginateur est bas (≤ 0.98), le style d'apprentissage est verbalisateur; si le ratio est élevé (≥1.09), le style est imaginateur (les répondants dont le ratio se situe entre 0.98 et 1.09 sont classifiés comme *bimodaux*) (Riding, 1991). Tous les participants ont été exposés à une leçon informatisée de mécanique automobile (comment changer des freins), avant de remplir le CSA. La moitié de l'échantillon a été assignée au hasard à une leçon présentée sous le format TEXTE+DIAGRAMME et l'autre moitié sous le format TEXTE+TEXTE (un second texte remplaçait le contenu du diagramme).

Conformément à l'hypothèse des auteurs, les élèves post-classés comme imaginateurs au CSA ont obtenu une meilleure performance à un test de rappel évaluant (sur papier) leurs connaissances pour changer des freins quand ils avaient été assignés au format TEXTE+DIAGRAMME de la leçon de mécanique plutôt qu'au format TEXTE+TEXTE. Riding et Douglas (1993) rapportent une interaction style d'apprentissage (verbalisateur; imaginateur) × mode d'enseignement (TEXTE+DIAGRAMME; TEXTE+TEXTE) significative ($p < .05$). Or, ces auteurs rapportent également un effet principal significatif du mode d'enseignement, le format TEXTE+DIAGRAMME s'avérant plus efficace, dans l'ensemble, que le format TEXTE+TEXTE (un patron de résultats semblable à celui illustré à la Figure 1C). En effet, l'interaction n'est pas croisée : chez les élèves post-classés comme verbalisateurs au CSA, le format de présentation de la leçon n'a eu aucun effet sur le rappel. Selon les critères de Pashler et al. (2008), dans l'étude de Riding et Douglas (1993), il y a réfutation plutôt que confirmation de l'hypothèse d'appariement. Ici, c'est le format de présentation du matériel (et non son appariement aux styles d'apprentissage VAK) qui semble être le facteur déterminant.

Une autre étude, plus récente, repose sur le devis expérimental préconisé par Pashler et al. (2008) pour tester l'hypothèse d'appariement entre le format de présentation du matériel à apprendre et les styles d'apprentissage VAK. Rogowsky et al. (2015) ont divisé leurs participants adultes (n = 121) en deux groupes, selon leur score dominant obtenu à la sous-échelle perceptuelle du Building Excellence (BE) Online Learning Styles Assessment Inventory for ages 17 and older (BE/17; Rundle et Dunn, 2010). Cette sous-échelle du BE/17 contient des énoncés (p. ex., *Je retiens mieux une nouvelle information en lisant à son propos plutôt qu'en écoutant une discussion*) pour lesquels le répondant indique l'une des réponses suivantes : *fortement en désaccord*, *en désaccord*, *incertain*, *d'accord*, *fortement en accord* [traductions libres]. La sous-échelle perceptuelle fournit un score en cinq points (*1 = très faible; 2 = modérément faible; 3 = cela dépend; 4 = modérément élevé; 5 = très élevé*) pour chacun des six éléments de style perceptif suivants : *auditif (input)*, *auditif verbal (output)*, *visuel image*, *visuel mot*, *tactile et kinesthésique*. Pour les fins de leur étude, Rogowsy et al. (2015) ont classifié les participants ayant obtenu un score de 4 ou 5 à l'élément *visuel mot* et un score de 1, 2 ou 3 à l'élément *auditif* comme appartenant, de façon prédominante, à la catégorie « style d'apprentissage visuel » (n = 31). Inversement, les participants ayant obtenu un score de 4 ou 5 à l'élément *auditif* et un score de 1, 2 ou 3 à l'élément *visuel mot* ont été classifiés comme appartenant, de façon prédominante, à la catégorie « style d'apprentissage auditif » (n = 37). À noter que 43,8 % de l'échantillon initial (53 participants /121) n'entrait dans aucune de ces deux catégories.

Conformément à la procédure expérimentale préconisée par Pashler et al. (2008), dans l'étude de Rogowsky et al. (2015), les participants des deux groupes (style visuel et style auditif) ont reçu une épreuve de compréhension de texte dans deux formats de présentation : les passages de prose étaient présentés soit par écrit, soit oralement (un enregistrement audionumérique). Selon l'hypothèse d'appariement, le groupe avec un style visuel devrait mieux réussir l'épreuve de compréhension lorsque présentée dans un format écrit (plutôt qu'oral), alors que le groupe avec un style auditif devrait mieux réussir l'épreuve lorsque présentée dans un format oral (plutôt qu'écrit). Or, Rogowsky et al. (2015) n'ont observé aucune interaction significative entre le format de présentation du matériel et le style perceptif dominant. En fait, ces auteurs rapportent un effet principal significatif du format de présentation, le format oral s'avérant plus efficace, dans l'ensemble, que le format écrit. De plus, un effet principal significatif du style perceptif a été observé, le groupe avec un style visuel réussissant mieux l'épreuve de compréhension, dans l'ensemble, que le groupe avec un style auditif. Qui plus est, les auteurs rapportent non pas une corrélation positive, mais plutôt une corrélation *négativement* significative ($r = -.31$, $p < .01$), entre le score de classification auditif et le rendement à l'épreuve orale de compréhension, tandis que la corrélation entre le score de classification visuel et le rendement à l'épreuve écrite de compréhension n'était ni positivement, ni négativement significative ($r = -.04$). De plus, des analyses de régression ont indiqué que le seul prédicteur significatif du score de compréhension de texte – et ce dans les deux formats de présentation – était le score à l'élément de style auditif, tel qu'exprimé sur l'échelle continue standard en 17 points du BE/17. Cette relation s'est avérée négative : plus le score à l'élément de style auditif diminuait, plus le score de compréhension de texte (à l'écrit comme à l'oral) augmentait. Bref, l'étude de Rogowsky et al. (2015), conduite selon les rigoureux préceptes du devis expérimental de Pashler et al. (2008), n'appuie pas l'hypothèse d'appariement en ce qui concerne les styles d'apprentissage VAK.

Knoll et al. (2017) ont demandé à des jeunes femmes ($n = 52$) d'étudier une liste de 30 paires de mots et une liste de 30 paires d'images, à raison d'une durée d'exposition de 6 secondes par paire (l'ordre des listes était contrebalancé). Préalablement, les chercheurs ont administré aux participantes la version révisée (Kirby, Moore et Schofield, 1988) du Verbalizer–Visualizer Questionnaire (VVQ) de Richardson (1977). Le VVQ révisé, composé de 30 items vrai ou faux, fournit trois scores séparés pour chaque répondant : un score pour la sous-échelle verbale (ex. d'item : *J'apprécie faire du travail qui requiert des mots*), un score pour la sous-échelle visuelle (ex. d'item : *J'utilise souvent des diagrammes pour expliquer les choses*) et un score pour la sous-échelle de rêverie (angl. *dream*; ex. d'item : *Mes rêves sont extrêmement vivaces*) [traductions libres]. La version révisée du VVQ possède une meilleure validité de construit que l'instrument original. De plus, la consistance interne de l'instrument révisé est relativement satisfaisante, avec des coefficients alpha de Cronbach de .70, .59 et .73 pour les sous-échelles verbale, visuelle et de rêverie, respectivement (Kirby et al., 1988). Knoll et al. (2017) n'ont utilisé que les scores aux sous-échelles verbale et visuelle. Pendant la phase d'étude, les participantes émettaient, pour chaque paire de mots ou d'images, un jugement subjectif sur la probabilité (entre 0 % et 100 %) de se rappeler du deuxième élément de la paire si le premier élément était fourni comme indice. Après la phase d'étude, les participantes indiquaient si oui ou non elles croyaient

que les individus apprennent mieux si l'information est présentée dans un format compatible à leur style d'apprentissage. Elles indiquaient aussi, en encerclant leur réponse, si leur style d'apprentissage était davantage verbal ou davantage visuel. Toutes les participantes, sans exception, ont indiqué croire que les individus apprennent mieux si l'information est présentée dans un format compatible à leur style d'apprentissage. Par ailleurs, les participantes ayant auto-rapporté avoir un style visuel ont obtenu un score plus élevé à l'échelle visuelle du VVQ par rapport à l'échelle verbale. Cette cohérence entre le style auto-rapporté et les scores obtenus au VVQ n'a pas été observée chez les participantes ayant auto-rapporté un style verbal.

À la suite d'une tâche de distraction d'une durée de 2.5 minutes, Knoll et al. (2017) ont mesuré la performance de mémorisation à l'aide d'un test de rappel indicé (le premier élément de la paire était fourni). Les résultats n'ont pas montré d'interaction style d'apprentissage (score verbal faible; score verbal élevé) × format de présentation (mots; images) significative, ce qui contredit l'hypothèse d'appariement. En fait, seul l'effet principal du format de présentation s'est avéré significatif, les images étant mieux rappelées, dans l'ensemble, que les mots (les auteurs ont évoqué l'effet de supériorité des images pour expliquer ce résultat). Chose intéressante, les jugements subjectifs étaient corrélés significativement aux scores obtenus aux échelles verbale et visuelle du VVQ. Ainsi, le score à l'échelle verbale était corrélé positivement (r =.40) aux jugements subjectifs de rappel immédiat (sans délai) des mots, alors que le score à l'échelle visuelle était corrélé positivement (r =.29) aux jugements subjectif de rappel immédiat des images. Cependant, malgré leur corrélation avec le style d'apprentissage, les jugements subjectifs n'étaient nullement corrélés avec la performance objective de rappel. En d'autres termes, lorsque les participantes prédisaient retenir mieux les mots, leur score à l'échelle verbale du VVQ était plus élevé, mais le nombre de mots rappelés ne l'était pas. Inversement, lorsque les participantes prédisaient retenir mieux les images, leur score à l'échelle visuelle du VVQ était plus élevé, mais le nombre d'images rappelées ne l'était pas. Knoll et al. (2017) ont conclu que les styles d'apprentissage sont associés à des jugements métacognitifs d'apprentissage, mais non à la performance objective d'apprentissage. Selon ces auteurs, ces jugements métacognitifs (qui n'ont aucune valeur prédictive) seraient un facteur de maintien de la popularité du concept de styles d'apprentissage.

Une autre source de données empiriques provient d'études d'imagerie cérébrale. Si un style d'apprentissage A correspond à un fonctionnement cérébral X distinct du fonctionnement cérébral Y et si, inversement, un style d'apprentissage B correspond à un fonctionnement cérébral Y distinct du fonctionnement cérébral X (un patron de résultats qualifié, en neuropsychologie cognitive, de dissociation fonctionnelle double), alors cela fournirait une assise neurologique au concept de styles d'apprentissage.

