Document generated on 10/11/2024 11:50 p.m.

Les ateliers de l'éthique
The Ethics Forum

Théories à processus duaux et théories de l'éducation : le cas de l'enseignement de la pensée critique et de la logique

Guillaume Beaulac and Serge Robert

Volume 6, Number 1, Spring 2011

URI: https://id.erudit.org/iderudit/1044302ar
DOI: https://doi.org/10.7202/1044302ar

See table of contents

Publisher(s)

Centre de recherche en éthique de l'Université de Montréal

ISSN

1718-9977 (digital)

Explore this journal

Cite this article

Beaulac, G. & Robert, S. (2011). Théories à processus duaux et théories de l'éducation : le cas de l'enseignement de la pensée critique et de la logique. *Les ateliers de l'éthique / The Ethics Forum*, *6*(1), 63–77. https://doi.org/10.7202/1044302ar

Article abstract

Many theories about the teaching of logic and critical thinking take for granted that theoretical learning, the learning of formal rules for example, and its practical application are sufficient to master the tools taught and to take the habit of using them. However, this way of teaching is not efficient, a conclusion supported by much work in cognitive science. Approaching cognition evolutionarily with dual-process theories allows for an explanation of these insufficiencies and offers clues on how we could teach critical thinking and logic more efficiently. In this article, we want to present this approach and explore these leads in order to make some pedagogical recommendations and lay the foundations of a framework. We will put forward an example of the application of this research program with philosophy for children.

Tous droits réservés © Centre de recherche en éthique de l'Université de Montréal, 2011

This document is protected by copyright law. Use of the services of Érudit (including reproduction) is subject to its terms and conditions, which can be viewed online.

https://apropos.erudit.org/en/users/policy-on-use/

This article is disseminated and preserved by Érudit.

Érudit is a non-profit inter-university consortium of the Université de Montréal, Université Laval, and the Université du Québec à Montréal. Its mission is to promote and disseminate research.

https://www.erudit.org/en/

Article : 63 → 73 Notes: 74 → 75 Bibliographie : 76 → 77

VOLUME 6 NUMÉRO 1
PRINTEMPS/SPRING 2011

THÉORIES À PROCESSUS DUAUX ET THÉORIES DE L'ÉDUCATION : LE CAS DE L'ENSEIGNEMENT DE LA PENSÉE CRITIQUE ET DE LA LOGIQUE[1]

GUILLAUME BEAULAC
UNIVERSITÉ WESTERN ONTARIO

SERGE ROBERT
UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

RÉSUMÉ

Plusieurs théories de l'enseignement de la logique et de la pensée critique prennent pour acquis que l'apprentissage théorique, celui des règles formelles par exemple, et son application pratique sont suffisants pour maîtriser les outils enseignés et pour prendre l'habitude de les mettre en usage. Toutefois, tout indique que cet enseignement n'est pas efficace, une conclusion supportée par plusieurs travaux en sciences cognitives. Approcher l'étude de la cognition évolutionnairement avec les théories à processus duaux permet une explication de ces insuffisances, tout en offrant des pistes pour aborder l'enseignement de la pensée critique et de la logique de manière plus efficace. Dans cet article, nous souhaitons présenter cette approche et explorer ces pistes de solution afin de faire quelques recommandations pédagogiques et mettre en place un cadre théorique. Nous présenterons un exemple d'application de ce programme de recherche avec la philosophie pour enfants.

ABSTRACT

Many theories about the teaching of logic and critical thinking take for granted that theoretical learning, the learning of formal rules for example, and its practical application are sufficient to master the tools taught and to take the habit of using them. However, this way of teaching is not efficient, a conclusion supported by much work in cognitive science. Approaching cognition evolutionarily with dual-process theories allows for an explanation of these insufficiencies and offers clues on how we could teach critical thinking and logic more efficiently. In this article, we want to present this approach and explore these leads in order to make some pedagogical recommendations and lay the foundations of a framework. We will put forward an example of the application of this research program with philosophy for children.

INTRODUCTION

De nombreuses théories philosophiques conçoivent l'esprit humain comme un système rationnel et unifié, qui confère à l'être humain, non seulement son unicité, mais aussi sa supériorité sur les autres animaux. Il y est supposé que l'être humain a des habiletés particulières lui permettant de se conformer à un idéal de rationalité – ce que nous appelons ici le 'rationalisme fort'. Cette façon de concevoir l'esprit a été, et est encore, considérablement influente dans de nombreux débats philosophiques, mais aussi plus généralement dans les sciences humaines et sociales (Tooby et Cosmides, 1992). Elle est au cœur, à tout le moins implicitement, de nombreuses approches en éducation : cela se voit notamment dans la façon dont est réalisé habituellement l'enseignement de la pensée critique et de la logique.

Ce rationalisme fort se retrouve d'abord dans une théorie psychologique classique pour rendre compte du raisonnement logique, soit la théorie de la logique mentale. Cette théorie soutient que l'esprit humain possède un mécanisme central (ou un module[1] particulier) qui lui permet de traiter l'information qu'il reçoit en respectant des principes de base de la logique (par exemple, une aptitude au respect de la non-contradiction et du tiers exclu). On retrouve différentes variantes de cette thèse chez Braine (1990), Rips (1983) et Overton (1990).

Cette thèse est dite syntaxique dans la mesure où elle présume que dans nos activités de raisonnement nous traitons en priorité la structure formelle des arguments plus ou moins indépendamment de leur contenu informationnel. La célèbre théorie de Piaget et Inhelder (1955) appartient à cette approche : ils y soutiennent que cette logique mentale n'est pas innée, mais qu'elle s'acquiert progressivement par une interaction avec l'environnement, qui nous amène à construire en nous, par réversibilité opératoire, ces différentes règles logiques. Cette réversibilité, qui s'acquiert par différents sauts qualitatifs, est une aptitude progressive à faire une opération mentale en sens inverse d'une opération précédente pour en annuler l'effet, en revenant au point de départ (comme apprendre à diviser après avoir appris à multiplier).

Une autre théorie, désormais classique elle aussi, celle des modèles mentaux, fut développée d'abord par Johnson-Laird (1983). Elle propose une approche sémantique pour expliquer plus particulièrement nos erreurs de raisonnement, ce que la théorie de la logique mentale arrive difficilement à faire. Johnson-Laird soutient que, devant un raisonnement logique, nous aurions une tendance naturelle à nous faire un ou des modèle(s) du contenu informationnel livré par les prémisses du raisonnement. Ce ou ces modèle(s) nous amènerai(en)t à traiter le raisonnement comme invalide si nous lui trouvons un modèle qui en serait un contre-exemple, ou à le traiter comme valide si nous n'arrivons à aucun modèle fournissant un contre-exemple. Cette stratégie nous conduirait, quand le nombre de modèles requis est peu élevé, à des raisonnements valides et, quand le nombre de modèles devient élevé et onéreux pour la mémoire de travail, à des erreurs logiques (Johnson-Laird, 1983).

Cette perspective est sémantique, parce que la modélisation du contenu informationnel y est beaucoup plus déterminante que la structure formelle des arguments. Cette théorie des modèles mentaux adopte donc un rationalisme moins fort que celui de la logique mentale, puisqu'il n'y est plus supposé une aptitude particulière à comprendre des principes à la base de la logique formelle. Elle s'approche davantage de ce que nous soutiendrons. Cependant, tout comme la théorie de la logique mentale, bien qu'à un degré moindre, cette théorie n'arrive pas bien à expliquer ce qui se passe quand nous faisons des erreurs de raisonnement logique ou quand nous les corrigeons. L'explication de ces erreurs et de ces corrections par une meilleure théorie sera au cœur de notre proposition.

