

Vers un modèle théorique du transfert : les contraintes à respecter

Danièle Bracke

Volume 24, Number 2, 1998

URI: <https://id.erudit.org/iderudit/502010ar>

DOI: <https://doi.org/10.7202/502010ar>

[See table of contents](#)

Publisher(s)

Revue des sciences de l'éducation

ISSN

0318-479X (print)

1705-0065 (digital)

[Explore this journal](#)

Cite this article

Bracke, D. (1998). Vers un modèle théorique du transfert : les contraintes à respecter. *Revue des sciences de l'éducation*, 24(2), 235–266.
<https://doi.org/10.7202/502010ar>

Article abstract

This article describes various constraints involved in the elaboration of a theoretical model of transfer; these constraints being the underpinnings of more efficient pedagogical intervention. Two principles are noted: a) transfer constitutes a process that is economical and adaptive which permits the cognitive system to take into account certain of its limitations; and b) transfer is part of a problem-solving procedure which is directed by objectives. The author then examines the current theoretical positions concerning transfer, among which are the concepts of similarity and articulation of various sub-processes (access to previous knowledge, correspondence between elements, evaluation, and adaptation). Finally, the author underlines the value of research on categorization and reasoning from case studies as a means to understand mechanisms which facilitate accessibility and adaptation.

Vers un modèle théorique du transfert: les contraintes à respecter

Danièle Bracke¹
Étudiante au doctorat
Université de Montréal

Résumé – Cet article relève différentes contraintes requises pour l'élaboration d'un modèle théorique du transfert, contraintes éventuellement sous-jacentes à des interventions pédagogiques plus efficaces. Deux principes sont d'abord formulés: a) le transfert constitue un processus économique et adaptatif qui permet au système cognitif de contourner certaines de ses limites; b) le transfert s'inscrit dans une démarche de résolution de problème dirigée selon une structure de buts. L'autrice examine ensuite les principaux courants théoriques concernant le transfert, dont le concept de similarité et l'articulation des divers sous-processus du transfert (accès aux connaissances antérieures, mise en correspondance, évaluation, adaptation). L'article prend fin en soulignant l'intérêt des recherches sur la catégorisation et sur le raisonnement par cas comme moyens d'approfondissement des mécanismes facilitant l'accessibilité et l'adaptation.

Introduction

Dans notre société technologique où les bouleversements sont fréquents, les individus sont continuellement confrontés à des changements et doivent s'y adapter. La recherche en éducation vise donc à faciliter la réutilisation adéquate des connaissances afin d'assurer le développement de l'autonomie et l'adaptation à la vie de tous les jours. La question du transfert des connaissances s'avère alors fondamentale (Prawat, 1989; Royer, 1979; Tardif et Meirieu, 1996; Toupin, 1993). Elle n'est d'ailleurs pas nouvelle puisque, dès le début du siècle, elle a fait l'objet de multiples recherches afin d'apporter des solutions aux problèmes de transfert formulés dans les milieux de l'éducation et du travail.

Cependant, la question fondamentale consiste encore à interroger si le transfert existe ou non. En effet, pour certains auteurs comme Lave et Wenger (1991) et Lave (1988), les connaissances sont tellement intrinsèquement liées au contexte de leur acquisition qu'elles sont difficilement applicables dans des contextes différents. Anderson, Reder et Simon (1996, p. 6-8) vont même reprocher à ce courant (*situated*

learning) de nier pratiquement, par une telle position, jusqu'à l'existence du transfert. Par ailleurs, la documentation relate de nombreuses études expérimentales n'ayant pas constaté la présence de transfert (Detterman, 1993; Hayes et Simon, 1977; Reed, Ernst et Banerji, 1974) ou n'ayant mesuré qu'une faible probabilité qu'il se produise (Gick et Holyoak, 1980, 1983; Reed, 1987; Reed, Dempster et Ettinger, 1985). Pourtant, il existe plusieurs études qui établissent son existence (Anderson *et al.*, 1996; Brown, 1990, 1994; Brown et Kane, 1988; Holyoak et Koh, 1987; Lehman, Lempert et Nisbett, 1988; Novick, 1988; Pennington, Nicolich et Rahm, 1995; Ross, 1987, 1989; Singley et Anderson, 1989). Cette absence de consensus s'explique en partie par des différences sur le plan de la définition et sur celui de l'interprétation du processus, car le concept de transfert ainsi que les notions qui s'y rattachent présentent encore beaucoup d'ambiguïté.