Kraemer et al. (2009) ont administré à de jeunes adultes (n = 18) la version révisée du VVQ (Kirby et al., 1988). Tandis que les participants étaient dans un appareil d'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf), ils complétaient une tâche de jugement de similarité selon quatre conditions expérimentales. Dans la condition image–image, une cible apparaissait sur un écran (p. ex., un triangle

rouge avec fond ligné), suivi de deux sondes sur le prochain écran (p. ex., un triangle vert avec fond pointillé à gauche et un cercle rouge avec fond ligné à droite). La réponse consistait à appuyer le plus rapidement possible sur un bouton pour indiquer la position (gauche ou droite) de la sonde ressemblant le plus à la cible (i.e., contenant le plus de caractéristiques communes à la cible; p. ex. couleur rouge et fond ligné). Dans la condition mot–mot, les caractéristiques étaient écrites plutôt qu'imagées. La cible était constituée de trois mots superposés sur un écran (p. ex., BLEU, CERCLE, POINTS), ainsi que les deux sondes sur l'écran suivant (p. ex., CERCLE, LIGNES, BLEU pour la sonde de gauche et POINTS, JAUNE, CARRÉ pour la sonde de droite). Dans la condition image–mot, la cible était imagée et les deux sondes étaient sous forme écrite. Enfin, dans la condition mot–image, la cible était sous forme écrite et les deux sondes imagées.

Chose intéressante, les données d'imagerie cérébrale de Kraemer et al. (2009) ont dévoilé un patron d'activation corticale distinct chez les verbalisateurs et les visualisateurs. Ainsi, le niveau d'activation d'une région corticale associée au visionnement d'images (le gyrus fusiforme) était fortement corrélé avec le score à la sous-échelle visualisateur du VVQ dans la condition mot–mot, suggérant que les visualisateurs convertissent spontanément les mots écrits en images. Inversement, le niveau d'activation d'une région corticale associée au traitement phonologique (le gyrus supramarginal) était fortement corrélé avec le score à la sous-échelle verbalisateur du VVQ dans la condition image–image, suggérant que les verbalisateurs convertissent spontanément les images en phonèmes. À noter que ces corrélations significatives impliquent, comme format de présentation de l'information, la « modalité non préférée » (pour employer l'expression des auteurs). C'est l'hypothèse dite *de conversion* : mots (format verbal) convertis en images chez les visualisateurs et images (format visuel) converties en phonèmes chez les verbalisateurs (Kraemer et al., 2009).

Or, si les données d'imagerie cérébrale suggèrent que des styles d'apprentissage distincts sont associés à des patrons distincts d'activation cérébrale, les données comportementales n'indiquent, par contre, aucune répercussion sur l'apprentissage, du moins dans la tâche de jugement de similarité (Kraemer et al., 2009). Ainsi, selon l'hypothèse d'appariement, on pourrait s'attendre à ce que les verbalisateurs aient une performance plus élevée dans la condition mot–mot et les visualisateurs une performance plus élevée dans la condition image–image. Ainsi encore, selon l'hypothèse de conversion, on pourrait s'attendre à ce que, dans la condition image–mot, les verbalisateurs aient une performance plus élevée que les visualisateurs, puisque cette condition impose une conversion de l'image-cible en phonèmes. Inversement, dans la condition mot–image, on pourrait s'attendre à ce que les visualisateurs aient une performance plus élevée que les verbalisateurs, puisque cette condition impose une conversion des mots-cibles en images. Or, les données comportementales n'appuient ni l'hypothèse d'appariement, ni l'hypothèse de conversion. Les résultats ne dévoilent aucune corrélation significative entre le score dominant au VVQ et les temps de réaction dans les essais corrects de la tâche de jugement de similarité, quelle que soit la condition expérimentale (image–image; mot–mot; image–mot; mot–image). Les zones différentielles d'activation dans le cerveau des verbalisateurs et des visualisateurs ne semblent pas les prédisposer à présenter une performance différentielle pour des conditions expérimentales

à prépondérance verbale et visuelle, respectivement. Autrement dit, cette étude neuropsychologique n'offre aucun appui empirique à l'hypothèse d'appariement. Si les styles d'apprentissage verbalisateur et visualisateur, tels que mesurés par le VVQ, possèdent des substrats neurologiques distincts, comme semblent l'indiquer les données d'IRMf, ces substrats ne semblent pas dicter l'utilisation de stratégies pédagogiques différentielles. Ce qui n'a pas empêché Kraemer et al. (2009) de conclure que « des recherches futures sur ce sujet pourraient suggérer de nouvelles méthodes d'enseignement plus efficaces, adaptées à des contextes particuliers et aux caractéristiques individuelles uniques » (p. 3797) [traduction libre]. Il s'agit là, selon nous, d'une extrapolation abusive de leurs données d'imagerie cérébrale, puisque celles-ci ne sont aucunement corroborées par leurs données comportementales.

Dans une étude complémentaire, Kraemer, Hamilton, Messing, DeSantis et Thompson-Schill (2014) ont utilisé la même tâche de jugement de similarité chez un nouvel échantillon (*n* = 21) de participants ayant complété le VVQ révisé (Kirby et al., 1988). Préalablement, les auteurs ont localisé précisément l'emplacement du gyrus supramarginal gauche (traitement phonologique) chez chaque participant. Pendant la tâche, cette région spécifique recevait une stimulation magnétique transcrânienne (SMT), rendant le gyrus inopérant (lésion cérébrale *virtuelle* momentanée). Selon l'hypothèse de conversion, la SMT devrait perturber la performance, chez les verbalisateurs, dans les deux conditions où une image est présentée comme cible (image–image; image–mot), puisque ceux-ci convertiraient spontanément les images en phonèmes. En fait, les auteurs ont observé un déclin de performance, à la suite de l'introduction de la SMT, dans la condition image–mot, mais non dans la condition image–image, suggérant que la conversion de l'information imagée en phonèmes n'est pas automatique chez les verbalisateurs, mais adaptée aux particularités de la tâche à accomplir (en effet, seule la condition image–mot impose une conversion de l'image cible en phonèmes). Il est important de noter que le déclin de performance, spécifique à la condition image–mot, appuie l'hypothèse de conversion, mais non l'hypothèse d'appariement. En effet, selon l'hypothèse d'appariement, chez les verbalisateurs, la performance aurait dû décliner, à la suite de l'introduction de la SMT, dans les conditions où l'information présentée à l'entrée (input) est conforme au style d'apprentissage. Or, dans les deux conditions où la modalité d'entrée (la cible) est verbale (mot–mot; mot–image), la performance des verbalisateurs n'a subi aucun déclin à la suite de l'introduction de la SMT. Somme toute, les résultats des deux études neuropsychologiques de Kraemer et al. (2009, 2014) sont équivoques quant à la possibilité que des substrats neuronaux distincts, chez les styles visualisateur et verbalisateur, sous-tendent l'existence collatérale de modalité distinctes de présentation de l'information qui optimisent l'apprentissage.

Adoptant une approche méthodologique différente, Höffler et al. (2017) ont mesuré, à l'aide d'un oculomètre (angl. *eye tracker*), les mouvements oculaires de participants (*n* = 32) pendant la présentation de quatre situations d'apprentissage : le fonctionnement de la chasse d'eau d'une toilette, la synthèse de l'adénosine triphosphate (ATP), le nouage d'un nœud et l'explication du phénomène de la résignation acquise. Chaque situation était présentée dans une série de trois vignettes, un peu comme dans les directives de montage de meubles IKA :

pour chaque vignette, une image au-dessus et un texte en-dessous (information équivalente dans l'image et dans le texte). Préalablement, le style cognitif des participants a été mesuré à l'aide du Object–Spatial Imagery and Verbal Questionnaire (OSIVQ; Blazhenkova et Kozhevnikov, 2009). Cet instrument repose sur la dichotomie entre visualisation et verbalisation, mais au lieu de considérer ces styles cognitifs comme les deux pôles opposés d'une seule dimension, le pôle visualisation est divisé en deux styles, imagerie mentale d'objets et imagerie mentale spatiale, de sorte que trois dimensions sont mesurées. L'OSIVQ comprend donc trois sous-échelles : visualisation/imagerie d'objet (ex. d'item : *Je peux facilement me souvenir de plusieurs détails visuels que d'autres pourraient ne jamais remarquer. Par exemple, je peux automatiquement retenir certaines choses, comme la couleur d'un chandail porté par quelqu'un ou la couleur de ses souliers*), visualisation/imagerie spatiale (ex. d'item : *Je peux facilement esquisser un plan détaillé pour un édifice avec lequel je suis familier*) et verbalisation (ex. d'item : *J'apprécie pouvoir reformuler mes pensées de toutes sortes de façons, aussi bien quand j'écris que quand je parle*) [traductions libres]. Les coefficients alpha de Cronbach sont respectivement de .83, .79 et .74 pour les sous-échelles objet, spatial et verbal (Blazhenkova et Kozhevnikov, 2009).

Les mouvements oculaires ont été enregistrés, pendant 2.5 minutes, pour chacune des quatre situations d'apprentissage. Chose intéressante, Höffler et al. (2017) ont observé davantage de fixations oculaires, de saccades oculaires et de retours visuels dans la zone occupée par les images chez les visualisateurs d'objets et (dans une moindre mesure) chez les visualisateurs spatiaux, alors que chez les verbalisateurs, les patrons de mouvements oculaires étaient davantage concentrés dans les zones occupées par le texte. Les auteurs ont interprété ces observations comme une source empirique de validation de l'instrument OSIVQ. Cependant, ces comportements oculaires distincts (regards portés surtout sur les images chez les visualisateurs et surtout sur le texte chez les verbalisateurs) n'ont pas été associés à des performances d'apprentissage distinctes. Le niveau de compréhension et de mémorisation des situations d'apprentissage a été évalué à l'aide de questions vrai ou faux (p. ex., *Quand le flotteur atteint un certain niveau, la valve n'est plus abaissée, résultant en l'entrée d'eau nouvelle dans le réservoir*). Dans le cas du nouage de nœud, les participants devaient physiquement nouer le nœud appris, à l'aide d'une cordelette. Or, les résultats n'ont montré aucune différence significative d'apprentissage entre les trois types d'apprenants, quelle que soit la situation d'apprentissage. Malheureusement, les informations fournies par les images et par le texte étant équivalentes, cette analyse ne permet pas de tester l'hypothèse d'appariement. Celle-ci prédit que les visualisateurs apprennent mieux s'ils regardent davantage les images que le texte, alors que les verbalisateurs apprennent mieux s'ils regardent davantage le texte que les images. Une analyse pertinente aurait pu être réalisée en divisant chaque échantillon de type d'apprenant en deux, par exemple en comparant le niveau d'apprentissage entre les visualisateurs ayant le plus regardé les images (50 % de l'échantillon) et les visualisateurs ayant le moins regardé les images (l'autre 50 %). L'analyse de la performance d'apprentissage réalisée dans le cadre d'une étude connexe (Koć-Januchta, Höffler, Thoma, Prechtl et Leutner, 2017) souffre des mêmes carences. Somme toute, l'étude oculométrique de Höffler et al. (2017) suggère l'existence de

comportements oculaires distincts selon le style cognitif verbal ou visuel, sans que ces comportements n'aient de répercussions sur la qualité de l'apprentissage.