Ce type de théorie est influent en éducation et cela se reflète dans le genre d'approche pédagogique qui y est adopté. En effet, les cours de pensée critique et de logique ont un double objectif : (1) de faire réaliser aux élèves l'importance de la pensée critique, de leur en faire acquérir l'habitude et de les amener à adopter un certain nombre d'attitudes identifiées comme épistémiquement vertueuses (ouverture d'esprit, respect des opinions d'autrui, curiosité, remise en question de nos croyances non fondées, etc.) puis, (2) de leur apprendre les habiletés nécessaires à exercer cette pensée critique (Bailin et Siegel, 2003). Le programme d'enseignement lié à ces deux objectifs prend généralement la forme de l'étude de ces habiletés et de ces moyens nécessaires à la pensée critique, à travers une exposition de divers outils allant des règles logiques formelles à l'argumentation, en passant par certains outils mathématiques et statistiques (Baillargeon, 2005 nous fournit un excellent exemple de ce genre de travail) ainsi que leur mise en application dans divers exercices. Il est supposé par ces approches que cette forme d'apprentissage sera suffisante pour apprendre et maîtriser les outils de la pensée critique. Cette façon de

donner les cours de logique et de pensée critique est ainsi liée, au moins implicitement, à des idées promues par les programmes de recherche inspirés du rationalisme fort mentionnés ci-dessus.

Cette façon de procéder n'est toutefois pas efficace et ne produit pas les résultats espérés. À titre d'exemple, nous avons pu constater que des personnes venant de suivre une leçon de logique ne réussissent guère mieux un examen sur le raisonnement logique que celles qui n'ont pas eu un tel cours (Houdé et Moutier, 1996, 1999). Ces résultats vont dans le même sens que ce que suggère la riche tradition de recherche des heuristiques et des biais en psychologie du raisonnement (pour de nombreux exemples, voir Gilovich, Griffin et Kahneman, 2002). Nous trouvons dans cette approche une myriade d'effets similaires dans divers domaines du raisonnement, autant logique que pratique. Cependant, comme nous allons le voir, la théorie de la logique mentale et celle des modèles mentaux ne nous apparaissent pas satisfaisantes pour rendre compte de telles situations.

Si diverses explications ont été invoquées devant ces résultats, celles qui nous apparaissent les plus pertinentes s'inscrivent dans un cadre évolutionniste. Nous développerons ce cadre général dans la première section de cet article. Nous examinerons ensuite, dans la deuxième section, les théories à processus duaux (*dual-process theories*), théories qui s'inscrivent dans le cadre évolutionniste. Dans la troisième section, nous en tirerons certaines leçons et nous identifierons certaines pistes à suivre pour des travaux ultérieurs en pédagogie relativement à l'enseignement de la pensée critique et de la logique. Les pistes que nous développerons s'inscrivent dans le cadre du programme de recherche de Stanovich et West (2008) issu des théories à processus duaux. Finalement, dans la quatrième section, nous examinerons l'impact de l'approche de la philosophie pour enfants quant à l'adoption d'une perspective de prudence épistémique chez les enfants. Nous soutiendrons que cette prudence épistémique est une première étape cruciale dans l'exercice de la pensée critique, mais aussi dans son apprentissage. Nous considérons que cette thèse est en accord avec les modèles développés par Wilson et Brekke (1994) et par Stanovich et West (2008).

Mais, avant de poursuivre, deux mises en garde importantes s'imposent. D'abord, l'enseignement de la pensée critique ne se limite pas à l'enseignement de la logique. Et ce, même si sous l'étiquette de "la logique", il est possible d'inclure davantage que l'étude des règles formelles (comme l'étude des raisonnements ou de certaines notions relatives aux ambiguïtés du langage). L'exercice de la pensée critique dépasse largement le seul domaine du raisonnement strictement logique, comme le suggèrent d'ailleurs Bailin et Siegel (2003). Un cours de logique ou de pensée critique peut, et devrait, en tenir compte. Si, dans cet article, nous nous limitons aux études liées au raisonnement (principalement logique), c'est pour deux raisons : (1) il s'agit d'un domaine qui regorge de résultats empiriques permettant de mieux orienter la recherche et (2) la maîtrise des outils de la logique est un pas important dans l'exercice de la pensée critique. Il est certainement possible de maîtriser les outils de la logique et de faire des raisonnements valides tout en n'étant pas « penseur critique » ; par exemple en utilisant l'ensemble des outils qu'elle offre systématiquement mais sans en comprendre la portée ou l'objectif, mais maîtriser ces outils est une étape cruciale dans le développement de la pensée critique pour un grand nombre de chercheurs issus de diverses traditions intellectuelles.

Ensuite, l'objectif de cet article est d'abord de faire une analyse de la littérature présentement disponible. Nous souhaitons établir les bases d'un cadre d'analyse permettant la mise en œuvre de projets de recherche qui devraient, selon nous, être entrepris. Bref, il s'agit d'expliciter comment ces théories issues des sciences cognitives peuvent, et devraient, influencer la recherche autour de l'enseignement de la pensée critique et de la logique. L'exemple de la philosophie pour enfants, présenté dans la quatrième section, nous semble un bon exemple du type de travail qui devrait être encouragé. Ces remarques étant faites, nous pouvons maintenant tenter de montrer comment des résultats de recherche en psychologie du raisonnement peuvent nous amener à une meilleure compréhension et à de meilleures stratégies pédagogiques relativement à l'enseignement de la logique.

1 UNE PERSPECTIVE ÉVOLUTIONNISTE

L'idée du rationalisme fort selon laquelle l'esprit humain serait un système rationnel et unifié, rapidement présentée en introduction, est remise en question par de nombreux auteurs. Par exemple, pour Marcus (2008), l'esprit est un *kluge*. Un *kluge*, selon le vocabulaire utilisé par les ingénieurs, est une solution disgracieuse mais efficace à un problème (Marcus, 2008, 2). Marcus évoque les dessins de Rube Goldberg où sont illustrées des machines bricolées extrêmement complexes permettant de réaliser des tâches fort simples. L'espèce humaine ne serait pas, de ce point de vue, le fruit d'un ingénieur bienveillant

ayant tout planifié d'avance, que ce soit pour nos corps ou nos esprits, mais celui d'un processus de bricolage, soit un processus de sélection naturelle de petites mutations génétiques, sans objectif, et encore moins avec un objectif d'arriver à une solution optimale ou élégante. Dans cette perspective évolutionniste, seules la survie et la reproduction ont de l'importance. Si une solution peu élégante fonctionne, qu'elle soit ou non optimale, elle sera transmise aux générations suivantes. Ainsi, des « erreurs de design » ont pu être commises par ce processus, lequel ne se réalise qu'à partir de ce qui est disponible. Il ne lui est en effet pas possible de recommencer complètement le design d'un système à chaque étape du processus (Jacob, 1970).

Cela ne signifie pas que la condition humaine soit absolument précaire, mais plutôt que, si les processus qui forment l'esprit sont étonnamment efficaces et fiables, ils ne sont toutefois pas optimaux. L'esprit est le produit d'un développement évolutionnaire qui s'est toujours fait à partir des structures qui étaient présentes au préalable, idée qui constitue un élément clé dans toute explication évolutionnaire, comme le défend Dawkins (1986). Marcus précise que, de cette façon, l'esprit est composé de plusieurs « couches de technologies », où les couches supérieures utilisent ce qui est en place dans celles qui sont en dessous, ce qui leur permet un gain en efficacité, certes, mais ce qui, souvent, leur confère certaines limites. Il n'est alors plus possible d'avoir comme « position par défaut » que les processus cognitifs sont optimaux, ou encore que le processus à l'oeuvre réalise une tâche qui lui sied parfaitement[2]. Par exemple, la mémoire des animaux en général a un certain nombre d'avantages au plan évolutionnaire : elle est une mémoire contextuelle, très rapide et est ainsi préférable à une mémoire qui enregistrerait tout et procéderait, à chaque fois, à une recherche exhaustive de son contenu afin de trouver une information (comme le ferait un ordinateur avec son disque dur). La mémoire humaine, étant une variante de l'évolution de cette capacité, ne permet donc pas une parfaite rétention de l'information, ce qui cause parfois des problèmes et des frustrations. Par exemple, elle n'est pas conçue pour faire de la mémorisation pour un examen, même s'il est possible de bien le faire (et encore mieux lorsque les mécanismes de la mémoire sont bien connus).