Ainsi, d'après une partie importante de la documentation relative au transfert, ce terme s'applique de façon très générale à tous les cas où une référence aux connaissances antérieures est effectuée. Le transfert est alors considéré sous l'angle de l'accessibilité et tous les auteurs reconnaissant l'existence du transfert sont unanimes à considérer cet aspect comme essentiel. Cependant, le regard que jettent les différents chercheurs sur l'accessibilité varie de façon importante. Certains auteurs vont se préoccuper du contenu général sur lequel elle porte (Brooks et Dansereau, 1987; Novick, 1988; Prawat, 1989), alors que d'autres vont plutôt s'intéresser à la spécificité des connaissances qui sont transférées (Cormier et Hagman, 1987; Singley et Anderson, 1989; Tardif, 1992). D'autres encore vont s'attarder à la distance entre deux contextes (Brown, Collins et Duguid, 1989; Butterfield et Nelson, 1991; Gick et Holyoak, 1987; Gray et Orasanu, 1987; Greeno, Moore et Smith, 1993; Perkins et Salomon, 1989; Singley et Anderson, 1989; Tardif et Meirieu, 1996) ou entre deux domaines de connaissances (Bassok et Holyoak, 1989). La plupart de ces auteurs conçoivent le transfert dans le cadre de la résolution de problèmes et en relation étroite avec le raisonnement analogique. Dans ces cas, plusieurs sous-processus interviennent et la complexité du phénomène s'en trouve accrue. De façon générale, le transfert est considéré comme rare (Brown, Bransford, Ferrara et Campione, 1983; Detterman, 1993; Perkins et Salomon, 1988; Tardif et Meirieu, 1996), difficile à effectuer, à observer et à enseigner. Le transfert existe donc, mais il ne se manifeste pas toujours de façon transparente.

Ces différents regards jetés sur un même processus ont généré d'importantes spécifications théoriques et un ensemble de données empiriques qui permettent de mieux en comprendre le mécanisme. Cependant, le nombre de variables en jeu est grand, certaines d'entre elles ne sont pas clairement identifiées comme dépendantes ou indépendantes, certains mécanismes sont communs à tous les points de vue, alors que d'autres variables et mécanismes ne sont considérés que par certains auteurs. Cette ambiguïté du concept de transfert constitue un frein à l'exploitation de ce phénomène en éducation et requiert des éclaircissements théoriques. Il est, en effet, difficile d'articuler les différents concepts identifiés dans la documentation comme essentiels à une définition opérationnelle du transfert. Pour Prawat (1989), il n'existe pas encore de consensus à ce sujet et la confusion qui règne dans ce domaine rend l'interprétation

des recherches particulièrement difficile. La documentation sur le transfert nous confronte ainsi à des problèmes d'envergure: déterminer avec précision ce que ce concept recouvre, identifier comment et dans quelles circonstances le processus s'effectue ou spécifier au contraire dans quelles circonstances il ne s'effectue pas, identifier le type de transfert qui permet de développer l'autonomie intellectuelle souhaitée. Ce concept soulève donc encore presque autant de questions que de réponses et il mérite une attention particulière en raison de son importance critique pour l'éducation (Butterfield et Nelson, 1989; Pennington *et al.*, 1995; Prawat, 1989).

Pour Butterfield et Nelson (1989), la recherche a jusqu'à ce jour trouvé des fragments de solution aux problèmes théoriques de la spécification des éléments et du mécanisme du transfert. Ces auteurs déplorent cependant à la fois le manque d'intégration des fragments dans une théorie et l'incapacité d'y arriver présentement faute de données suffisantes. Ils préconisent alors les recherches théoriques visant à formaliser la mesure de la distance entre les tâches d'apprentissage et de transfert ainsi que les types de transfert. Cette direction de recherche nous apparaît, pour l'instant, peu prometteuse. En effet, nous disposerions alors de spécifications qualitatives et quantitatives à propos d'un phénomène que nous ne connaîtrions pas mieux, puisque le problème de savoir en quoi consiste le transfert resterait entier. L'élaboration d'un modèle théorique articulé s'avère donc capitale et préalable. Nous voyons difficilement comment il serait possible d'intégrer avec cohérence les données existantes, d'identifier les lacunes, d'élaborer des explications satisfaisantes et de formuler de nouvelles questions permettant de faire progresser le savoir.