En guise de conclusion de cette section, peu importe l'approche méthodologique adoptée (devis corrélationnel, devis expérimental, imagerie cérébrale fonctionnelle, stimulation magnétique transcrânienne, enregistrement des mouvements oculaires), peu importe l'instrument de mesure des styles VAK (BLSI, VARK, CSA, BE/17, VVQ révisé, OSIVQ) et peu importe l'indice de performance (mémorisation, compréhension, jugement de similarité, note finale dans un cours), aucune donnée empirique probante n'appuie, à ce jour, l'hypothèse de l'optimisation de l'apprentissage par l'appariement de la modalité de présentation de l'information aux styles d'apprentissage VAK. Dans l'état actuel des connaissances scientifiques, aucune « découverte » ne permet donc de contredire le statut (neuro)mythique des styles d'apprentissage VAK en éducation. Une récompense s'élevant à 5,000 $ est même offerte à quiconque obtiendrait des données à l'appui de l'hypothèse selon laquelle la prise en compte des styles d'apprentissage produit un meilleur rendement scolaire. Il s'agit du « défi styles d'apprentissage » (angl. *Learning Style Challenge*; Work-Learning Research, 2018).

La réplique des partisans des styles d'apprentissage

Comme dans toute controverse scientifique, aux sceptiques s'opposent les partisans. Aux prononcés d'une fin de non-recevoir à la validité pédagogique des styles d'apprentissage (Pashler et al., 2008; Rohrer et Pashler, 2012; Willingham, Hughes et Dobolyi, 2015) s'oppose une partisannerie, qui va de l'allégation (Beck, 2001; Othman et Amiruddin, 2010; Riding et Sadler-Smith, 1997) à l'affirmation (Sternberg, Grigorenko et Zhang, 2008), en passant par l'optimisme prudent (Kozhevnikov, 2007; Kozhevnikov, Evans et Kosslyn, 2014).

Nous l'avons évoqué plus haut : un flou conceptuel subsiste sur le concept de styles d'apprentissage. Kozhevnikov et al. (2014) sont d'avis que la multitude d'approches et de perspectives sur les styles d'apprentissage peut être, ultimement, réduite à une taxonomie unique, génératrice de principes fonctionnels susceptibles de trouver des applications en éducation, en entreprenariat et en gestion. Ces auteurs critiquent l'hypothèse d'appariement en tant que seule condition garante de la validité du concept de styles d'apprentissage. Premièrement, l'appariement des méthodes didactiques aux styles d'apprentissage exige une mesure fiable des styles d'apprentissage. Or, disent Kozhevnikov et al. (2014), plusieurs instruments de mesure présentent une validité et une fidélité questionnables.

Deuxièmement, certains formats d'enseignement sont vraisemblablement plus adaptés que d'autres à certains contenus d'apprentissage. À titre d'illustration, selon l'hypothèse d'appariement, enseigner un nouveau pas de tango au téléphone serait plus bénéfique pour une personne « auditive » que de lui enseigner *in vivo*, en studio, en découpant le pas en mouvements successifs; pour une personne « kinesthésique », ce serait précisément l'inverse. Or, un mode d'enseignement kinesthésique est sans doute plus adapté à l'enseignement de la danse qu'un mode d'enseignement oral. Selon Kozhevnikov et al. (2014), la concordance des

formats d'enseignement aux contenus enseignés constitue un facteur susceptible de masquer l'influence des styles d'apprentissage.

Si l'on fait fi de l'hypothèse d'appariement, certains résultats expérimentaux décrits dans la section précédente ouvrent la porte à une certaine validation du concept de styles d'apprentissage. Selon l'« appartenance » au style verbalisateur ou visualisateur, non seulement les régions cérébrales recrutées pour exécuter une tâche cognitive sont différentes (Kreamer et al., 2009), mais les zones du champ visuel explorées par le regard diffèrent également (Höffler et al., 2017). Dans la mesure où la focalisation du regard sur un type particulier de stimulus est souvent interprétée comme un *biais attentionnel* associé à un trait personnel ou à une singularité individuelle (Armstrong et Olatunji, 2012) et que des circuiteries cérébrales distinctes sous-tendent diverses manifestations de l'attention (Grosbras, Laird et Paus, 2005), les résultats de Höffler et al. (2017) méritent qu'on s'y attarde. En dépit de l'absence de répercussions de patrons distincts d'activation cérébrale (Kreamer et al., 2009) ou de patrons distincts d'exploration oculaire (Höffler et al., 2017) sur la qualité de l'apprentissage chez les verbalisateurs et les visualisateurs, ces données expérimentales tendent à appuyer l'hypothèse de l'existence de modes différentiels de traitement de l'information. Cette hypothèse est compatible avec la définition que Kozhevnikov (2007) donne des styles cognitifs : des « heuristiques utilisées par les individus pour traiter l'information à propos de leur environnement » (p. 464) [traduction libre].

Toutefois, si l'on admet que le concept de styles d'apprentissage possède une certaine validité en-dehors de l'appariement style–enseignement, quelle serait son utilité en éducation? Faisant sien un argument souvent évoqué dans le milieu de l'éducation, Felder (2010) soutient que le concept de styles d'apprentissage peut avoir une incidence pédagogique, sans devoir évoquer pour autant le bien-fondé de l'hypothèse d'appariement :

> La plupart des démystificateurs des styles d'apprentissage basent leurs arguments sur l'hypothèse d'appariement. Ils prétendent ne pas avoir trouvé de fondements empiriques à l'idée selon laquelle apparier l'enseignement aux préférences stylistiques d'apprentissage des élèves mène à un meilleur apprentissage, de sorte qu'il n'y a pas de raison de prendre en compte les styles d'apprentissage dans la conception de formules didactiques. […] Ceci ne signifie pas, cependant, que les styles d'apprentissage n'ont pas leur place en conception didactique; il y a un autre point de vue sur leur utilité, que les démystificateurs ont choisi d'ignorer. Le point crucial n'est pas d'apparier les styles d'enseignement aux styles d'apprentissage, mais plutôt de viser l'*équilibre*, de s'assurer que chaque style préférentiel soit respecté, dans la limite du raisonnable, durant les leçons d'enseignement (p. 3) [traduction libre].

Felder (2010) propose donc que l'usage équilibré, en classe, de modes d'enseignement diversifiés favorise la réussite scolaire parce qu'ainsi, dans une certaine mesure, chaque style d'apprentissage est respecté. Cependant, l'usage de modes d'enseignement diversifiés pourrait favoriser la réussite scolaire pour nombre d'autres raisons. Premièrement, tout un pan de littérature suggère que

l'apprentissage peut être amélioré par une présentation didactique multisensorielle (p. ex., visuelle et auditive) du matériel (Shams et Seitz, 2008). À cet égard, Macdonald, Germine, Anderson, Christodoulou et McGrath (2017) mentionnent qu'une retombée positive plutôt inattendue de la perpétuation du neuromythe VAK est l'adoption de la pratique éducative, chez les enseignants, consistant à présenter le matériel à apprendre d'une manière multisensorielle. Diversifier l'enseignement en stimulant plusieurs modalités sensorielles, même pour la mauvaise raison (l'adhésion au neuromythe VAK), peut donc être bénéfique à l'apprentissage. Ajoutons toutefois que l'attribution de l'efficacité pédagogique d'un enseignement multisensoriel aux styles VAK (plutôt qu'à des processus de mémoire communs à tous les apprenants) a pour conséquence fâcheuse de consolider le neuromythe VAK. Paradoxalement, tenter de dissiper le neuromythe VAK sans faire connaître les travaux scientifiques qui appuient les bienfaits d'une présentation multisensorielle du matériel sur la mémorisation pourrait malencontreusement dissuader les enseignants à continuer d'employer de telles méthodes (Macdonald et al., 2017).

Deuxièmement, certains auteurs sont d'avis que la diversification des modes d'enseignement encourage les élèves à adopter des styles d'apprentissage variés (Romanelli, Bird et Ryan, 2009). En effet, dans plusieurs modèles de styles d'apprentissage, le style ne constitue pas un trait cristallisé, mais plutôt dynamique (Cassidy, 2004). Kozhevnikov et al. (2014) abondent en ce sens, soulignant l'avantage adaptatif, chez l'élève, de maîtriser plusieurs styles d'apprentissage, de sorte à pouvoir les déployer, de manière flexible et ciblée, suivant la situation. Une telle posture épistémologique n'est pas sans évoquer un autre débat, en psychoéducation, entre styles d'apprentissage et « approches de l'apprentissage » – les stratégies utilisées par les élèves pour aborder les situations d'apprentissage (Cuthberg, 2005; Rajaratnam et D'cruz, 2009).

Troisièmement, selon Alferink et Farmer-Dougan (2010), un élève fréquentant une classe dans laquelle les formats d'enseignement respectent les diverses modalités sensorielles (l'approche VAK) sera *davantage* incité à interagir avec un environnement pédagogique multimodal (plutôt qu'unimodal) et donc ainsi à utiliser *toutes* ses modalités sensorielles (plutôt qu'à miser sur une seule) pour apprendre. À noter que s'il en était autrement, chaque élève ne serait dans des conditions optimales d'apprentissage – le format d'enseignement s'appariant à son propre style VAK – qu'une fraction du temps d'enseignement.

Quatrièmement, certaines approches pédagogiques visent à favoriser l'apprentissage en mettant à la disposition des élèves une multitude de ressources. C'est le cas de la *Conception universelle pour l'apprentissage* (angl. *Universal Design for Learning*; Rose et Mayer, 2002) ou pédagogie universelle (Bergeron, Vienneau et Rousseau, 2014). Contrairement à l'approche des styles d'apprentissage, dans l'approche universelle, la diversification des formules didactiques ne vise pas à respecter chaque style d'apprentissage, mais bien à mettre en place une pluralité de voies d'accès à l'apprentissage. Ici, l'accent est mis sur l'accessibilité de tous (accès universel), et non sur le cloisonnement ou l'étiquetage des élèves dans des styles ou profils individuels d'apprentissage. Bref, l'apport de la diversification des modes d'enseignement à la réussite scolaire peut reposer sur au moins quatre explications *autres* que celle proposée par Felder (2010) [voir Encadré 4B].

Des pistes de recherche future

Plusieurs équipes de recherche, aux quatre coins de la planète, ont documenté les taux d'adhésion des enseignants à certaines croyances non fondées sur le fonctionnement du cerveau en situation d'apprentissage – les neuromythes (p. ex., Dekker et al., 2012; Howard-Jones, 2014; Tardif et al., 2015). C'est par de telles enquêtes que l'on a constaté l'ubiquité des styles d'apprentissage VAK dans le milieu de l'éducation. Au Québec, une enquête auprès d'enseignants est présentement en cours (Blanchette Sarrasin, Riopel et Masson, 2017). Par ailleurs, une enquête internationale menée auprès du grand public a été publiée récemment par Macdonald et al. (2017). En effet, certaines campagnes de dénonciation des neuromythes s'adressent directement au grand public, comme celle accessible par le mot-clic #VAKOFF sur le réseau social de microblogage *Twitter*. Par contre, encore trop peu de données sont disponibles auprès des étudiants inscrits dans des programmes de formation à l'enseignement. De manière à établir un état des lieux plus exhaustif, des enquêtes sur l'adhésion aux neuromythes devraient aussi être conduites chez les étudiants qui planifient faire une demande d'admission à une école de formation des maîtres, chez les professeurs de facultés d'éducation, de même que chez les pédagogues et psychoéducateurs.