L'objectif des psychologues évolutionnistes[3] est de comprendre l'esprit dans une perspective qui s'apparente à cette vision particulière de l'esprit comme *kluge*. Selon eux, l'esprit est composé de plusieurs « modules » : plusieurs de ces systèmes auraient ainsi évolué avec un certain degré d'autonomie (voir Carruthers, 2006, chapitre 1 pour une argumentation détaillée de ce point). Ces systèmes évolués fonctionnent par l'implémentation d'un certain nombre de règles heuristiques permettant, pour un certain nombre d'entrées, d'offrir une réponse généralement adéquate, fiable, mais non optimale. Il s'agit de systèmes naturels utilisant des règles de décision simples, des heuristiques, qui fonctionnent bien dans l'environnement pour lequel ils ont évolué (Gigerenzer, Todd et ABC Research Group, 1999). Ces heuristiques peuvent, dans d'autres contextes, produire des réponses moins adaptées, par exemple produire des erreurs logiques, en raison des limites même de leurs modes de fonctionnement.

Gigerenzer (2007) tend à soutenir que de telles situations, où les heuristiques utilisées par les modules ne sont pas adéquates, existent mais sont rares, alors que d'autres chercheurs remettent en question cette dernière idée : pour Stanovich (2004, 2009), ces situations sont relativement fréquentes, et parfois elles se présentent lorsqu'il s'agit de faire des choix ayant des répercussions importantes (il n'existe pas d'heuristique naturelle permettant de choisir un emploi, par exemple). De plus, bien que notre esprit ait été bien adapté à son environnement évolutif, il demeure fort probable que certains éléments du monde actuel fassent disparaître les avantages d'une caractéristique. L'exemple de la « malbouffe » illustre de façon frappante une de ces caractéristiques peu adaptées à notre environnement actuel : notre goût pour les matières sucrées et les matières grasses, permettant la survie dans un monde où la nourriture n'est pas abondante, cause de graves problèmes d'obésité dans un monde où le *fast-food* est facilement accessible et où l'activité physique est à la baisse. Malgré de tels cas problématiques, dans la majorité des situations, ces heuristiques nous servent et fonctionnent très bien. Gigerenzer croit d'ailleurs que « the real question is not *if* but *when* can we trust our guts? To find the answer, we must figure out how intuition actually works in the first place »[4] (Gigerenzer, 2007 : 17).

Cette perspective évolutionniste nous amène à rejeter le rationalisme fort de la théorie de la logique mentale puisque, suivant cette approche, il est peu probable que de telles habiletés aient pu évoluer. Des règles heuristiques, imparfaites mais bien adaptées à leur contexte, semblent plutôt être au coeur du *kluge* qu'est la cognition humaine. Ses processus ne sont pas optimaux, ce qui suggère qu'il est plus sage d'adopter un rationalisme modéré, au sens où nous pouvons penser qu'acquérir une certaine rationalité et nous la transmettre d'une

génération à l'autre nous ont aidés à survivre. Celle-ci n'est toutefois par supportée par des mécanismes dédiés à l'interprétation de problèmes logiques.

2. LES THÉORIES À PROCESSUS DUAUX

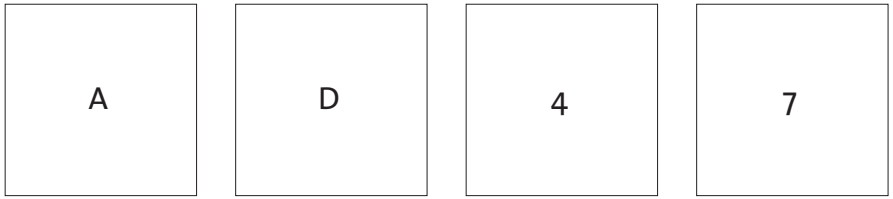
La mise en oeuvre des heuristiques a donc des limites. Ces limites sont étudiées par la tradition de recherche qui s'est développée autour de ce qu'on a appelé l'étude des « heuristiques et biais ». Cette littérature suggère que, si les heuristiques de l'esprit humain induisent parfois des erreurs, il nous est toutefois possible de les corriger. En fait, pour Stanovich, Toplak et West, les tâches étudiées par ce courant de recherche mettent l'accent sur les conflits entre les heuristiques et ce qu'ils appellent le système analytique : le but des tâches est de faire intervenir « a heuristically triggered response against a normative response generated by the analytic system » (Stanovich, Toplak et West, 2008 : 254). Cette idée de « système analytique » est cruciale : une des contributions majeures de Kahneman et Tversky est en effet d'avoir découvert que les biais cognitifs n'étaient pas aléatoires, parce que l'esprit utilise des « innate rules of thumb », qui sont autonomes et automatiques, et que nous ne pouvons pas inhiber totalement[5] pour traiter l'information. Plus encore, Kahneman et Frederick soulignent que

> [t]he persistence of such systematic errors in the intuitions of experts implied that their intuitive judgments may be governed by fundamentally different processes than the slower, more deliberate computations they had been trained to execute. (Kahneman et Frederick, 2005 : 267)

Il est possible de créer des tâches, des contextes, dans lesquels ces heuristiques naturelles produisent des réponses qui ne sont pas adéquates, puis de les corriger, au besoin, à l'aide d'un second système plus lent, plus analytique et plus réfléchi.

Il s'agit là de l'une des intuitions centrales de plusieurs théories à processus duaux. Selon ces théories, l'une d'elle étant avancée pour la première fois en psychologie du raisonnement par Wason et Evans (1975), l'esprit serait composé de deux systèmes, baptisés Système 1 [S1] et Système 2 [S2][6]. Il s'agit de modèles très discutés dans la littérature récente en sciences cognitives (Evans, 2008; Evans et Frankish, 2009). L'ensemble des processus de S1, les modules, sont autonomes et cognitivement fermés[7]; nous ne sommes pas conscients de leur fonctionnement et nous ne pouvons pas les influencer directement. Ces processus sont ceux qui s'expriment dans nos intuitions et nos réactions spontanées. Les processus de S2 (ou S2, tout simplement) sont quant à eux volontaires et capables d'inhiber, voire de corriger, ces réponses automatiques des processus de S1[8]. Dans bien des situations, ces deux systèmes ne sont pas en désaccord, mais il arrive des situations où la réponse issue de S1 diffère de celle qui vient de S2.

L'exemple le plus connu et discuté en psychologie du raisonnement est celui de la tâche de sélection de Wason (voir Evans et Over, 2004 : chapitre 5), lequel nous fournit des données importantes en faveur des théories à processus duaux (Evans, 2003 : 456). Dans cette tâche, les participants ont devant eux quatre cartes ayant une lettre d'un côté et un chiffre de l'autre, deux cartes étant placées avec la lettre visible, et les deux autres, avec le chiffre. Les sujets doivent indiquer quelles cartes doivent être retournées pour vérifier une règle du type « Si une voyelle se trouve d'un côté, alors il y a un chiffre pair de l'autre », en ayant les cartes suivantes devant eux :



Dans cette situation, la réponse "normativement correcte", celle permettant de tester si la règle est respectée, consiste à retourner les cartes A et 7[9]. Mais, dans les nombreuses études faites autour de cette règle au cours des 40 dernières années, les taux de succès à cette tâche varient entre 10 et 20% seulement. La plupart des sujets choisissent seulement A, ou encore A et 4. De nombreuses explications sont invoquées pour expliquer cet effet, surtout que, dans d'autres situations, l'erreur disparaît. Devant les cartes ci-dessous et la règle « Si une personne consomme de l'alcool, alors elle doit être majeure », les taux de succès, c'est-à-dire le taux de sujets qui retournent l'équivalent des cartes A et 7, dépassent 75% :

BIÈRE	EAU	16 ANS	23 ANS

Bien que la structure strictement logique du problème soit la même que précédemment[10], la majorité des sujets opte pour la réponse logiquement valide qui consiste à retourner « Bière » pour s'assurer que la personne en question est majeure et « 16 » pour s'assurer que cette personne de 16 ans ne boit pas d'alcool. Ce que révèlent exactement ces résultats est sujet à de nombreuses controverses (voir notamment Stenning et van Lambalgen, 2008 : chapitre 3), mais plusieurs s'entendent pour dire qu'il y a, dans le premier cas, l'effet d'un biais d'appariement perceptif (Evans, 1998), c'est-à-dire que les sujets ont tendance, dans une situation similaire à celle de la tâche de sélection de Wason avec les cartes représentant des lettres et des chiffres, à choisir les éléments qu'ils voient dans la règle (ici, voyelle et chiffre pair) à moins que d'autres éléments significatifs entrent en jeu comme dans la seconde version de la tâche.