Dans cet article, nous recueillons les éléments contraignants pour la formulation d'un modèle théorique du transfert. En premier lieu, nous examinons certains principes de base. Cette section clarifie, dès le départ, les biais qui ont été pris relativement au phénomène. En second lieu, nous présentons les points de vue théoriques qui apparaissent incontournables parce qu'ils sont appuyés sur de solides recherches empiriques. Cela nous permet d'aborder le problème par le biais des concepts clés et d'envisager, ultérieurement, la formulation d'un modèle dynamique permettant de distinguer les cas de transfert de ce qui n'en est pas. Nous concluons en identifiant les lieux de faiblesse dans le processus tel qu'il a été identifié et les moyens qui peuvent être susceptibles d'apporter des correctifs.

Les principes de base

Les individus naissent avec un répertoire de capacités, dont certains comportements innés sans lesquels ils ne surmonteraient pas les premiers obstacles rencontrés dans l'environnement. Cependant, l'évolution n'a pu prévoir toutes les situations possibles dans lesquelles un individu peut se trouver, de sorte que le seul bagage héréditaire n'est adéquat, tel quel, que dans des conditions limitées. Lorsqu'un organisme est confronté à des modifications environnementales, qui ne peuvent être prises en compte par ces structures innées, sont rencontrées par un système, il doit trouver un autre

moyen de s'adapter, sans quoi il risque de disparaître (Johnson-Laird, 1988). L'apprentissage de nouveaux comportements constitue le moyen trouvé par l'évolution pour assurer l'adaptation au-delà des mécanismes innés. Le processus par lequel la structure cognitive se trouve modifiée de façon permanente consiste en l'ajout de connaissances ou de liens entre des connaissances antérieures. Il faut cependant ajouter que tout apprentissage n'implique pas nécessairement l'accessibilité ultérieure et l'utilisation pertinente des connaissances acquises: c'est là qu'intervient le transfert. Pour Ellis (1965), il y a transfert d'apprentissage lorsque l'expérience ou la performance d'une tâche influence la performance d'une tâche ultérieure. Cette définition opérationnelle, bien qu'elle soit imprécise du point de vue du processus, est néanmoins suffisamment générale pour englober les différentes conceptions qui sont rencontrées dans la documentation et constitue le point de départ de cette réflexion.

Cependant, il y a peu d'intérêt à conserver le terme «transfert» pour recouvrir chaque cas où une connaissance antérieure est utilisée. Ce terme ferait alors double emploi avec la «référence aux connaissances antérieures», qui constitue l'un des principes de base de la psychologie cognitive (Tardif, 1992) et apporterait alors plus de confusion que de clarté. D'ailleurs, dans la documentation, le transfert apparaît généralement plus rare que l'accès aux connaissances antérieures. Il est donc souhaitable de donner au transfert un sens plus restrictif. Nous voyons dans le transfert un phénomène complexe à l'intérieur duquel les différences individuelles observées s'expliquent par des différences sur le plan des sous-processus du transfert. Parfois, il se produit, mais il ne constitue pas un processus de base élémentaire et toujours indispensable pour l'apprentissage. Ce dernier peut s'effectuer sans transfert.

Dans les sections suivantes, nous identifions les principes qui sont à la base de notre démarche. En premier lieu, nous choisissons de considérer le transfert comme un processus économique et adaptatif qui répond aux besoins de notre système cognitif limité et en constante interaction avec un environnement complexe. En second lieu, nous trouvons indispensable de situer le transfert à l'intérieur d'un processus de résolution de problèmes dirigé selon une structure de buts. La considération d'une structure de buts est nouvelle dans la recherche sur le transfert et soulève sans doute de nouvelles questions.