Toutefois, les grands oubliés des enquêtes sur les taux d'adhésion aux neuromythes sont les apprenants eux-mêmes! À notre connaissance, seules quelques données non publiées, en provenance de la Suisse romande, sont actuellement disponibles. Chez un échantillon d'étudiants (n = 72) âgés entre 15 et 21 ans, Barge (2014) a observé que 94 % des répondants adhèrent au neuromythe VAK. Pour leur part, N'Zebo et Morgantini (2015) rapportent des taux d'adhésion de 78 % chez des élèves de 10 à 14 ans (n = 76) et de 73 % chez des étudiants de 15 à 18 ans (n = 77). Des taux aussi élevés d'adhésion au neuromythe VAK chez les apprenants sont-ils observables au Canada et dans d'autres pays? Pour dresser un portrait plus nuancé de la croyance des écoliers au bien-fondé des styles d'apprentissage VAK, un questionnaire plus élaboré pourrait être conçu. Notamment, dans quelle mesure les élèves attribuent-ils une part de leurs difficultés scolaires au manque de respect, chez les enseignants, de leur style d'apprentissage? Quel serait le taux d'adhésion des étudiants à un énoncé tel que *Dans plusieurs cas, mes échecs scolaires sont causés par un enseignement qui ne concorde pas avec mon style d'apprentissage personnel (p. ex., je suis une visuelle et le professeur ne fait que parler en classe)*?

Une autre avenue de recherche concerne les modes de transmission et de diffusion intergénérationnelle des neuromythes dans le milieu de l'éducation. Dans la mesure où les bases conceptuelles et empiriques des neuromythes ont une validité épistémique faible et que la croyance aux neuromythes est observée dès l'école primaire, Doudin et al. (2016) évoquent une « triple rupture épistémique qui ne se fait pas » : (1) lors du passage du statut d'élève à celui d'étudiant en formation à l'enseignement, (2) du statut d'étudiant en enseignement à celui d'enseignant, et enfin (3) du statut d'enseignant à celui de formateur dans une école de formation en enseignement. Ajoutons une possible quatrième rupture épistémique qui ne se fait pas : lors du passage du statut d'enseignant ou de formateur à celui de concepteur de programmes cadre d'enseignement (voir Encadré 2).

Par ailleurs, les mises à l'épreuve empiriques de l'hypothèse d'appariement sont encore peu nombreuses. Il y a dix ans, Pashler et al. (2008) n'ont identifié que trois études dont la méthodologie était conforme au devis expérimental préconisé dans leur article pour tester l'hypothèse d'appariement : deux études dans lesquelles l'interaction style d'apprentissage × mode d'enseignement était non significative (Constantinidou et Baker, 2002; Massa et Mayer, 2006) et une étude (Sternberg, Grigorenko, Ferrari et Clinkenbeard, 1999) dans laquelle le seuil de signification n'était atteint qu'après le retrait de participants et de données marginales, une pratique controversée (voir la critique de Kirschner et van Merriënboer, 2013). À noter que l'étude de Sternberg et al. (1999) ne portait pas sur les styles VAK.

Au cours de la dernière décennie, d'autres mises à l'épreuve empiriques ont été publiées, si bien que le nombre d'études disponibles pourrait éventuellement atteindre une masse critique suffisante pour réaliser une méta-analyse d'envergure. À notre connaissance, une seule méta-analyse a été réalisée à ce jour, quoique sur un petit échantillon d'études. Peterson et Meissel (2015) ont sélectionné 15 études (5 expérimentales et 10 corrélationnelles) ayant testé si deux dimensions bipolaires de styles d'apprentissage (holistique–analytique et verbalisateur–imaginateur), telles que mesurées par l'instrument Cognitive Styles Analysis (CSA; Riding, 1991), sont associées à un meilleur rendement scolaire. La méta-analyse a révélé des tailles d'effet « négligeables » (Peterson et Meissel, 2015). Il faut bien admettre, toutefois, que les méta-analyses ne constituent pas toujours une offensive efficace contre les fausses croyances. À titre d'exemple, la présomption d'un lien entre la vaccination et l'autisme, issue de données expérimentales publiées dans un article (Wakefield et al., 1998) ayant fait l'objet, depuis, d'une rétractation par la prestigieuse revue médicale *The Lancet* en raison d'allégations de fraude scientifique, n'a perdu que peu de sa vigueur, à la suite de la publication d'une méta-analyse (Taylor, Swerdfeger et Eslick, 2014) non concluante en ce sens. Le phénomène de la persévération sociale des fausses croyances constitue un domaine de recherche en soi (Gilbert, Krull et Malone, 1990) et dépasse le propos du présent article.

Si l'espace consacré à la publication de résultats dit « négatifs » est relativement limité dans les revues scientifiques (Larivée, 2017), notre relevé de la littérature sur la mise à l'épreuve empirique de l'hypothèse d'appariement, en ce qui concerne les styles d'apprentissage VAK, suggère une certaine ouverture envers ce genre de résultats. Or, l'absence de données probantes en faveur de l'hypothèse d'appariement ne constitue pas une démonstration décisive de son invalidité. Comme dit l'adage anglo-saxon, l'absence de preuve n'est pas la même chose que la preuve de l'absence (angl. *Absence of evidence is not the same of evidence of absence*). Cet argument est l'équivalent de celui-ci : si on n'a pas trouvé d'extraterrestres, ça ne veut pas dire qu'ils n'existent pas. En statistique, ce même argument s'exprime ainsi : ne pas rejeter l'hypothèse nulle (H0) ne signifie pas qu'il n'existe pas de différence significative. Dans le cas qui nous préoccupe, si l'interaction style d'apprentissage × mode d'enseignement s'avère non significative, cela ne signifie pas que cette interaction n'existe pas dans la réalité. Notre analyse de variance peut tout simplement manquer de puissance pour détecter une telle interaction. C'est pourquoi il faut faire preuve de prudence face à des résultats dits « négatifs ». Tout test empirique d'hypothèse prête le flanc à la possibilité de commettre l'erreur de type II (β), soit la probabilité de ne pas rejeter H0 alors

qu'elle est vraie. Dans ce contexte, documenter la puissance (1 – β) de notre test statistique s'avère crucial. C'est là une pratique qui devrait être appliquée dans les tests empiriques de l'hypothèse d'appariement.

Mais l'interaction style d'apprentissage × mode d'enseignement pourrait s'avérer non significative pour une raison tout autre qu'un manque de puissance statistique. Si le télescope utilisé pour chercher des extraterrestres est défectueux, il est fort à parier qu'on ne trouvera aucun petit bonhomme vert dans tout l'univers! Tout appariement télescope–extraterrestres nous échappera. De la même façon, si notre mesure des styles d'apprentissage est inadéquate, tout appariement avec les modes d'enseignement pourrait nous échapper. Or, comme l'ont souligné Kozhevnikov et al. (2014), les qualités psychométriques des instruments utilisés pour mesurer les styles d'apprentissage sont loin d'être satisfaisantes (voir Coffield et al., 2004a, 2004b). Un travail de normalisation des instruments de mesure des styles d'apprentissage est donc souhaitable, pour en augmenter, en particulier, la validité de construit. À titre d'exemple, une personne « verbalisatrice » est-elle aussi une personne « auditive »? La confusion entre style verbal et style auditif est courante dans le domaine (à ce propos, voir Lieury, 1991).

Par ailleurs, deux précautions méthodologiques devraient être prises dans les futures mises à l'épreuve empiriques de l'hypothèse d'appariement. Premièrement, pour éviter que la concordance de la méthode didactique au matériel à apprendre ne masque l'influence des styles d'apprentissage (une possibilité soulevée par Kozhevnikov et al., 2014), il vaudrait mieux s'assurer qu'une méthode didactique ne soit pas davantage adaptée à la nature de ce matériel que la méthode alternative. À titre d'exemple, si le matériel à retenir est constitué d'extraits de musique, une présentation du matériel sous la forme d'enregistrements audionumériques serait sans doute biaisée par rapport à une présentation sous la forme de partitions (notes illustrées). Ce biais pourrait donner lieu à un effet principal significatif du mode de présentation et éclipser l'influence des styles auditif et visuel.

Deuxièmement, les études empiriques ayant testé l'hypothèse d'appariement omettent, dans une très large mesure, de contrôler la possibilité de la création d'attentes chez les participants. En effet, les questionnaires d'évaluation du style d'apprentissage sont, le plus souvent, administrés en amont des manipulations expérimentales (c'est le cas dans sept des huit mises à l'épreuve empiriques examinées dans le présent article). Il y a donc une possibilité que les participants devinent, au contact des items des questionnaires, le but de l'expérience et que leurs résultats soient contaminés par une telle connaissance. Administrer les questionnaires en aval des manipulations expérimentales suffirait à se prémunir contre une telle possibilité.

Enfin, si les styles d'apprentissage ont une portée pédagogique en-dehors de l'hypothèse d'appariement style–enseignement, comme l'évoquent certains auteurs (Felder, 2010; Kozhevnikov et al., 2014), des démonstrations empiriques en ce sens sont requises. Notamment, la prise en compte des styles d'apprentissage, en classe, influence-t-elle le niveau de satisfaction, de motivation, d'estime de soi, de sentiment d'efficacité personnelle, de concentration ou d'anxiété chez les

élèves? Et si tel était le cas, ces variables médiatrices auraient-elles une influence positive sur le rendement scolaire?

Prévenir l'adoption de pratiques éducatives non fondées chez les étudiants en formation à l'enseignement

Riener et Willingham (2010) ont suggéré que le *biais de confirmation*, la tendance à privilégier les informations qui confortent nos croyances ou idées préconçues au détriment des informations qui les contredisent (Risen et Gilovich, 2007), joue un rôle dans la consolidation et le maintien du mythe VAK. Ainsi, qu'une notion particulièrement abstraite de physique soit tout à coup plus facile à saisir quand, pendant la leçon, la professeure dessine un schéma au tableau, peut « confirmer » à un étudiant son statut d'apprenant « visuel ». Un tel raisonnement passe sous silence la possibilité que la majorité des étudiants, dans la classe, aient pu bénéficier de ce schéma, ou encore qu'en d'autres circonstances, un tel support visuel ne se soit pas avéré efficace pour cet étudiant. L'étudiante suivant une formation à l'enseignement n'est pas à l'abri du biais de confirmation. Si tel ouvrage ou tel cours, à la faculté d'éducation, conforte ses idées préconçues, acquises avant sa formation, envers l'efficacité des styles d'apprentissage VAK, son adhésion à ce neuromythe pourrait se consolider, voire se cristalliser. L'inclusion, dans les programmes de formation à l'enseignement, de cours sur la pensée critique, abordant notamment les biais cognitifs et autres raisonnements fallacieux, serait sans doute la bienvenue (voir Encadré 4).