Alors que les approches que nous classons dans le rationalisme fort, la théorie de la logique mentale et celle des modèles mentaux, éprouvent des difficultés importantes avec la différence de traitement que nous faisons entre la tâche des lettres et des chiffres et la tâche des boissons, la perspective évolutionniste a une explication assez crédible. Elle soutient que nous réussissons beaucoup mieux les implications logiques avec les tâches normatives liées à des contrats sociaux (comme celle des boissons) que celles qui concernent des situations non normatives (comme celle des lettres et des chiffres). Dans le cas des tâches liées aux contrats sociaux (voir Cosmides, 1989), un « module de détection des tricheurs » (un processus de S1) aurait été sélectionné dans notre passé, de sorte qu'il nous empêcherait depuis de faire l'erreur que nous faisons avec les tâches non normatives et nous aurait ainsi aidé à survivre en groupes[11].

Dans la tâche avec les lettres et les chiffres, nous avons un processus de S1 qui nous induit en erreur alors que, dans la tâche des boissons, le processus de S1 qui est activé (le module de détection des tricheurs) permet de solutionner correctement le problème, des données qui vont dans le sens de l'idée générale proposée par Gigerenzer *et al.* (1999). Nous pouvons cependant apprendre les règles et apprendre à les appliquer correctement avec les processus de S2. Pour les théoriciens des processus duaux, cela signifie que, d'un côté, les processus de S1, dans la tâche des lettres et des chiffres, nous font choisir les cartes qui sont présentes dans la formulation de la règle (A et 4), alors que d'un autre côté, si nous possédons les outils logiques nécessaires pour manipuler correctement des implications logiques (du type « si…alors »), S2 nous amène à choisir plutôt la carte représentant l'antécédent (A dans la tâche des lettres et des chiffres) et la négation du conséquent de la règle (soit 7).

Pour bien réussir cette tâche, il faudrait donc apprendre à identifier le biais issu de S1 et le contrer de façon adéquate, avec les outils disponibles dans S2, avant de pouvoir donner la bonne réponse. Ainsi, nous avons généralement tendance à n'utiliser que S1, qui dans certains cas nous amène à donner la bonne réponse, mais des processus du même système nous induisent en erreur dans d'autres cas. De cette façon, dans la tâche des lettres et des chiffres, un processus de S1 entraîne une erreur logique par le biais d'appariement perceptif. Il est toutefois possible d'apprendre à utiliser S2 pour détecter ces situations où nous nous trompons afin d'utiliser les règles logiques et de donner la réponse normativement adéquate.

Houdé *et al.* (2000) ont découvert qu'effectivement nous utilisons spontanément un système S1 et que nous pouvons apprendre à utiliser S2 de la façon dont nous venons de le décrire. Lors de certaines expériences (Houdé et Moutier, 1996, 1999), ils ont montré que l'enseignement des règles logiques ne suffisait pas pour améliorer les performances de leurs sujets confrontés à une variante de la tâche de sélection de Wason. Cependant, en ajoutant à cet enseignement des notions à propos du biais d'appariement perceptif et de la façon de le contrecarrer, les sujets arrivaient à mieux réussir. Ainsi, en ajoutant l'enseignement explicite selon lequel nous avons tendance à choisir les éléments vus dans la règle (selon l'hypothèse d'Evans, 1998), les taux de succès augmentent et la façon dont la tâche est traitée par les sujets diffère. En effet, à l'aide d'un appareil de tomographie par émission de positons (*PETscan*), Houdé et ses collègues ont observé un changement dans les patrons d'activations neuronales des sujets. Alors que durant les pré-tests (avant l'enseignement), et dans les résultats des deux premières études avec Moutier, les zones céré-

brales activées étaient principalement dans le lobe occipital[12], celles activées après l'enseignement sur le biais d'appariement se situaient surtout dans le lobe frontal[13].

Ces patrons d'activation peuvent, selon l'analyse que Lieberman (2009) fait de données similaires, être associés, dans le premier cas, à S1 et, dans le second, à S2. Suivant ce cadre d'analyse, avec S1, les centres occipitaux de la vision sont activés dans cette expérience et un appariement perceptif est fait : les éléments vus dans la question sont choisis (comme une voyelle et un nombre pair). S2, quant à lui, inhibe S1 et met en œuvre la règle logiquement valide de l'implication, règle selon laquelle l'implication n'est fausse que lorsque son antécédent est vrai et que son conséquent est faux. Ce qui fait qu'une relation d'implication (si A, alors B) est respectée quand A (par exemple, la voyelle au recto d'une carte) est suivi par B (un nombre pair au verso) et quand non-B (un nombre impair) est suivi de non-A (une consonne), alors que dans les autres cas (ceux où l'on part de non-A ou encore de B) la situation n'est pas pertinente pour juger si l'implication est respectée. Bref, selon l'analyse que fait Liberman (2009) de telles situations, un système S2 nous permettrait d'inhiber S1 et ainsi d'utiliser correctement une règle formelle (l'implication chez Houdé *et al.*, 2000), alors que S1 inciterait à un comportement comme celui observé dans les expériences de Wason avec des lettres (donc à faire des sophismes, comme celui de l'affirmation du conséquent (Si A, alors B. Or B, donc A) ou le sophisme de la négation de l'antécédent (Si A, alors B. Or non-A, donc non-B)).

3 QUELQUES PISTES POUR LA PÉDAGOGIE

Des leçons pédagogiques peuvent être tirées de tels résultats. Wilson et Brekke (1994) et Stanovich et West (2008; voir aussi Stanovich, 2009), avec un modèle plus précis et mieux développé, vont d'ailleurs dans une direction similaire en proposant leurs modèles de « correction mentale » (reproduits en annexe).

Stanovich (2009) met d'abord l'accent sur l'importance d'acquérir les outils cognitifs permettant la résolution de problèmes où S1 ne produit pas de réponse appropriée. Ces outils, baptisés cogniciels[14], sont ce qui est généralement enseigné dans les cours de pensée critique. S'ils permettent de trouver la bonne solution à un problème, ils ne suffisent toutefois pas. C'est ce sur quoi nous mettons l'emphase ici. Cette tendance se reproduit dans de nombreuses sphères d'application comme le montrent les études menées par Stanovich et West (2008).

Prenons l'exemple d'une étude menée par Casscells, Schoenberger et Grayboys (1978) qui montre bien un de ces effets. Ceux-ci ont jeté un pavé dans la mare en montrant qu'une majorité de 60 étudiants et employés – incluant des professeurs! – de la Harvard Medical School étaient incapables de déterminer la valeur des résultats d'un test médical pour une maladie très rare, un test jugé fiable ayant toutefois un taux de 5% de faux positifs. Seuls 18% des sujets ont répondu correctement en utilisant le théorème de Bayes[15]; les autres ont indiqué que les résultats du test étaient beaucoup plus fiables que ce qu'ils n'étaient en réalité. Plus de la moitié des sujets ont jugé que le test était fiable à 95% alors qu'il ne l'était qu'à 2%. Ces résultats sont certainement inquiétants, compte tenu du fait qu'il s'agit de professionnels de la santé.