Le transfert constitue un processus économique et adaptatif

Dans le contexte de l'éducation, les contraintes et les problèmes relatifs à la modélisation du transfert diffèrent sensiblement de ceux rencontrés par les systèmes développés en intelligence artificielle. En effet, les limites de notre système cognitif sont particulières et contraignantes et il est essentiel de les considérer afin de comprendre comment il est possible de développer des comportements adaptés dans un environnement dont le niveau de complexité dépasse considérablement celui des systèmes artificiels actuels. En premier lieu, l'adaptation du système cognitif humain à son environnement ne s'effectue pas sans induire simultanément en retour des changements dans sa structure cognitive et parfois dans l'environnement. On assiste alors à

une interaction entre la structure cognitive et l'environnement au cours de laquelle les situations relatives changent perpétuellement. Deux situations ne sont jamais tout à fait identiques. En second lieu, les caractéristiques de l'environnement sont innombrables, de même que le nombre de connaissances dans la mémoire à long terme (MLT). La considération de l'ensemble de ces caractéristiques pour arriver à une décision dans un temps raisonnable est impossible. En troisième lieu, l'étendue du champ de l'interaction entre la structure cognitive et l'environnement est disproportionnée par rapport à la capacité limitée de notre système cognitif conscient (Dörner et Wearing, 1995; Simon, 1990). La mémoire à court terme (MCT), avec sa capacité de traiter simultanément plus ou moins sept unités (Miller, 1956), avec son temps de reconnaissance de plus ou moins une seconde et avec son temps de réaction de l'ordre de dix à cent millisecondes, en fournit un bon exemple.

Les problèmes posés par ces limites peuvent donc s'avérer considérables. En effet, l'éventail des possibilités qui peuvent être envisagées au cours d'une analyse rationnelle est énorme (Simon, 1990). Par exemple, dans le cas de la résolution de problèmes complexes tels que ceux qui se présentent au jeu d'échecs, l'examen de toutes les possibilités, aussi bien pour les systèmes artificiels que naturels, fait appel à une somme de calculs si considérable qu'il est impensable d'y voir un mécanisme d'adaptation (le nombre de cas possibles à considérer pour jouer un coup aux échecs est démesurément grand). Lors du transfert, comme lors de la résolution de tout problème de la vie courante, choisir le meilleur appariement ou la meilleure stratégie sur une base strictement rationnelle se révèle souvent impensable. Pour arriver à s'adapter dans un univers d'une telle complexité, notre système cognitif n'a d'autres choix que celui de développer des stratégies qui contournent ses propres limites. Ainsi, il pourra s'avérer rentable d'utiliser des méthodes approximatives mais rapides parce qu'elles sont basées sur des stratégies heuristiques, lorsque les approches reposant sur une analyse rationnelle ne sont pas disponibles ou qu'elles s'avèrent trop lentes et trop coûteuses. «En raison des limites quant à leur rapidité et à leur puissance de traitement, les systèmes intelligents doivent employer des méthodes approximatives pour résoudre la plupart de leurs tâches. Leur rationalité est limitée.» (traduction libre, Simon, 1990, p. 6).

Cette aptitude à développer des stratégies économiques, qui réduisent la quantité de traitements conscients à effectuer, est particulièrement efficace (Dörner et Wearing, 1995). Les experts se distinguent d'ailleurs des novices par leur capacité d'enregistrer et d'organiser un grand nombre de connaissances (Chi, Glaser et Farr, 1988; de Groot, 1965), de les constituer en plus larges unités (Miller, 1956), de construire un système d'index permettant un accès rapide aux connaissances, de construire un système de reconnaissance rapide pour les informations courantes (Chi *et al.*, 1988; de Groot, 1965; Simon, 1990), et d'effectuer des recherches sélectives à l'aide de stratégies spécifiques et générales agissant sur la base de connaissances structurées en mémoire à long terme (Simon, 1990).

Le transfert constitue une stratégie approximative qui s'appuie sur certaines de ces habiletés. Lorsqu'un individu effectue un transfert, il ne se contente pas de se référer

à n'importe quelle connaissance antérieure, mais plutôt à un ensemble de connaissances de haut niveau adaptables dans un nouveau contexte et qui sont modifiées à cette fin. Le fait de se référer à un tel bloc de connaissances structurées réduit le coût de traitement et permet d'effectuer un «bond cognitif» (Holyoak et Thagard, 1995). L'intérêt réside bien sûr dans l'économie que représente l'utilisation de ce bloc de connaissances structurées. Ce n'est donc pas sans raison que les milieux de recherche, d'éducation et de travail se penchent sur le transfert.