Encadré 4. Raisonnements fallacieux en faveur de l'existence de styles d'apprentissage.

A. Un des arguments logiques en faveur de l'existence des styles d'apprentissage constitue une forme connue de sophisme (raisonnement fallacieux), qui relève de failles dans le syllogisme suivant, appelé *modus tollens* :

1. S'il y a des différences individuelles (P), alors il y a des styles d'apprentissage (Q).
2. Or, il n'y a pas de styles d'apprentissage (–Q).
3. Donc, il n'y pas de différences individuelles (–P).

Dans un *modus tollens*, la conclusion (3) est valide uniquement si la prémisse (1) l'est également. Or, il peut y avoir des différences individuelles (antécédent P) sans qu'il y ait nécessairement des styles d'apprentissage (conséquent Q). En cas d'invalidité de la prémisse, le déni du conséquent (–Q) n'implique pas logiquement le déni de l'antécédent (–P). De la même façon, dans le syllogisme suivant (aussi un *modus tollens*), Josée peut très bien trouver Éric beau sans forcément sortir avec lui; l'invalidité de la prémisse (1) de ce syllogisme en invalide la conclusion (3).

1. Si Josée trouve Éric beau (P), alors elle sortira avec lui (Q).
2. Or, elle ne sort pas avec lui (–Q).
3. Donc, elle ne le trouve pas beau (–P).

La diversité des élèves qui composent une classe ne fait aucun doute. Cependant, se servir de cette diversité pour soutenir l'existence de styles d'apprentissage relève de la démagogie. Nier l'existence des styles d'apprentissage n'implique pas, logiquement, la négation de l'existence de différences individuelles. Il est tout à fait possible de reconnaître l'existence de différences individuelles sans pour autant adhérer au bien-fondé de l'idée de styles d'apprentissages.

B. Un autre argument logique en faveur de l'existence des styles d'apprentissage VAK repose sur un sophisme issu du syllogisme suivant, appelé affirmation du conséquent :

1. S'il existe des styles d'apprentissage VAK (P), alors un enseignement multisensoriel améliore l'apprentissage (Q).
2. Or, un enseignement multisensoriel améliore l'apprentissage (Q).
3. Donc, les styles d'apprentissage VAK existent (P).

Dans le syllogisme d'affirmation du conséquent, la conclusion (3) est équivoque. En effet, dans la prémisse (1), le conséquent (Q) peut découler d'une multitude de causes antécédentes (P). Dans le texte, nous soulevons quatre causes *autres* que l'existence de styles d'apprentissage VAK à l'amélioration du rendement scolaire par l'utilisation de méthodes didactiques multisensorielles

Puisque les données de Knoll et al. (2017) suggèrent que les jugements métacognitifs sont corrélés significativement au style d'apprentissage tel que mesuré par le VVQ (p. ex., les participants qui jugent subjectivement pouvoir retenir mieux les mots sont plutôt classifiés comme des verbalisateurs), mais nullement à leur performance objective de mémorisation (i.e., le nombre de mots rappelés n'est pas plus élevé), les futurs enseignants bénéficieraient probablement de connaissances en psychologie cognitive, notamment sur la distinction entre cognition et métacognition. En particulier, la présentation d'études empiriques dans lesquelles la performance objective d'apprentissage ne concorde pas toujours aux jugements métacognitifs pourrait les aider à questionner la justesse de certaines convictions personnelles chez leurs élèves.

Rappelons le résultat contre-intuitif obtenu par Dekker et al. (2012) dans leur enquête, selon lequel la lecture de magazines scientifiques populaires augmente les connaissances en neuroscience de l'apprentissage, mais également l'adhésion aux neuromythes. Suivre un cours en neurosciences lors d'études supérieures offrirait-

il une meilleure protection? Dans le cadre d'une étude comparative Suisse-Québec, Loi Zedda (2014) a obtenu des données (non publiées) qui laissent présager que la prise d'un cours en neurosciences puisse être associée à une adhésion moindre aux neuromythes. La chercheure a observé qu'un échantillon d'étudiants suisses inscrits à un programme de formation à l'enseignement spécialisé adhère moins aux neuromythes qu'un échantillon d'étudiants québécois inscrits à un programme équivalent. Or, contrairement aux étudiants québécois, les étudiants suisses en enseignement spécialisé ont l'occasion de suivre un cours en neurosciences dans lequel la thématique des neuromythes est abordée. La prise de ce cours pourrait possiblement expliquer l'écart observé entre les étudiants suisses et québécois (Loi Zedda, 2014). Toutefois, selon une étude expérimentale récente (Im, Cho, Dubinsky et Varma, 2018), l'exposition de futurs enseignants à un cours de psychologie de l'éducation augmente leurs connaissances en neurosciences, sans pour autant réduire leur taux d'adhésion aux neuromythes. À noter que le manuel utilisé dans ce cours abordait la controverse entourant les bases cérébrales de l'apprentissage (angl. *brain-based learning*), ainsi que les neuromythes eux-mêmes.

Les résultats d'une enquête récente (Macdonald et al., 2017) vont dans le même sens. Si le grand public composé de citoyens d'un peu partout dans le monde (n = 3,045) adhère au neuromythe VAK dans une proportion de 93 %, ni une formation en éducation, ni la prise de cours en neurosciences ne réduisent substantiellement leur adhésion. En effet, les éducateurs (n = 598) y souscrivent dans une proportion de 76 %, tandis que les répondants (n = 234) ayant indiqué avoir suivi *plusieurs* cours reliés au cerveau ou aux neurosciences lors de leurs études supérieures (collège, université) y souscrivent dans une proportion de 78 % (Macdonald et al., 2017). Une analyse de régressions multiples réalisée par Macdonald et al. (2017) a montré que le meilleur prédicteur de la *non* adhésion aux neuromythes dans leur ensemble est la lecture d'articles publiés dans des revues scientifiques arbitrées (angl. *peer-reviewed*). La lecture de magazines scientifiques populaires n'était pas un facteur prédictif significatif. Les trois meilleurs prédicteurs de résistance aux neuromythes sont la possession d'un diplôme d'études supérieures, avoir suivi plusieurs cours reliés au cerveau ou aux neurosciences et la lecture d'articles scientifiques publiés dans des revues arbitrées, quoique de l'avis même de Macdonald et al. (2017), les tailles d'effet soient modestes. Il s'agit bien de résistance et non d'éradication, puisque tous neuromythes confondus, le taux d'adhésion passe de 68 % (grand public) à 46 % (plusieurs cours en neurosciences). En dépit des facteurs de protection, deux répondants sur trois y souscrivent encore!

Comme le soulignent Coch et Ansari (2009), les enseignants consultent peu, au cours de leur formation en enseignement, les sources scientifiques primaires (articles publiés dans les revues arbitrées), au profit d'ouvrages considérés comme sérieux, sur les « bases cérébrales » de l'apprentissage, dont certains proposent l'utilisation, entre autres, des styles d'apprentissage VAK. L'accès restreint des futurs enseignants aux sources primaires les rend ainsi vulnérables à certaines sources ou ressources douteuses. Pour lutter contre une telle vulnérabilité, Dekker et al. (2012) recommandent aux scientifiques de vérifier l'exactitude avec laquelle les ouvrages populaires (sources secondaires) rapportent leurs résultats de recherche (pour un exemple de vérification en ce sens, voir Allaire-Duquette, Brault Foisy et Dion, 2014). Doudin et Tardif (2011), de même que Dekker et al. (2012), suggèrent

également d'établir, auprès des futurs enseignants, une distinction claire entre faits scientifiques et pseudosciences (Lilienfeld, Ammirati et David, 2012). Comme le notait Larivée (2001) à propos des pseudosciences : « […] des "savoirs" parallèles, qui prétendent à la certitude fondent souvent des pratiques en vogue dans le vaste champ de l'intervention psychosociale » (p. 1). Des ouvrages accessibles à un large public ont d'ailleurs été rédigés expressément dans l'intention de déboulonner les mythes urbains, croyances folkloriques, superstitions et autres « légendes pédagogiques » en éducation (en français : Baillargeon, 2013; en anglais : Adey et Dillon, 2012; Bruyckere, Kirschner et Hulshof, 2015; voir aussi Alferink, 2007; Kirschner et van Merriënboer, 2013).

Les styles d'apprentissage ont généré, pour reprendre l'expression de Dembo et Howard (2007) « toute une industrie » qui offre des formations pratiques et des trousses pédagogiques soi-disant basées sur les plus récentes recherches scientifiques. Selon Coffield et al. (2004a), les gains commerciaux des créateurs à succès d'instruments de mesure des styles d'apprentissage sont si faramineux que les chercheurs indépendants y pensent à deux fois avant de critiquer publiquement les prétentions démesurées des modèles dominants. L'attrait exercé sur les enseignants par ces services et produits commerciaux peut s'expliquer, entre autres choses, par un souci professionnel de disposer de toutes les ressources pédagogiques susceptibles de répondre aux différences individuelles chez leurs élèves, dans l'optique de favoriser leur réussite scolaire. À fortiori quand les ministères de l'éducation comptent parmi les acheteurs (Scott, 2010). Toutefois, les brochures commerciales n'étant pas assujetties à la même rigueur que les rapports et articles scientifiques, l'utilisation de tels produits commerciaux ne procure pas toujours les bénéfices pédagogiques escomptés. Comme dans d'autres domaines de la consommation de produits et services, la prudence est de mise. Sylvan et Christodoulou (2010) ont élaboré des lignes directrices, à l'intention des enseignants, pour l'évaluation de produits pédagogiques commerciaux « basés sur le cerveau ».

Mentionnons enfin que les tentatives pour prévenir l'adoption de pratiques éducatives non fondées chez les étudiants en formation à l'enseignement se heurtent aussi à un facteur d'ordre épistémologique. Pour certains auteurs, la définition de la recherche en éducation est plutôt élastique : des sources de connaissances *autres* que la science y contribueraient (Eisner, 1997; voir la réplique de Mayer, 2000). Comme le souligne Newton (2015), en dépit d'appels répétés pour une pratique de l'éducation basée sur des préceptes scientifiquement fondés (angl. *evidence-based education*; p. ex., Wiseman, 2010), certains auteurs s'y opposent (p. ex., Biesta, 2010). Une telle attitude de méfiance envers le « dogme » de la science pourrait ainsi venir jeter le discrédit sur le constat de l'absence de données probantes issues des mises à l'épreuve empiriques de l'hypothèse d'appariement styles d'apprentissage–modes d'enseignement, favorisant le *statu quo* de ce concept en éducation. Une telle attitude de méfiance pourrait aussi contribuer à élargir le fossé entre science de l'éducation et pratique de l'éducation (angl. *scientist-practitioner gap*), un terreau fertile à la prolifération des pseudosciences (Lilienfeld et al., 2012).