Dans ce cas-ci, les aspirants médecins connaissent bien entendu le théorème de Bayes : celui-ci leur a été enseignée dans leurs cours. Cependant, même s'ils le connaissent et savent comment l'utiliser, ils ne l'utilisent pas. Conséquemment, ils ne donnent pas la réponse appropriée. Pour Stanovich et West (2008), c'est que les sujets de Casscells *et al.* (1978) n'identifient pas la situation en question comme nécessitant l'utilisation de l'outil qu'ils ont appris et ils ne font pas attention aux biais cognitifs auxquels ils sont sujets (ici, prendre le chemin le plus court en soustrayant le taux de faux positif). Devant un calcul de probabilités, si un test pour une maladie très rare se trompe dans 5% des cas, ils vont avoir tendance à ignorer le taux de base (un grand nombre de personnes qui ne sont pas malades vont avoir un faux résultat) et à ainsi penser que le test est fiable à 95%. La réponse qu'ils donnent est ainsi erronée puisque seuls les processus de S1 interviennent et ceux-ci ne sont pas aptes à solutionner de tels questionnements statistiques. Comme dans les situations étudiées par Houdé et Moutier (1996, 1999), il faut que les sujets détectent la situation dans laquelle un cogniciel – ici l'utilisation du théorème de Bayes – doit être utilisé : la simple possession du cogniciel adéquat ne suffit pas. Comme le précisent Kahneman et Frederick, une personne doit posséder « the relevant logical rules and also [needs] to recognize the applicability of these rules in particular situations » (Kahneman et Frederick, 2002 : 68). Il est nécessaire de détecter que, dans certains cas, la réponse automatique de S1 doit être neutralisée, une procédure que Stanovich et West (2008) nomment l'*override detection*.

La correction des biais se fait donc en deux étapes plutôt qu'en une seule, et il s'agit, selon nous, de la plus importante leçon à tirer de ces études. Et il s'agit certainement d'une leçon nous invitant à modifier nos pratiques pédagogiques. Si nous suivons le schéma de Stanovich et West (2008) présenté en annexe, les aspirants médecins doivent d'abord maîtriser le cogniciel nécessaire (le théorème de Bayes), puis détecter que la loi doit être utilisée, être capables de bien l'appliquer et, enfin, ne pas laisser la réponse issue de S1 influencer leur jugement. Cette dernière étape est cruciale parce que cette réponse de S1, étant automatique et autonome, ne peut qu'être corrigée (notre intuition, même si elle est erronée, ne peut parfois pas être éliminée et, dans les cas où elle peut l'être, il est très difficile d'y arriver). Suivant une procédure similaire avec le biais d'appariement perceptif, Houdé *et al.* (2000) montrent qu'une telle démarche peut en effet produire des effets, autant au plan comportemental (la réponse donnée par les sujets) qu'au plan neuronal (les patrons d'activations neuronales différents). Dans cette perspective, nous pouvons affirmer que l'imagerie cérébrale commence à nous montrer une réalité neuronale de l'erreur logique et une réalité neuronale du traitement logique adéquat.

4 PHILOSOPHIE POUR ENFANTS ET PRUDENCE ÉPISTÉMIQUE

Robert *et al*. (2009) ont réalisé une expérience qui montre comment la pensée critique, apparentée à la logique, peut elle aussi s'apprendre. Ils ont administré un test de raisonnement conditionnel à des enfants de 11 et 12 ans de même niveau scolaire (sixième année du primaire). Les questions posées allaient comme suit :

> Si on contredit Albert, il se met en colère. Lundi, il ne s'est pas mis en colère. Qu'est-ce que je peux en conclure?
>
> A) Je suis certain que personne n'a contredit Albert lundi.
>
> B) Je ne suis pas certain que personne n'a contredit Albert lundi.

La réponse logiquement valide est **A**, puisqu'il s'agit du raisonnement valide par *modus tollendo tollens* (comme de retourner la carte de Wason affichant un 7). La seconde question disait :

> Si on contredit Albert, il se met en colère. Mardi, personne n'a contredit Albert. Qu'est-ce que je peux logiquement conclure?
>
> A) Je suis certain que mardi Albert ne s'est pas mis en colère.
>
> B) Je ne suis pas certain que mardi Albert ne s'est pas mis en colère

Ici, la réponse valide est au contraire la réponse **B**, puisque répondre **A** serait un cas de sophisme de négation de l'antécédent.

Avec des enfants de cet âge, il est clair que de savoir manipuler correctement les inférences conditionnelles et répondre selon les lois de la logique est beaucoup trop difficile, compte tenu que même les adultes obtiennent des résultats assez médiocres dans de telles tâches, même après une leçon de logique (Section 2). On peut alors présumer qu'à défaut de savoir faire les manipulations correctes, la meilleure stratégie cognitive est la *prudence épistémique*, à savoir opter pour **B** dans chacun des deux cas. L'idée de prudence épistémique qui est ici mise de l'avant est d'éviter une réponse qui mentionne la certitude («Je suis certain que...») lorsque les éléments nécessaires (comme les cogniciels) pour tirer la conclusion appropriée ne sont pas disponibles.

Cette prudence peut d'ailleurs être considérée comme une forme de la pensée critique. Cette idée va dans le même sens que les modèles élaborés par Wilson et Brekke (1994) et par Stanovich et West (2008) : la première étape du modèle de Wilson et Brekke et la seconde étape du modèle de Stanovich et West est, respectivement, d'être « Aware of the Unwanted Processing » et la question « Does Participant Detect the Need to Override the Heuristic Response? ». Cette idée de prudence épistémique est donc essentielle pour chacun de ces modèles du raisonnement, et cette habileté y est une première étape essentielle dans le développement de la pensée critique.

Ce que nous voulons dire ici, c'est que ce qui est mis de l'avant dans cette étape des modèles est une nécessité de douter d'une réponse, c'est ce qui est *épistémiquement prudent*. Sans cette étape de doute, l'intuition, la première réponse venant à l'esprit, l'emporte (« Contamination » ou « Heuristic Response ») et cette réponse, parfois incorrecte, sera donnée. Le doute permet de détecter que la

réponse intuitive doit être vérifiée par une règle explicite et de réaliser que nos intuitions peuvent être trompeuses. Ainsi, pour réaliser qu'une réponse heuristique doit être contrebalancée (*overridden*), ou encore pour réaliser qu'un processus non-désiré intervient, une personne doit être épistémiquement prudente et prendre le temps de considérer sa réponse et, au besoin, d'utiliser le cogniciel approprié. En ce sens, nous soutenons que la prudence épistémique est essentielle pour la pratique de la pensée critique.

Dans des cas plus complexes que celui d'Albert, comme dans la situation présentée par Casscells *et al.* (1978), le même processus doit être mis en œuvre. Un aspirant médecin épistémiquement prudent (dans cette étude, il s'agissait de 18% des sujets étudiés) s'arrête afin de réfléchir au problème plutôt que de donner la première réponse lui venant à l'esprit (« 95% »). Cette pause lui permet, lorsqu'il dispose des outils nécessaires, de réaliser que le théorème de Bayes doit être utilisée pour donner la réponse correcte, puis de l'utiliser afin de donner cette réponse correcte. Certains suggèrent même que dans *toutes* les situations faisant appel à des notions statistiques, les intuitions devraient être abandonnées au profit de règles formelles comme le théorème de Bayes (Bishop et Trout, 2005).

Revenons au cas d'Albert. Certains des enfants ayant passé le test de raisonnement conditionnel de Robert *et al.* (2009) avaient suivi une formation durant plusieurs années en philosophie pour enfants, selon la méthode de Matthew Lipman (voir, entre autres, Lipman, 1995). D'autres n'avaient pas suivi cette formation. Les résultats prudents (**B** dans les deux cas) ont été beaucoup plus nombreux chez ceux qui avaient eu la formation en philosophie pour enfants (23,3 % des sujets, soit 24 sur 103) que chez les groupes témoins (12,7 % des sujets, 13 sur 102). Il apparaît donc que la formation de philosophie pour enfants peut avoir un effet important sur les attitudes que les jeunes ont lorsqu'on leur présente des raisonnements conditionnels : ils deviennent plus prudents dans leurs jugements. Comme le soulignent Robert *et al.* :

> « [L]a combinaison [A-A] peut être interprétée comme l'effet d'une tendance à croire que nous pouvons arriver facilement à des certitudes (tendance dogmatique largement répandue à cet âge), tandis que la combinaison [B-B] peut être interprétée comme l'effet d'une stratégie épistémologiquement prudente. » (Robert *et al.*, 2009 : 28)

Même si la proportion reste faible, l'augmentation d'enfants offrant la réponse **B** dans les deux cas augmente de façon significative, une différence qui ne se trouve pas chez d'autres enfants du même âge qui ne suivent pas la formation. L'étude de Robert *et al.* (2009) suggère ainsi que le programme de philosophie pour enfants a un effet réel sur la façon dont les enfants abordent certaines questions et que,si nous suivons les modèles de Wilson et Brekke (1994) et de Stanovich et West (2008), cet effet en est un qui offre les bases à des habiletés liées à la pensée critique, comme la détection des situations où des cogniciels doivent être utilisés (*override detection*).