Le transfert s'effectue dans un contexte de résolution de problème

Pour aborder le transfert selon le point de vue pragmatique que nous privilégions, la démarche sera toujours dirigée par un but. Nous retiendrons que le transfert ne s'effectue pas dans n'importe quel contexte mais toujours en situation de résolution de problème. Nous adoptons ici la définition d'Anderson (1985). «La tâche de résolution de problèmes implique la mise à jour d'une séquence d'opérateurs permettant de transformer l'état initial en un état final dans lequel le but est atteint.» (traduction libre, p. 198). Elle est suffisamment générale pour englober les cas simples et complexes de résolution de problèmes que nous prévoyons rencontrer. Lorsqu'un problème est identifié et que des facteurs motivationnels mènent à la décision de le résoudre, nous sommes toujours en présence d'une situation initiale et d'un ou de plusieurs buts (situation finale) qui s'ajoutent aux objectifs généraux d'adaptation du système cognitif. Ces buts seront considérés comme la base de toute action entreprise par le système cognitif et seront toujours considérés comme la première contrainte, notamment pour l'identification des éléments importants et des similarités.

D'ailleurs, dans les recherches qui constatent l'existence du transfert, les expérimentateurs ont une connaissance implicite du rôle que peut jouer le but puisqu'ils fournissent fréquemment des indices (Gick et Holyoak, 1980, 1983; Weisberg, DiCamillo et Phillips, 1978) induisant chez les sujets la poursuite d'un but prédéterminé. Cette technique, bien qu'elle soit critiquée par certains auteurs (Detterman, 1993), permet cependant d'évaluer l'importance relative du but dans le transfert. Plusieurs auteurs en psychologie expérimentale ont souligné son aspect fondamental (Bassok et Holyoak, 1993; Holyoak, 1985; Holyoak et Thagard, 1995; Prawat, 1989; Wharton, Holyoak, Downing, Lange, Wickens et Melz, 1994) et certains ont clairement formulé le souhait que les recherches ultérieures s'appuient plus fortement sur cette contrainte (Hammond, Seifert, et Gray, 1991; Holyoak et Thagard, 1989*a*). Nous pensons que le fait d'avoir mis l'accent sur les éléments communs entre deux situations ou sur leurs similarités a éloigné plusieurs chercheurs de la question centrale à la compréhension de toute action cognitive: «Quel est le but qui sous-tend cette action?»

De plus, nous pensons qu'il y a transfert lorsqu'il est question de référence à un bloc de connaissances et à son utilisation dans un nouveau contexte. Les problèmes qui se présentent peuvent être complexes et exiger une activité de planification. Un

plan est construit par l'établissement de priorités sur le plan d'une série d'actions et il constitue un moyen d'atteindre le but identifié (*plans in the service of goals*, Schank et Abelson, 1977, p. 101). Il peut ensuite donner lieu à l'identification de sous-problèmes et de sous-buts. Une structure de buts subordonnés est ainsi générée à partir du plan. Dans cette structure de buts, il n'y a pas d'évaluation externe de vrai ou de faux. Les buts sont, en effet, des structures intentionnelles et impératives qui naissent des motivations, des croyances, des intentions, et les plans spécifient ce qui doit être fait pour atteindre les buts. La première fonction d'un but consiste à concrétiser une motivation. Les aspects motivationnels ne peuvent donc être ignorés (Prawat, 1989), ils sont au cœur des buts. Ainsi, l'échec, la peur, le besoin de confirmation, la satisfaction constituent autant de nouvelles motivations susceptibles d'apporter des modifications aux motivations existantes et, par voie de conséquence, à la structure de buts. Les aspects motivationnels agissent donc sur ces structures intentionnelles en y établissant des priorités. Selon le but, certaines informations de l'environnement considérées comme non pertinentes sont écartées de la MCT; d'autres, au contraire, sont retenues. Les buts participent ainsi à la construction de la représentation du problème. Un but peut donc être conceptualisé comme une situation (*state-of-affairs*) recherchée. L'absence de considération pour le but, pour le plan qui est généré afin de l'atteindre et pour son rôle dans la construction de la représentation, pourrait bien, dans les recherches expérimentales, constituer justement une cause de l'incapacité à expliquer l'absence de transfert dans certaines situations.