Les approches pédagogiques autres que la prise en compte des styles d'apprentissage pour différencier l'enseignement et favoriser la réussite scolaire

Selon Doudin et al. (2016), le spectre de l'épuisement professionnel (angl. *burnout)*, combiné au manque de stratégies pédagogiques efficaces de gestion de la diversité, pourrait pousser certains enseignants à adopter des stratégies moins reconnues scientifiquement, tel que catégoriser les élèves comme appartenant à un style « visuel », « auditif » ou « kinesthésique » et préconiser des activités d'apprentissage adaptées aux styles dominants de la classe. Quelle que soit l'efficacité réelle de telles stratégies en zone grise, leur adoption pourrait contribuer au développement, chez les enseignants, d'un sentiment de maîtrise qui les aide à se prémunir contre le risque (élevé dans la profession) d'épuisement professionnel (Doudin et al., 2016). Dans la même veine, Alferink (2007) est d'avis que la pénurie de pratiques éducatives éprouvées constitue un terreau fertile à l'émergence de pratiques qui relèvent du mythe et de la superstition (voir aussi OCDE, 2007). Pourtant, outre la prise en compte des styles d'apprentissage, il existe une vaste gamme de stratégies de gestion de la diversité ou de différenciation pédagogique (voir Bergeron et al., 2014). Il reste toutefois à savoir si ces stratégies sont abordées dans les programmes de formation à l'enseignement.

Comme alternative pédagogique à l'approche des styles d'apprentissage, Arbuthnott et Krätzig (2014) proposent de se tourner vers des principes généraux éprouvés, issus de 50 ans de recherche en psychologie expérimentale, reconnus comme efficaces dans la mémorisation de matériel et facilement importables en classe. Selon ces auteurs, les différences individuelles en matière d'apprentissage sont grandement éclipsées par les similitudes des mécanismes de la mémoire. Sans constituer le moins du monde une panacée, ces principes de mémorisation ont été solidement établis en laboratoire et ont fait l'objet de recherches appliquées. Il s'agit, notamment, de l'encodage par élaboration et de la récupération étalée (voir aussi Dunlosky, Rawson, Marsh, Nathan et Willingham, 2013).

Par ailleurs, An et Carr (2017) proposent, comme alternative à l'approche des styles d'apprentissage, le recours à des approches psychologiques possédant de solides fondements empiriques.

Conclusion

Apparier les méthodes didactiques aux styles d'apprentissage VAK pour favoriser la réussite scolaire constitue une pratique éducative considérée, d'une part, comme un mythe scientifique et, d'autre part, comme une hypothèse de recherche encore en quête de validation. Notre relevé de la littérature scientifique pertinente recourant à de multiples méthodologies, instruments de mesure des styles VAK et indices de performance indique l'absence, jusqu'à présent, de données empiriques probantes en faveur de l'hypothèse d'appariement styles VAK–modes d'enseignement. Certaines précautions méthodologiques et statistiques devraient être prises dans les futures mises à l'épreuve empiriques de l'hypothèse d'appariement. Toutefois, il n'est pas exclus que le concept de styles d'apprentissage puisse avoir une portée pédagogique en-dehors de l'hypothèse

d'appariement, quoique des démonstrations empiriques en ce sens soient encore nécessaires. D'ici l'avènement d'un statut moins équivoque de l'utilité du concept de « styles d'apprentissage » VAK en éducation, la prévention de l'adoption de pratiques éducatives non fondées chez les étudiants en formation à l'enseignement, l'utilisation de stratégies de gestion de la diversité autres que la prise en compte des styles d'apprentissage, de même que le recours à des principes de mémorisation bien établis en psychologie expérimentale, sont des mesures encouragées.

Références

Adey, P. et Dillon, J. (dir.). (2012). *Bad education: Debunking myths in education*. Berkshire, UK: Open University Press.

Alferink, L.A. (2007). Educational practices, superstitious behavior and mythed opportunities. *Scientific Review of Mental Health Practice, 5*(2), 21-30.

Alferink, L.A. et Farmer-Dougan, V. (2010). Brain-(not) based education: Dangers of misunderstanding and misapplication of neuroscience research. *Exceptionality, 18*(1), 42-52. doi: 10.1080/09362830903462573

Allaire-Duquette, G., Brault Foisy, L.-M. et Dion, J.S. (2014). Résumé de livre: « Sousa, D.A. et Tomlinson, C.A. (2013). *Comprendre le cerveau pour mieux différencier: adapter l'enseignement aux besoins des apprenants grâce aux apports des neurosciences*. Montréal, QC : Chenelière Éducation ». *Neuroéducation, 3*(1), 18-24.

An, D. et Carr, M. (2017). Learning styles theory fails to explain learning and achievement: Recommendations for alternative approaches. *Personality and Individual Differences, 116*, 410-416. doi: 10.1016/j.paid.2017.04.050

Ansari, D et Coch, D. (2006). Bridges over troubled waters: Education and cognitive neuroscience. *Trends in Cognitive Sciences, 10*(4), 146-151. doi: 10.1016/j.tics.2006.02.007

Arbuthnott, K.D. et Krätzig, G.P. (2014). Effective teaching: Sensory learning styles versus general memory processes. *Innovative Teaching/ Comprehensive Psychology, 4*, 2. doi: 10.2466/06.IT.4.2

Armstrong, T. et Olatunji, B.O. (2012). Eye tracking of attention in the affective disorders: A meta-analytic review and synthesis. *Clinical Psychology Review, 32*(8), 704-723. doi: 10.1016/j.cpr.2012.09.004

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

Bandler, R. et Grinder, J. (1975a). *The structure of magic I: A book about language and therapy.* Palo Alto, CA: Science & Behavior Books.

Bandler, R. et Grinder, J. (1975b). *The structure of magic II: A book about communication and change*. Palo Alto, CA: Science & Behavior Books.

Barbe, W.B., Swassing, R.H. et Milone, M.N. (1979). *Teaching through modality strengths: Concepts and practices* (2e éd.). Columbus, OH: Zaner-Bloser.

Barge, J. (2014). *Neuromythes et stéréotypes de genre : adhésion et effets sur le sentiment d'auto-efficacité parmi des élèves d'un gymnase lausannois.* Mémoire de master inédit. Haute École Pédagogique, Lausanne, Suisse.

Barsch, J. (1991). *Barsch Learning Style Inventory*. Novato, CA: Academic Therapy.

Beck, C.R. (2001). Matching teaching strategies to learning style preferences. *The Teacher Educator, 37*(1), 1-15. doi: 10.1080/08878730109555276

Bergeron, L., Vienneau, C. et Rousseau, N. (2014). Essai de synthèse sur les modalités de gestion pédagogique de la diversité chez les élèves. *Enfance en difficulté, 3*, 47-76. doi: 10.7202/1028012ar

Biesta, G.J.J. (2010). Why "what works" still won't work: From evidence-based education to value-based education. *Studies in Philosophy and Education, 29*(5), 491-503. doi: 10.1007/s11217-010-9191-x

Blanchette Sarrasin, J. et Masson, S. (2017). Connaître les neuromythes pour mieux enseigner. *Enjeux pédagogiques* (revue de la Haute École Pédagogique des cantons de Berne, du Jura et de Neuchâtel, Suisse), *28*, 16-18.

Blanchette Sarrasin, J., Riopel, M. et Masson, S. (2017, août). *Neuromyths and their origin among teachers in Quebec*. Présentation affichée, 12th Conference of the European Science Education Research Association, Dublin, Irlande.

Blazhenkova, O. et Kozhevnikov, M. (2009). The new object–spatial–verbal cognitive style model: Theory and measurement. *Applied Cognitive Psychology*, *23*(5), 638-663. doi: 10.1002/acp.1473

Brown, T.T. et Daly, A.J. (2016). Welcome to Educational Neuroscience [éditorial]. *Educational Neuroscience, 1*(1), 1-2. doi: 10.1177/2377616116632069

Bruyckere, P. de, Kirschner, P.A. et Hulshof, C.D. (2015). *Urban myths about learning and education*. Amsterdam, Hollande: Elsevier.

Cassidy, S. (2004). Learning styles: An overview of theories, models, and measures. *Educational Psychology, 24*(4), 419-444. doi: 10.1080/0144341042000228834

Chevrier, J., Fortin, G., Leblanc, R. et Théberge, M. (2000). Le style d'apprentissage : une perspective historique. *Education et francophonie, 28*(1), 20-46.

Clement, N.D. et Lovat, T. (2012). Neuroscience and education: Issues and challenges for curriculum. *Curriculum Inquiry, 42*(4), 534-557. doi: 10.1111/j.1467-873X.2012.00602.x

Coch, D. et Ansari, D. (2009). Thinking about mechanisms is crucial to connecting neuroscience and education. *Cortex*, *45*(4), 546-547. doi: 10.1016/j.cortex.2008.06.001

Coffield, F., Moseley, D., Hall, E. et Ecclestone, K. (2004a). *Learning styles and pedagogy in post-16 learning: A systematic and critical review. London, UK: Learning and Skills* Research Centre. Repéré à http://www.leerbeleving.nl/wp-content/uploads/2011/09/learning-styles.pdf

Coffield, F., Moseley, D., Hall, E. et Ecclestone, K. (2004b). *Should we be using learning styles? What research has to say to practice. London, UK: Learning and Skills R*esearch Centre. Repéré à http://itslifejimbutnotasweknowit.org.uk/files/LSRC_LearningStyles.pdf

Constantinidou, F. et Baker, S. (2002). Stimulus modality and verbal learning performance in normal aging. *Brain and Language, 82*(3), 296-311. doi: 10.1016/S0093-934X(02)00018-4

Cuthbert, P.F. (2005). The student learning process: Learning styles or learning approaches? *Teaching in Higher Education, 10*(2), 235-249. doi: 10.1080/1356251042000337972

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. doi: 10.3389/fpsyg.2012.00429

Della Sala, S. et Anderson, M. (dir.). (2012). *Neuroscience in education: The good, the bad and the ugly*. Oxford, UK: Oxford University Press.

Dembo, M.H. et Howard, K. (2007). Advice about the use of learning styles: A major myth in education. *Journal of College Reading and Learning, 37*(2), 101-109. doi: 10.1080/10790195.2007.10850200

Doudin, P.-A., Tardif, É. et Meylan, N. (2016). De l'utilité ambiguë des styles d'apprentissage et des neuromythes. Dans É. Tardif et P.-A. Doudin (dir.), *Neurosciences et cognition : perspectives pour les sciences de l'éducation* (p. 81-102). Bruxelles, Belgique : De Boeck.