La conclusion que nous tirons de cette expérimentation, en lien avec les modèles mentionnés précédemment, est que, dans le traitement des raisonnements conditionnels, nous passons, au moins, par les étapes suivantes : d'abord nous utilisons un processus de S1, qui amène une tendance à faire des sophismes de négation de l'antécédent et d'affirmation du conséquent dans de nombreuses situations (comme lorsque nous procédons à un biais d'appariement perceptif); qu'ensuite, et c'est le cas d'un certain pourcentage d'élèves (plus élevé chez ceux qui ont fait de la philosophie pour enfants), nous apprenons à exercer de la prudence épistémique, qui nous fait douter de tous les raisonnements conditionnels. Cette deuxième attitude est une phase intermédiaire qui permet, par la suite, d'apprendre à utiliser, dans un troisième temps, un processus de S2, un cogniciel[16], qui manie correctement les raisonnements conditionnels et bloque la tendance de S1 à faire les deux types de sophismes.

5 CONCLUSION

L'objectif de cet article était de montrer que les sciences cognitives ont de nouvelles perspectives à offrir quant à l'enseignement de la pensée critique et de la logique. Nous croyons, par ailleurs, que cela est vrai pour l'enseignement en général (à ce sujet, voir Willingham, 2009).

Des idées développées ici, il découle selon nous trois pistes à suivre en pédagogie, et nous terminerons par ces suggestions, qui s'avèrent aussi être des pistes de recherche que nous souhaitons poursuivre.

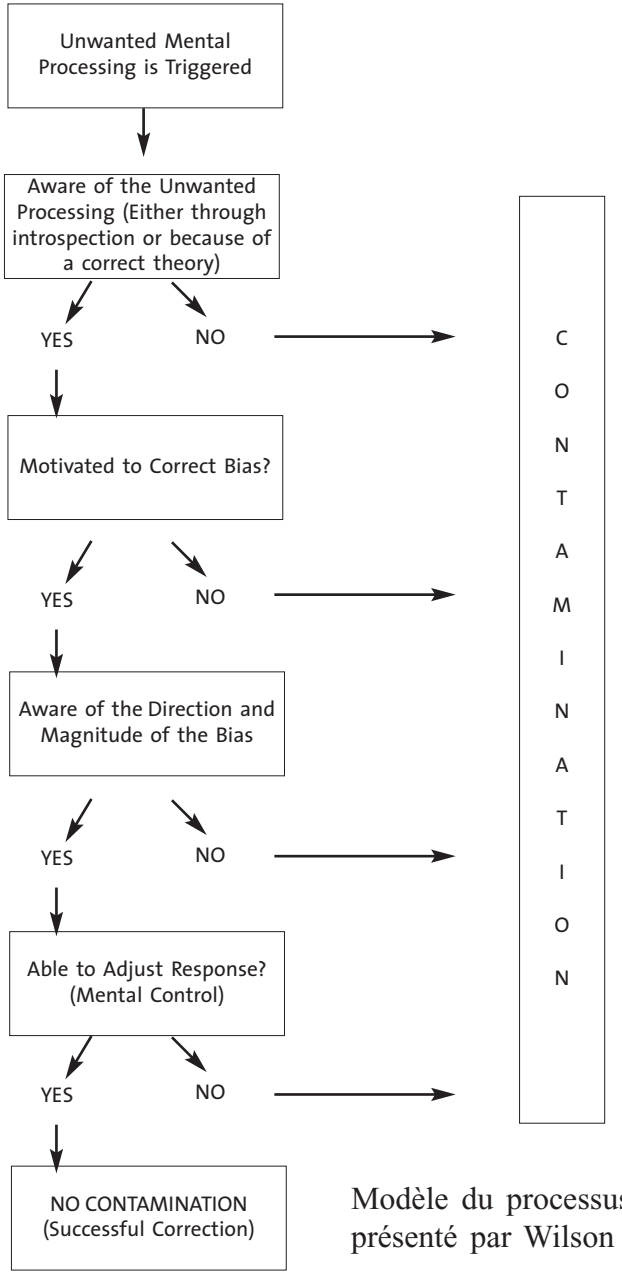
1 Il importe d'apprendre à connaître les processus spontanés de S1, leur origine évolutionnaire, leur fonctionnement et, surtout, leurs limites cognitives.

2 Il est nécessaire de développer des cogniciels et d'optimiser ceux qui existent déjà (il y en a plusieurs qui sont excellents). À ce titre, bien des manuels et des cours de pensée critique, de logique et de mathématiques font un travail exemplaire à partir duquel il serait possible d'apprendre beaucoup.

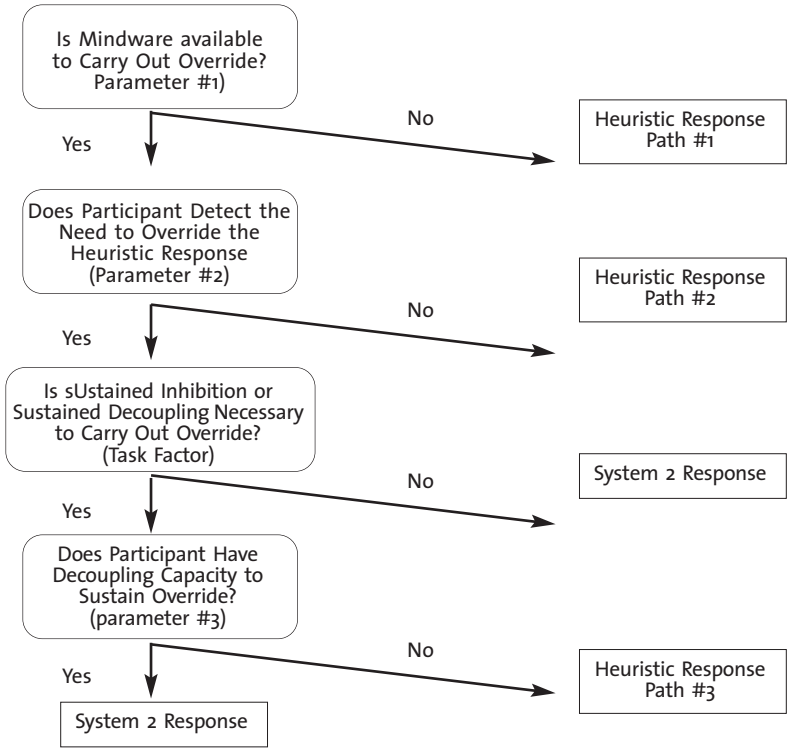
3 Il faut identifier et caractériser les situations dans lesquelles les limites des systèmes S1 peuvent poser problème, dans le but de rendre plus facile leur reconnaissance et d'identifier les cogniciels appropriés à utiliser dans de telles situations. La prudence épistémique est ici un exemple d'attitude à favoriser parce qu'elle apparaît comme une étape nécessaire à l'activation des systèmes S2 et à la mise en œuvre des cogniciels.

4 Enfin, la pratique de la philosophie pour enfants peut avoir un impact positif sur l'acquisition de cette prudence épistémique (Robert *et al.*, 2009).