Conséquemment, lors de la recension des écrits, nous avons prêté une attention particulière à trois possibilités. En premier lieu, un but n'active pas toujours un plan unique et il est sans doute fréquent que plusieurs structures différentes de sous-buts (*subgoals*) soient générées en vue d'atteindre le même but. Si ces structures sont mutuellement exclusives (Hammond *et al.*, 1991), il faut s'attendre à ce que, lors d'une activité au cours de laquelle un certain transfert est espéré, la structure effectivement choisie par un sujet résulte parfois d'une prise de décision reposant sur une motivation inconnue ou insoupçonnée de l'expérimentateur. En second lieu, les buts peuvent changer au cours d'une activité (Butterfield et Nelson, 1989; Dörner et Wearing, 1995). En effet, un plan permet à un individu d'effectuer une évaluation du coût cognitif et affectif associé à sa réalisation. Cette évaluation peut affecter de nouvelles priorités aux buts de la structure. En troisième lieu, il faut envisager la possibilité que les buts des expérimentateurs et ceux des sujets ne soient pas les mêmes. Dans ce cas, bien sûr, les structures de buts secondaires ne peuvent être les mêmes et les connaissances utilisées non plus. En effet, les connaissances, comme les structures de buts, sont considérées comme des ressources et des outils ayant une fonction particulière dans l'atteinte de buts particuliers (Schank et Abelson, 1977). Les connaissances constituent la matière première mise à la disposition des buts; elles assurent un traitement direct et entraînent un coût, mais sans elles rien ne peut être entrepris. Si le transfert intervient, comme nous le postulons, dans le contexte de l'atteinte de buts, la fonction habituellement associée à un objet ou à une connaissance jouera un rôle important pour guider la recherche et assurer l'accessibilité requise.

Dans cette section, nous avons d'abord retenu que le transfert était un processus économique et adaptatif et qu'il constituait pour ces raisons une stratégie approximative efficace pour contourner les limites imposées par notre système cognitif. Ensuite, nous avons inscrit le transfert à l'intérieur d'un processus de résolution de problème et avons misé sur le but et la considération nouvelle d'une structure de buts pour expliquer certaines situations problématiques de transfert. Nous abordons maintenant les points de vue théoriques que nous avons recensés dans la documentation. Ils nous permettent d'identifier les concepts clés tels qu'ils ont été identifiés dans les recherches théoriques et empiriques antérieures.

Synthèse des points de vue théoriques existants

Dans cette section, nous examinons, dans un premier temps, comment le concept de similarité a évolué dans le domaine de la recherche portant sur le transfert et dans l'approche cognitive. Le deuxième point portera sur le mécanisme du transfert et sur les sous-processus qui le composent. Ceux-ci seront examinés par le biais des rôles qu'ils jouent dans le mécanisme. Ceci devrait nous permettre d'éclairer pourquoi le transfert est un phénomène complexe, pourquoi il est peu fréquent et aussi pourquoi et à quelles conditions il est possible. Remarquons que tous les sous-processus n'ont pas été également développés dans la documentation sur le transfert. Certains mériteront donc, ultérieurement, une attention plus grande.

Le concept de similarité

Le concept de similarité est central au transfert mais aussi à la cognition en général. En effet, la reconnaissance, la classification et la catégorisation (Jones et Smith, 1993; Medin, Goldstone et Gentner, 1993), le raisonnement à partir d'exemples (Bassok et Holyoak, 1993; Chi et Bassok, 1989), la généralisation (Holyoak, 1985; Rumelhart, 1989), la découverte, la créativité (Vosniadou et Ortony, 1989), etc., et bien sûr le transfert sont tous des processus dans lesquels les similarités interviennent comme contraintes. Le concept de similarité est absolument incontournable (Ellis, 1965; Gentner, Ratterman et Forbus, 1993; Medin, Goldstone et Gentner, 1990; Thorndike, 1913). Sans lui ou sans celui de proximité entre deux contextes, il n'y aurait pas de théorie du transfert (Butterfield et Nelson, 1989). Tous les auteurs s'entendent, comme le révèle la recension des écrits: le transfert repose sur la présence, dans une situation «activatrice», d'éléments communs ou similaires à une situation en mémoire à long terme (Gentner, 1988, 1989; Gentner *et al.*, 1993; Hall, 1989; Holyoak et Thagard, 1989*a*, 1989*b*, 1995; Keane, 1985; Novick, 1988).