Dubinsky, J.M., Roehrig, G. et Varma, S. (2013). Infusing neuroscience into teacher professional development. *Educational Researcher, 42*(6), 317-329. doi: 10.3102/0013189X13499403

Dunlosky, J., Rawson, K.A., Marsh, E.J., Nathan, M.J. et Willingham, D.T. (2013). Improving students' learning with effective learning techniques: Promising directions from cognitive and educational psychology. *Psychological Science in the Public Interest, 14*(1), 4-58. doi: 10.1177/1529100612453266

Dunn, R. et Dunn, K. (1978). *Teaching students through their individual learning styles: A practical approach*. Reston, VA: Prentice-Hall.

Eisner, E. W. (1997). The promise and perils of alternative forms of data representation. *Educational Researcher, 26*(6), 4-10.

Farmer-Dougan, V. et Alferink, L.A. (2013). Brain development, early childhood, and brain-based education: A critical analysis. Dans L.H. Wasserman et D. Zambo (dir.), *Early childhood and neuroscience – Links to development and learning* (p. 55-76). New York, NY: Springer.

Felder, R.M. (2010). Are learning styles invalid? (Hint: No!). *On-Course Newsletter*. Repéré à http://www4.ncsu.edu/unity/lockers/users/f/felder/public/Papers/LS_Validity(On-Course).pdf

Field, A. (2013). *Discovering statistics using IBM SPSS Statistics* (4e éd.). Thousand Oaks, CA: Sage.

Fischer, K.W., Daniel, D.B., Immordino-Yang, M.H., Stern, E., Battro, A. et Koizumi, H. (2007). Why Mind, Brain, and Education? Why now? [éditorial]. *Mind, Brain, and Education, 1*(1), 1-2. doi: 10.1111/j.1751-228X.2007.00006.x

Fleming, N.D. et Mills, C. (1992). Not another inventory, rather a catalyst for reflection. *To Improve the Academy, 11*(1), 137-155. doi: 10.1002/j.2334-4822.1992.tb00213.x

Geake, J. (2008). Neuromythologies in education. *Educational Research, 50*(2), 123-133. doi: 10.1080/00131880802082518

Gilbert, D.T., Krull, D.S. et Malone, P.S. (1990). Unbelieving the unbelievable: Some problems in the rejection of false information. *Journal of Personality and Social Psychology, 59*(4), 601-613. doi: 10.1037/0022-3514.59.4.601

Goswami, U. (2004). Neuroscience and education. *British Journal of Educational Psychology, 74*(Pt. 1), 1-14. doi: 10.1348/000709904322848798

Goswami, U. (2006). Neuroscience and education: From research to practice? Nature Reviews *Neuroscience, 7*(5), 406-413. doi: 10.1038/nrn1907

Grinder, J. et Bandler, R. (1979). *Frogs into princes: Neuro Linguistic Programming.* Moab, UT: Real People Press.

Grosbras, M.-H., Laird, A.R. et Paus, T. (2005). Cortical regions involved in eye movements, shifts of attention, and gaze perception. *Human Brain Mapping, 25*(1), 140-154. doi: 10.1002/hbm.20145

Höffler, T.N., Koć-Januchta, M. et Leutner, D. (2017). More evidence for three types of cognitive style: Validating the Object–Spatial Imagery and Verbal Questionnaire using eye tracking when learning with texts and pictures. *Applied Cognitive Psychology, 31*(1), 109-115. doi: 10.1002/acp.3300

Hood, B., Howard-Jones, P.[A.], Laurillard, D., Bishop, D., Coffield, F., Frith, U., . . . Foulsham, T. (2017). No evidence to back idea of learning styles. *The Guardian*, 12 mars.

Howard-Jones, P.A. (2008). Education and neuroscience [éditorial]. *Educational Research, 50*(2), 119-122. doi: 10.1038/nrn3817

Howard-Jones, P.A. (2014). Neuroscience and education: Myths and messages. Nature Reviews *Neuroscience, 15*(12), 817-824. doi: 10.1038/nrn3817

Husmann, P.R. et O'Loughlin, V.D. (2018). Another nail in the coffin for learning styles? Disparities among undergraduate anatomy students' study strategies, class performance, and reported VARK learning styles. *Anatomical Sciences Education*. Advance online publication. doi: 10.1002/ase.1777

Im, S.-h, Cho, J.-Y., Dubinsky, J.M. et Varma, S. (2018). Taking an educational psychology course improves neuroscience literacy but does not reduce belief in neuromyths. *PLoS ONE, 13*(2), e0192163. doi: 10.1371/journal.pone.0192163

Jensen, E.P. (2008). A fresh look at brain-based education. *Phi Delta Kappan, 8*9(6), 408-417. doi: 10.1177/003172170808900605

Kirby, J.R., Moore, P.J. et Schofield, N.J. (1988). Verbal and visual learning styles. *Contemporary Educational Psychology, 13*(2), 169-184. doi: 10.1016/0361-476X(88)90017-3

Kirschner, P.A. et van Merriënboer, J.J.G. (2013). Do learners really know best? Urban legends in education. *Educational Psychologist, 48*(3), 169-183. doi: 10.1080/00461520.2013.804395

Knoll, A.R., Otani, H., Skeel, R.L. et Van Horn, K.R. (2017). Learning style, judgements of learning, and learning of verbal and visual information. *British Journal of Psychology, 108*(3), 544-563. doi: 10.1111/bjop.12214

Koć-Januchta, M., Höffler, T, Thoma, G.-B., Prechtl, H. et Leutner, D. (2017). Visualizers versus verbalizers: Effects of cognitive style on learning with texts and pictures – An eye-tracking study. *Computers in Human Behavior, 68*, 170-179. doi: 10.1016/j.chb.2016.11.028

Kolb, D.A. (1976). *LSI – The Learning Style Inventory: Technical manual*. Boston, MA: McBer.

Kozhevnikov, M. (2007). Cognitive styles in the context of modern psychology: Toward an integrated framework of cognitive style. *Psychological Bulletin, 133*(3), 464-481. doi: 10.1037/0033-2909.133.3.464

Kozhevnikov, M., Evans, C. et Kosslyn, S.M. (2014). Cognitive style as environmentally sensitive individual differences in cognition: A modern synthesis and applications in education, business, and management. *Psychological Science in the Public Interest, 15*(1), 3-33. doi: 10.1177/1529100614525555

Kraemer, D.J.M., Hamilton, R.H., Messing, S.B., DeSantis, J.H. et Thompson-Schill, S.L. (2014). Cognitive style, cortical stimulation, and the conversion hypothesis. *Frontiers in Human Neuroscience, 8*, 15. doi: 10.3389/fnhum.2014.00015

Kraemer, D.J.M., Rosenberg, L.M. et Thompson-Schill, S.L. (2009). The neural correlates of visual and verbal cognitive styles. *Journal of Neuroscience, 29*(12), 3792-3798. doi: 10.1523/JNEUROSCI.4635-08.2009

Krätzig, G.P. et Arbuthnott, K.D. (2006). Perceptual learning style and learning proficiency: A test of the hypothesis. *Journal of Educational Psychology, 98*(1), 238-246. doi: 10.1037/0022-0663.98.1.238

Lafontaine, R. (1975). Les dysfonctions cérébrales mineures chez l'enfant. *Le Médecin du Québec, 10*(11), 40-49.

Lafontaine, R. (1996). *Visuels et auditifs. Une autre vision du modèle*. Saint-Laurent, QC : Éditions du Trécarré.

Lafontaine, R. et Lessoil, B. (1984). *Êtes-vous auditif ou visuel?* Vervier, Belgique : Marabout.

Lafontaine, R. et Lessoil, B. (2012). *Êtes-vous auditif ou visuel? Pour mieux connaître ses enfants et soi-même* (3e édition). Les Éditions Québec-Livres (Québécor Média).

La Garanderie, A. de (1980). *Les profils pédagogiques.* Paris, France : Éditions du Centurion.

La Garanderie, A. de (1982). *Pédagogie des moyens d'apprendre : les enseignants face aux profils pédagogiques*. Paris, France : Bayard.

Larivée, S. (2001). Science contre pseudo-sciences : un combat inégal. *Revue canadienne de psycho-éducation, 30*(1), 1-25.

Larivée, S. (2017). Regards croisés sur l'analphabétisme scientifique et le processus d'évaluation par les pairs. *Revue de psychoéducation, 46*(1), 1-21. doi: 10.7202/1039679ar

Latendresse, C., Larivée, S. et Miranda, D. (2006). La portée de l'« effet Mozart ». Succès souvenirs, fausses notes et reprises. *Canadian Psychology, 47*(2), 125-142. doi: 10.1037/cp2006004

Leite, W.L., Svinicki, M. et Shi, Y. (2010). Attempted validation of the scores of the VARK: Learning Styles Inventory with multitrait–multimethod confirmatory factor analysis models. *Educational and Psychological Measurement, 70*(2), 323–339. doi: 10.1177/0013164409344507

Lessoil, B. et Lafontaine, R. (1981). *L'univers des auditifs et des visuels.* Québec, QC : Éditions du Nouveau Monde.

Lezak, M.D., Howieson, D.B., Bigler, E.D. et Tranel, D. (2012). *Neuropsychological Assessment* (5e éd.). Oxford, UK: Oxford University Press.

Lieberman, M.G. (1986). *The Hemispheric Mode Indicator (HMI). Technical notes*. Barrington, IL: Excel, Inc.

Lieury, A. (1990). Auditifs, visuels : la grande illusion. *Cahiers pédagogiques, 287*, 58-62.

Lieury, A. (1991). La confusion des codes symboliques : verbal et imagé. *Cahiers Pédagogiques, 291*, 57-59.

Lilienfeld, S.O., Ammirati, R. et David, M. (2012). Distinguishing science from pseudoscience in school psychology: Science and scientific thinking as safeguards against human error. *Journal of School Psychology, 50*(1), 7-36. doi: 10.1016/j.jsp.2011.09.006

Lindell, A.K. et Kidd, E. (2011). Why right-brain teaching is half-witted: A critique of the misapplication of neuroscience to education. *Mind, Brain, and Education, 5*(3), 121-127. doi: 10.1111/j.1751-228X.2011.01120.x

Loi Zedda, M. (2014). *Croyances chez les enseignants du primaire et du spécialisé à l'égard des neuromythes. Étude comparée entre la Suisse Romande et le Québec*. Mémoire de master inédit, Haute École Pédagogique, Lausanne, Suisse. Repéré à http://doc.rero.ch/record/259200/files/md_maspe_p18408_2014.pdf

Macdonald, K., Germine, L., Anderson, L., Christodoulou, J. et McGrath, L.M. (2017). Dispelling the myth: Training in education or neuroscience decreases but does not eliminate beliefs in neuromyths. *Frontiers in Psychology, 8*, 1314. doi: 10.3389/fpsyg.2017.01314

Massa, L.J. et Mayer, R.E. (2006). Testing the ATI hypothesis: Should multimedia instruction accommodate verbalizer–visualizer cognitive style? *Learning and Individual Differences, 16*(4), 321-336. doi: 10.1016/j.lindif.2006.10.001

Masson, S. (2012). La neuroéducation : mieux comprendre le cerveau pour mieux enseigner [éditorial]. *Neuroéducation, 1*(1), 3-4.