ANNEXE



Modèle du processus de contamination mentale présenté par Wilson et Brekke (1994)



Cadre présenté par Stanovich et West (2008) pour expliquer les différences entre sujets dans les tâches des heuristiques et biais

NOTES

1 Pour les besoins de ce texte, nous ferons référence à la notion de module telle qu'elle est utilisée par Barrett (2009), c'est-à-dire qu'un module est un système ayant une spécificité fonctionnelle au sein de l'esprit (voir aussi Ermer, Cosmides et Tooby, 2007). Cette approche de la notion de 'module' diffère notamment de la présentation qu'en fait Fodor (1983). Ce dernier énumère neuf critères pour définir la notion de manière beaucoup plus spécifique que ce que nous entendons ici. La notion de module utilisée ici prend pour acquis, comme un évaluateur le souligne, qu'un module peut être de domaine général. La logique n'est effectivement pas associée à un seul domaine d'application.

2 « The primary disposition consists in valuing good reasoning and being disposed to seek reasons, to assess them, and to govern beliefs and actions on the basis of such assessment. In addition, most theorists outline a subset of dispositions that are also necessary for critical thinking, including open-mindedness, fair-mindedness, independent-mindedness, an inquiring attitude, and respect for others in group inquiry and deliberation. » (Bailin and Siegel, 2003 : 183)

3 Dans cette perspective, une fonction peut effectivement être issue d'un "accident" provoqué par la présence d'une autre fonction, un "spandrel" selon l'expression popularisée par Gould et Lewontin (1979).

4 Nous parlons ici de la psychologie évolutionniste *en général*, et non de la seule « école » autour de Cosmides et de Tooby (voir Marcus, 2008 : 6-9; Stanovich, 2004 : chapitre 5).

5 Ceci suggère, comme le défendent Samuels, Stich et Bishop (2002), que la différence entre une position comme celle de Stanovich et une position comme celle de Gigerenzer n'est pas si importante : c'est principalement une différence d'emphase.

6 Les illusions d'optique permettent d'illustrer cette idée : bien que nous sachions qu'une image est une illusion, nous continuons tout de même de percevoir cette illusion.

7 Divers noms pour chacun de ces systèmes existent dans le cadre de ces théories, mais la dénomination S1 / S2 reste sans doute la plus neutre. Elle se retrouve notamment chez Kahneman et Frederick (2002, 2005) et chez Stanovich (1999, 2004, 2009 voir aussi Stanovich *et al.*, 2008 et Stanovich et West, 2008). Evans (2008 : 257) fait une recension des différentes étiquettes utilisées pour identifier chacun des systèmes.

8 Un processus est cognitivement fermé lorsque nous n'avons pas accès à ses opérations internes et que nous ne pouvons pas les influencer. Cependant, il peut être possible de modifier son stimulus (*input*) et il peut être possible de connaître la réponse qu'il produit (*output*).

9 De nombreux débats ont lieu à savoir la nature exacte de S1 et de S2. Comment doivent-ils être délimités ? À quel niveau se situent leurs différences ? Quelle est leur spécificité fonctionnelle ? Y a-t-il seulement deux systèmes ?, etc. Notre objectif n'est pas d'entrer dans ces nombreux et très intéressants débats : le lecteur curieux pourra se référer au texte d'Evans (2008) ou encore au recueil d'articles préparé par Evans et Frankish (2009), particulièrement au texte de Samuels (2009) qui s'y trouve. Beaulac (2010) suggère une autre voie que celles défendues par Carruthers, Evans, Samuels ou Stanovich : il fait une critique de plusieurs de ces approches et suggère que, à partir des données actuelles, il ne nous est pas possible de considérer S1 et S2 comme marquant une différence « ontologique » mais qu'il s'agit plutôt d'une distinction heuristique intéressante et utile, principalement en psychologie du raisonnement. Cette perspective critique sur les théories à processus duaux ne mine toutefois en rien la pertinence de l'approche présentée ici.

10 Afin de vérifier la validité d'un raisonnement de type « Si … alors » en logique classique, il est essentiel de vérifier l'antécédent (A) et la négation du conséquent (chiffre non-pair).

11 Buller (2005 : 278-279) suggère toutefois que la différence entre la forme indicative et la forme déontique de l'énoncé conditionnel expliquerait une partie de la différence (voire toute la différence) entre les résultats obtenus dans chacune de ces situations.

12 Cette interprétation n'est pas acceptée par tous les psychologues travaillant dans un cadre évolutionniste. Marcus (2008), par exemple, tend à résister à l'idée que les processus cognitifs sont optimaux. Pour lui, Cosmides prend cette idée pour acquis dans son explication.

13 Où se trouvent les aires visuelles.

14 Principalement le cortex préfrontal ventromédial droit [RVPFC] et le cortex cingulaire antérieur [ACC], des zones associées, respectivement, à la résolution et à la détection de conflits cognitifs (voir Cohen et Lieberman, 2010; Goel, 2007; Lungu *et al.*, 2007).

15 Notre traduction de *mindware*. Ce terme est emprunté par Stanovich (2009) à Perkins (1995) qui veut identifier avec ce terme tout ce que nous apprenons pour nous aider à résoudre un problème ou nous faciliter la tâche pour bien le faire.

16 Théorème utilisé en statistiques qui permet de calculer comment de nouvelles données empiriques changent une mesure de probabilité conditionnelle. Cela permet de tenir compte, dans le cas présent, du taux de base : étant donné que la maladie est très rare, le nombre de personnes ayant un résultat positif au test mais n'ayant pas vraiment la maladie (faux positifs) sera relativement élevé – il sera en fait plus élevé que le nombre de personnes qui testent positif et ont vraiment la maladie. Prenons le cas d'une maladie qui affecterait 40 personnes sur 2000. Sur les 40 personnes qui ont la maladie, 38 auront un résultat positif mais deux auront un test négatif (faux négatif). Par contre, sur les 1960 personnes qui n'ont pas la maladie, 1862 auront un résultat négatif, mais 98 personnes

auront un résultat positif (faux positifs). Bref, sur les 100 personnes ayant eu un résultat positif au test, seulement deux d'entre elles ont vraiment la maladie.

17 Dans le cas présent, le cogniciel approprié pourrait être de connaître les lois logiques et savoir comment bien les utiliser. Le cogniciel pourrait également être un ensemble de procédures plus simples, c'est-à-dire un ensemble de règles heuristiques permettant de mieux traiter ce genre de problèmes avec un algorithme donné. On peut aussi imaginer des processus de manipulation et de transformation de l'information, comme celle de transformer le problème en un problème équivalent mais plus intuitif (dans le cas de la tâche de sélection de Wason, le problème correspondant serait la tâche des boissons).

BIBLIOGRAPHIE

Bailin, S. and H. Siegel. (2003). «Critical Thinking». In *The Blackwell Guide to the Philosophy of Education* dirigé par N. Blake, P. Smeyers, R. Smith et P. Standish, p. 181-193.

Baillargeon, N. (2005). *Petit Cours d'Autodéfense Intellectuelle*. Montréal: Lux Éditeur.

Barrett, C. (2009). «Les modules "en chair et en os"». In *Les mondes darwiniens. L'évolution de l'évolution* dirigé par T. Heams, P. Huneman, G. Lecointre et M. Silberstein, p. 779-786.

Beaulac, G. (2010). *A Two Speed Mind? For a Heuristic Interpretation of Dual-Process Theories – L'esprit à deux vitesses ? Pour une interprétation heuristique des théories à processus duaux*. Mémoire de maîtrise, Université du Québec à Montréal.

Bishop, M.A. et J.D. Trout. (2005). *Epistemology and the Psychology of Human Judgment*. New York: Oxford University Press.

Braine, M.D.S. (1990). «The "natural logic" approach to reasoning». In *Reasoning, Necessity and Logic: Developmental perspectives* dirigé par W.F. Overton, p. 133-157.

Buller, D.J. (2005). «Evolutionary psychology: the emperor's new paradigm». *TRENDS in Cognitive Sciences*, vol. 9, p. 277-283.

Carruthers, P. (2006). *The Architecture of Mind*. New York: Oxford University Press.