Déjà Thorndike (1913) stipulait que les probabilités d'établissement d'un lien varient en fonction du nombre d'éléments communs ou similaires entre les tâches d'apprentissage et de transfert. Même si le point de vue de Thorndike était différent de celui de la psychologie cognitive, il faut lui donner le crédit d'avoir été le premier à considérer cet aspect essentiel de la problématique et c'est la raison pour laquelle ses

recherches apparaissent incontournables. Pour certains auteurs qui s'inscrivent à l'intérieur de l'approche cognitive, la théorie de Thorndike reste toujours pertinente. Les nuances qu'ils apportent consistent à identifier quels types d'éléments sont communs aux tâches de transfert et d'apprentissage. Cette conception, plus récente, laisse entendre que les similarités sont incontournables pour le transfert, mais que tous les éléments similaires n'ont pas la même importance (Butterfield et Nelson, 1989; Singley et Anderson, 1989).

Différents types de similarités ont alors été proposés par différents auteurs. Une première distinction a été effectuée à partir des définitions d'élément et de relation proposée par Premack (1983). L'auteur appelle «élément» ce qui est perçu comme un tout, par exemple, un pixel, une lettre, un texte ou un fichier dans un ordinateur. Il appelle «relation» une structure constituée d'au moins deux éléments qui, lorsqu'ils sont présentés simultanément, sont encore perçus comme deux éléments distincts. Une relation plus ou moins complexe peut aussi être perçue comme un tout et servir d'élément (d'argument) dans une relation plus abstraite. Par exemple, un texte peut être considéré en tant qu'élément ou en tant que structure de relations entre des sections, des paragraphes, des mots, etc. Sur la base de cette distinction, les similarités recherchées sont situées sur le plan des éléments ou sur celui des relations.

Halford (1992) définit les similarités suivant quatre degrés d'abstraction en s'appuyant sur la distinction précédente. Dans le premier, la similarité est identifiée sur le plan des éléments et seules les caractéristiques communes des éléments (attributs d'objets) sont retenues. Dans le second, la similarité est identifiée sur le plan des relations entre deux éléments (similarité de relations, de premier ordre). Au troisième degré, la similarité est identifiée sur le plan des relations entre relations (relations de haut niveau ou similarité «systémique», de deuxième ordre). Au quatrième degré, la similarité est identifiée sur le plan des relations entre des systèmes de relations. Dans la documentation sur le transfert, le premier type de similarité est dit de surface et les trois derniers sont fréquemment regroupés sous le terme de similarité de structure. La distinction entre similarité de surface et similarité de structure est largement répandue dans les écrits. Il ne s'agit cependant pas de la seule distinction. À cet égard, le tableau 1 présente différents points de vue rencontrés dans la documentation sur le transfert.

Chez Gentner (1983, 1989) et ses collaborateurs (Gentner et Ratterman, 1991; Medin *et al.*, 1993), les similarités dites de surface sont celles qui sont identifiées sur la base des objets et de leurs propriétés descriptives; elles correspondent alors aux similarités d'éléments dans la terminologie de Halford (1992). Les similarités dites de structure sont celles qui sont identifiées sur la base des relations entre deux objets (relation de bas niveau), entre un objet et une relation, ou entre plusieurs relations (relations systémiques, dites de haut niveau). Bien que ces distinctions n'apparaissent pas dans le tableau 1, Gentner (1983, 1989) considère aussi différentes combinaisons de ces similarités: «la simple apparence» qui regroupe uniquement des similarités sur le plan des propriétés descriptives (attributs d'objets); «la similarité littérale» qui regroupe des propriétés descriptives et des relations de premier ordre (relation objet-objet);

«l'analogie» qui s'appuie sur des similarités de relations (premier et deuxième ordre), sans considérer les similarités sur le plan des attributs. C'est donc le type de prédicat qui importe pour évaluer la similarité et non seulement le nombre d'éléments communs, comme le proposait Thorndike (1913), ou le rapport entre le nombre de similarités et le nombre de différences, comme le proposait Tversky (1977).

Tableau 1
Les types de similarités

Auteurs	Types de similarité	
	de surface	de structure
Halford (1992)	Propriétés communes des éléments.	Propriétés relationnelles entre deux éléments, entre un élément et une relation, entre plusieurs relations (systématique).
Gentner (1989)	Propriétés descriptives des objets ou attributs d'objets ou prédicats à un argument.	Propriétés relationnelles entre deux objets, entre un objet et une relation, entre plusieurs relations ou prédicats à plusieurs arguments.
Holyoak (1985) Keane (1985) Ross (1989)	Propriétés sans impact dans la solution du problème.	Propriétés jouant un rôle causal dans l'atteinte du but.
Vosniadou (1989)	Propriétés descriptives des objets.	Propriétés relationnelles des objets, relations entre deux objets, entre un objet et une relation, entre plusieurs relations.
Medin et Ortony (1989), Brow (1990), Rips (1989)	Propriétés correspondant aux composantes facilement accessibles des concepts.	Propriétés correspondant aux composantes plus centrales des concepts.