Masson, S. (2015). Les apports de la neuroéducation à l'enseignement : des neuromythes aux découvertes actuelles. *Approche neuropsychologique des apprentissages chez l'enfant, 134*, 11-22.

Mayer, R.E. (2000). What is the place of science in educational research? *Educational Researcher, 29*(6), 38-39.

McCarthy, B. (1993). *Hemispheric Mode Indicator* (HMI). Barrington, IL: Excel, Inc.

Meunier-Tardif, G. (1979). *Le principe de Lafontaine*. Montréal, QC : Libre Expression.

Ministère de l'Éducation, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche. (2015). *Guide des initiatives inspirantes pour la réussite éducative des élèves autochtones*. Québec, QC : Gouvernement du Québec. Repéré à http://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site_web/documents/saacc/autochtones_dev_nordique/guide_initiatives_reussitescolaire_FR_2015.pdf

Ministère de l'Éducation de l'Ontario. (2006). *Le curriculum de l'Ontario, de la 1re à la 8e année* – Français (édition révisée). Toronto, ON : Imprimeur de la Reine pour l'Ontario. Repéré à http://www.edu.gov.on.ca/fre/curriculum/elementary/subjects.html

Myers, I. et Briggs, K. (1962). *The Myers-Briggs Type Indicator*. Princeton, NJ: Educational Testing Services.

N'Zebo, H. et Morgantini, S. (2015). *Neurosciences et neuromythes : représentations chez des élèves du primaire et du secondaire I.* Mémoire de master inédit. Haute École Pédagogique, Lausanne, Suisse. Repéré à https://core.ac.uk/download/pdf/43673630.pdf

Newton, P.M. (2015). The learning styles myth is thriving in higher education. *Frontiers in Psychology, 6,* 1908. doi: 10.3389/fpsyg.2015.01908

Organisation de coopération et de développement économiques. (2002). *Comprendre le cerveau : vers une nouvelle science de l'apprentissage*. Paris, France : OCDE.

Organisation de coopération et de développement économiques. (2007). *Comprendre le cerveau : naissance d'une science de l'apprentissage*. Paris, France : OCDE.

Othman, N. et Amiruddin, M.H. (2010). Different perspectives of learning styles from VARK model. *Procedia Social and Behavioral Sciences, 7*(C), 652-660. doi: 10.1016/j.sbspro.2010.10.088

Paivio, A. (1971). *Imagery and verbal processes*. New York, NY: Holt, Rinehart and Winston.

Pashler, H., McDaniel, M., Rohrer, D. et Bjork, R. (2008). Learning styles: Concepts and evidence. *Psychological Science in the Public Interest, 9*(3), 105-119. doi: 10.1111/j.1539-6053.2009.01038.x

Pasquinelli, E. (2012). Neuromyths: Why do they exist and persist? *Brain, Mind, and Education, 6*(2), 89-96. doi: 10.1111/j.1751-228X.2012.01141.x

Peterson, E.R. et Meissel, K. (2015). The effect of Cognitive Style Analysis (CSA) test on achievement: A meta-analytic review. *Learning and Individual Differences, 38*, 115-122. doi: 10.1016/j.lindif.2015.01.011

Purdy, N. (2008). Neuroscience and education: How best to filter out the neurononsense from our classrooms? Irish *Educational Studies, 27*(3), 197-208. doi: 10.1080/03323310802242120

Rajaratnam, N. et D'cruz, S.M. (2016). Learning styles and learning approaches: Are they different? *Education for Health, 29*(1), 59-60.

Rauscher, F.H., Shaw, G.L. et Ky, K.N. (1993). Music and spatial task performance. *Nature, 365*(6447), 611. doi: 10.1038/365611a0

Reinert, H. (1976). One picture is worth a thousand words? Not necessarily! *The Modern Language Journal, 6*0(4), 160-168.

Renzulli, J.S. et Smith, L.H. (1978). *Learning Styles Inventory: A measure of student preference for instructional techniques*. Mansfield Center, CT: Creative Learning Press.

Richardson, A. (1977). Verbalizer–visualizer: A cognitive style dimension. *Journal of Mental Imagery, 1*(1), 109-125.

Riding, R.[J.] (1991). *Cognitive Styles Analysis users' manual*. Birmingham, UK: Learning and Training Technology.

Riding, R.[J.] et Douglas, G. (1993). The effect of cognitive style and mode of presentation on learning performance. *British Journal of Educational Psychology, 63*(2), 297-307.

Riding, R.J. et Sadler-Smith, E. (1997). Cognitive style and learning strategies: Some implications for training design. *International Journal of Training and Development, 1*(3), 199-208.

Riener, C. et Willingham, D. [T.] (2010). The myth of learning styles. *Change: The Magazine of Higher Learning, 42*(5), 33-35. doi: 10.1080/00091383.2010.503139

Risen, J. et Gilovich, T. (2007). Informal logical fallacies. Dans R.J. Sternberg, H.L. Roediger III et D.F. Halpern (dir.), *Critical thinking in psychology* (p. 110-130). New York, NY: Cambridge University Press.

Robert, I. (1985). *Le concept des auditifs et des visuels et le questionnaire de détermination du profil neurosensoriel, Q.D.P.N.* Montréal, QC : Éditions Ivon Robert.

Rogowsky, B.A., Calhoun, B.M. et Tallal, P. (2015). Matching learning style to instructional method: Effects on comprehension. *Journal of Educational Psychology, 107*(1), 64-78. doi: 10.1037/a0037478

Rohrer, D. et Pashler, H. (2012). Learning styles: Where's the evidence? *Medical Education, 46*(7), 634-635. doi: 10.1111/j.1365-2923.2012.04273.x

Romanelli, F., Bird, E. et Ryan, M. (2009). Learning styles: A review of theory, application, and best practices. *American Journal of Pharmaceutical Education, 73*(1), 9. doi: 10.5688/aj730109

Rose, D.H. et Meyer, A. (2002). *Teaching every student in the digital age: Universal Design for Learning*. Alexandria, VA: ASCD.

Rundle, S. et Dunn, R. (2010). *Learning styles: Online learning style assessments and community*. Repéré à htpp://www.learningstyles.net

Schmeck, R.R., Ribich, F. et Ramanaiah, N. (1977). Development of a self-report inventory for assessing individual differences in learning processes. *Applied Psychological Measurement, 1*(3), 413-431.

Scott, C. (2010). The enduring appeal of 'learning styles'. *Australian Journal of Education, 54*(1), 5-17. doi: 10.1177/000494411005400102

Shams, L. et Seitz, A.R. (2008). Benefits of multisensory learning. *Trends in Cognitive Science, 12*(11), 411-417. doi: 10.1016/j.tics.2008.07.006

Sharp, J.G., Bowker, R. et Byrne, J. (2008). VAK or VAK-uous? Towards the trivialisation of learning and the death of scholarship. *Research Papers in Education*, *23*(3), 293-314. doi: 10.1080/02671520701755416

Smith, A. (1996). *Accelerated learning in the classroom.* Stafford, UK: Network Educational Press.

Smith, A. (1998). *Accelerated learning in practice: Brain-based methods for accelerating motivation and achievement*. Stafford, UK: Network Educational Press.

Sperry, R. (1982). Some effects of disconnecting the cerebral hemispheres. *Science, 217*(4566), 1223-1226. doi: 10.1126/science.7112125

Spitzer, M. (2012). Education and neuroscience [éditorial]. *Trends in Neuroscience and Education, 1*(1), 1-2. doi: 10.1016/jtine.2012.09.002

Stahl, S.A. (1999). Different strokes for different folks? A critique of learning styles. *American Educator, 23*(3), 27-31.

Sternberg, R.J., Grigorenko, E.L., Ferrari, M. et Clinkenbeard, P. (1999). A triarchic analysis of an aptitude–treatment interaction. *European Journal of Psychological Assessment, 15*(1), 3-13.

Sternberg, R.J., Grigorenko, E.L. et Zhang, L. (2008). Styles of learning and thinking matter in instruction and assessment. *Perspectives on Psychological Science, 3*(6), 486-506. doi: 10.1111/j.1745-6924.2008.00095.x

Sylvan, L.J. et Christodoulou, J.A. (2010). Understanding the role of neuroscience in brain based products: A guide for educators and consumers. *Mind, Brain, and Education, 4*(1),1-7. doi: 10.1111/j.1751-228X.2009.01077.x

Tardif, É. et Doudin, P.-A. (2010). Neurosciences, neuromythes et sciences de l'éducation. *Prisme* (revue pédagogique de la Haute École Pédagogique de Lausanne, Suisse), *12*, 11-14.

Tardif, É. et Doudin, P.-A. (2011). Neurosciences cognitives et éducation : le début d'une collaboration. *Formation et pratiques d'enseignement en questions* (revue de la Haute École Pédagogique de Suisse romande et du Tessin), *12*, 95-116.

Tardif, É., Doudin, P.-A. et Meylan, N. (2015). Neuromyths among teachers and student teachers. *Mind, Brain, and Education, 9*(1), 50-59. doi: 10.1111/mbe.12070

Taylor, L.E., Swerdfeger, A.L. et Eslick, G.D. (2014). Vaccines are not associated with autism: An evidence-based meta-analysis of case-control and cohort studies. *Vaccine, 32*(29), 3623-3629. doi: 10.1016/j.vaccine.2014.04.085

VARK Learn Limited. (2018). *VARK. A guide to learning styles*. Repéré à http://vark-learn.com

Wakefield, A.J., Murch, S.H., Anthony, A., Linnell, J., Casson, D.M., Malik, M., . . . Walker-Smith, J.A. (1998). Ileal-lymphoid-nodular hyperplasia, non-specific colitis, and pervasive developmental disorder in children. *The Lancet, 351*(9103), 637-641. doi: 10.1016/S0140-6736(97)11096-0

Willingham, D.T., Hughes, E.M. et Dobolyi, D.G. (2015). The scientific status of learning styles theories. *Teaching of Psychology, 42*(3), 266-271. doi: 10.1177/0098628315589505

Wiseman, A.W. (2010). The uses of evidence for educational policymaking: Global contexts and international trends. *Review of Research in Education, 34*(1), 1-24. doi: 10.3102/0091732X09350472

Witkowski, T. (2010). Thirty-five years of research on neuro-linguistic programming. NLP research data base. State of the art or pseudoscientific decoration? *Polish Psychological Bulletin, 41*(2), 58-66. doi: 10.2478/v10059-010-0008-0

Work-Learning Research. (2018). *Learning Styles Challenge – Year Eight – Now at $5,000*. Repéré à https://www.worklearning.com/2014/08/04/learning-styles-challenge-year-eight