Casscells, W., A. Schoenberger et T. Grayboys. (1978). «Interpretation by Physicians of Clinical Laboratory Results». *New England Journal of Medicine*, vol. 299, p. 999-1001.

Cohen, J.R. et M.D. Lieberman. (2010). «The Common Neural Basis of Exerting Self-Control in Multiple Domains». In *Self Control in Society, Mind, and Brain* dirigé par R.R. Hassin, K.N. Ochsner et Y. Trope, p. 141-160.

Cosmides, L. (1989). «The logic of social exchange: Has natural selection shaped how humans reason? Studies with the Wason selection task». *Cognition*, vol. 31, p. 187-276.

Dawkins, R. (1986). *The Blind Watchmaker. Why the Evidence of Evolution Reveals a Universe Without Design*. New York: Norton.

Ermer, E., L. Cosmides et J. Tooby. (2007). «Functional Specialization and the Adaptationist Program». In *The Evolution of Mind. Fundamental Questions and Controversies* dirigé par S.W. Gangestad et J.A. Simpson, p. 153-160.

Evans, J.St.B.T. (1998). «Matching bias in conditional reasoning: do we understand it after 25 years?». *Think. Reason*, vol. 4, p. 45-82.

Evans, J.St.B.T. (2003). «In two minds: dual-process accounts of reasoning». *TRENDS in Cognitive Sciences*, vol. 7, nº 10, p. 454-459.

Evans, J.St.B.T. (2008). «Dual-Processing Accounts of Reasoning, Judgment and Social Cognition». *Annual Review of Psychology*, vol. 59, p. 255-278.

Evans, J.St.B.T. et K. Frankish, dir. (2009). *In Two Minds. Dual Processes and Beyond*. New York: Oxford University Press.

Evans, J.St.B.T. et D.E. Over. (2004). *If*. New York: Oxford University Press.

Fodor, J.A. (1983). *The Modularity of Mind*. Cambridge (MA): MIT Press.

Gigerenzer, G. (2007). *Gut Feelings. The Intelligence of the Unconscious*. New York: Penguin Books.

Gigerenzer, G., P.M. Todd et ABC Research Group. (1999). *Simple Heuristics That Make Us Smart*. New York: Oxford University Press.

Gilovich, T., D. Griffin et D. Kahneman, dir. (2002). *Heuristics and Biases. The Psychology of Intuitive Judgment*. New York: Cambridge University Press.

Goel, V. (2007). «Anatomy of deductive reasoning». *TRENDS in Cognitive Sciences*, vol. 11, nº 10, p. 435-441.

Gould, S.J. et R.C. Lewontin. (1979). «The Spandrels of San Marco and the Panglossian Paradigm: A Critique of the Adaptationist Programme». *Proceedings of the Royal Society of London*, series B, vol. 205, nº 1161, p. 581-598.

Houdé, O. et S. Moutier. (1996). «Deductive Reasoning and Experimental Inhibition Training: The Case of the Matching Bias». *Current Psychology of Cognition*, vol. 15, p. 409-434.

Houdé, O. et S. Moutier. (1999). «Deductive Reasoning and Experimental Inhibition Training: The Case of the Matching Bias. New Data and Reply to Girotto». *Current Psychology of Cognition*, vol. 18, p. 75-85.

Houdé, O., L. Zago, E. Mellet, S. Moutier, A. Pineau, B. Mazoyer et N. Tzourio-Mazoyer. (2000). «Shifting from the Perceptual Brain to the Logical Brain: The Neural Impact of Cognitive Inhibition Training». *Journal of Cognitive Neuroscience*, vol. 12, nº 5, p. 721-728.

Jacob, F. (1970). *La logique du vivant, une histoire de l'hérédité*. Paris: Gallimard.

Johnson-Laird, P.N. (1983). *Mental Models.* Cambridge: Cambridge University Press.

Kahneman, D. et S. Frederick. (2002). «Representativeness revisited: Attribute substitution in intuitive judgment». In Gilovich *et al.* 2002, p. 49-81.

Kahneman, D. et S. Frederick. (2005). «A Model of Heuristic Judgment». In *The Cambridge Handbook of Thinking and Reasoning* dirigé par K.J. Holyoak et R.G. Morrison, p. 267-293.

Lieberman, M.D. (2009). «What zombies can't do: A social cognitive neuro-

science approach to the irreducibility of reflective consciousness». In Evans et Frankish, 2009, p. 293-316.

Lipman, M. (1995). *À l'école de la pensée.* Traduction de l'anglais par N. Decostre. Bruxelles: De Boeck.

Lungu, O.V., T. Liu. T. Waechter, D.T. Willingham et J. Ashe. (2007). «Strategic Modulation of Cognitive Control». *Journal of Cognitive Neuroscience*, vol. 19, nº 8, p. 1302-1315.

Marcus, G.F. (2008). *Kluge. The Haphazard Construction of the Human Mind.* New York: Houghton Mifflin Harcourt.

Overton, W.F. (1990). «Competence and procedures: Constraints on the development of logical reasoning». In *Reasoning, Necessity and Logic: Developmental perspectives* dirigé par W.F. Overton, p. 1-32.

Perkins, D.N. (1995). *Outsmarting IQ. The Emerging Science of Learnable Intelligence*. New York: Free Press.

Piaget, J. et B. Inhelder. (1955). *De la logique de l'enfant à la logique de l'adolescent.* Paris: Presses Universitaires de France.

Rips, L.J. (1983). «Cognitive processes in propositional reasoning». *Psychological Review,* vol. 90, p. 38-71.

Robert, S., Roussin, D., Ratte M. et Guèye, T. (2009). *Évaluation des effets du programme de « Prévention de la violence et philosophie pour enfants » sur le développement du raisonnement moral.* St-Lambert (Québec): Publications de La Traversée Inc.

Samuels, R. (2009). «The magical number two, plus or minus: Dual-process theory as a theory of cognitive kinds». In Evans and Frankish, 2009, p. 129-146.

Samuels R., S. Stich et M. Bishop. (2002). «Ending the Rationality Wars: How To Make Disputes About Human Rationality Disappear». In *Common Sense, Reasoning and Rationality* dirigé par R. Elio, p. 236-268.

Stanovich, K.E. (1999). *Who is Rational? Studies of Individual Differences in Reasoning*. Mahwah (NJ): Elrbaum.

Stanovich, K.E. (2004). *The Robot's Rebellion. Finding Meaning in the Age of Darwin*. Chicago: University of Chicago Press.

Stanovich, K.E. (2009). *What Intelligence Tests Miss*: *The Psychology of Rational Thought*. New Haven: Yale University Press.

Stanovich, K. E., M.E. Toplak et R.F. West. (2008). «The development of rational thought: A taxonomy of heuristics and biases». *Advances in Child Development and Behaviour*, vol. 36, p. 251-285.

Stanovich, K.E. et R.F. West. (2008). «On the Relative Independence of Thinking Biases and Cognitive Ability». *Journal of Personality and Social Psychology*, vol. 94, nº 4, p. 672-695.

Stenning, K. et M. van Lambalgen. (2008). *Human Reasoning and Cognitive Science*. Cambridge (MA): MIT Press.

Tooby, J. et L. Cosmides. (1992). «The Psychological Foundations of Culture». In *The Adapted Mind*. *Evolutionary Psychology and the Generation of Culture* dirigé par J.H. Barkow, L. Cosmides et J. Tooby, p. 19-136.

Tversky, A. et D. Kahneman. (1974). «Judgement under uncertainty: heuristics and biases». *Science*, vol. 185, p. 1124-1131.

Wason, P.C. et J.St.B.T. Evans. (1975). «Dual processes in reasoning?». *Cognition*, vol. 3, p. 141-154.

Willingham, D.T. (2009). *Why Don't Students Like School. A Cognitive Scientist Answers Questions About How the Mind Works and What It Means for the Classroom*. New York: Jossey-Bass.

Wilson, T.D. et N. Brekke. (1994). «Mental Contamination and Mental Correction: Unwanted Influences on Judgments and Evaluations». *Psychological Bulletin*, vol. 116, nº 1, p. 117-142.