De leur côté, Holyoak, Thagard et leurs collègues estiment que la mesure de la similarité par le biais du type de prédicat n'est pas suffisamment contraignante pour expliquer et représenter les comportements humains complexes. Pour Holyoak (1985), Holyoak et Koh (1987), Holyoak et Thagard (1989*a*, 1995) et Ross (1989), la distinction entre similarités de surface et similarités de structure repose sur le fait qu'une similarité de surface est sans impact sur la résolution du problème, alors qu'une similarité de structure a une influence causale sur l'atteinte du but en exerçant une action sur la résolution de problème.

Au-delà de cette distinction, les auteurs considèrent trois types de contraintes qui agissent sur les similarités retenues et qui n'apparaissent pas dans le tableau 1: a) la similarité sémantique qui englobe les relations taxinomiques entre les concepts; b) les contraintes pragmatiques qui font intervenir des éléments considérés comme importants pour le but à atteindre (Wharton *et al.*, 1994); c) et l'isomorphisme, c'est-

à-dire la similarité de structure qui s'appuie essentiellement sur les relations de cas. Par cas, on entend ici le rôle grammatical joué par un mot ou un groupe de mots par rapport à un verbe: par exemple, agent, instrument, destination, etc. L'originalité de l'approche de Holyoak et Thagard (1989a, 1995) réside dans le fait que les contraintes agissent simultanément les unes sur les autres, qu'elles participent toutes au résultat de la comparaison de similarités (Medin *et al.*, 1993), que les similarités sont examinées à différents degrés d'abstraction et que, lorsqu'un niveau élevé de structuration est atteint, il met en évidence les relations causales pertinentes qui rapprochent les données initiales du but du problème.

Medin et Ortony (1989) de même que Brown (1990) et Rips (1989) se distinguent des autres auteurs par le fait qu'ils considèrent comme similarités de surface les similarités perceptuelles facilement accessibles et comme similarités de profondeur celles qui s'observent au niveau des propriétés centrales des concepts. Ils ajoutent cependant que certaines similarités de surface s'avèrent très pertinentes parce qu'elles sont fréquemment contraintes et parfois même générées par les propriétés plus profondes des concepts et que des liens étroits peuvent donc exister entre ces deux types de similarités. Medin et Ortony (1989) qualifient la capacité plus ou moins innée de tirer profit de ces indices de surface de *psychological essentialism*: les organismes auraient évolué de manière à ce que leurs systèmes perceptuel et conceptuel n'interceptent que les sortes de similarités qui conduisent directement aux propriétés profondes. La sensibilité aux similarités de surface s'avère alors tout à fait adaptative.

Vosniadou (1989) adopte la position de Medin et Ortony (1989) dans le cas où les similarités sont recherchées à l'intérieur d'un même domaine de connaissances. Elle aborde cependant le cas où des similarités sont recherchées entre deux domaines différents. Les concepts sont alors différents, les similarités se situent sur le plan des relations et la comparaison est de l'ordre de l'analogie. Les similarités de surface, s'il y en a, sont souvent inutiles et même nuisibles. L'autrice maintient la distinction entre les similarités de structure et celles de surface, mais elle manifeste surtout de l'intérêt pour ce qu'elle appelle les similarités évidentes (*salient*), qui peuvent être perceptuelles, conceptuelles ou relationnelles, donc à la fois de surface et de structure. Son point de vue se distingue de celui de Medin et Ortony (1989). Ces derniers considèrent les propriétés de surface et de structure profonde (interne) des concepts et n'abordent pas les similarités relationnelles entre les objets, alors que Vosniadou considère les similarités relationnelles présentes entre des concepts différents dans le cadre du raisonnement analogique, ainsi que celles présentes à l'intérieur des concepts.

Certaines nuances doivent cependant être introduites afin de limiter l'extension du concept de similarité dont le philosophe Goodman (1972) ira jusqu'à dire qu'il est «décevant, insidieux, un simulateur, un imposteur» (traduction libre, p. 437). Pour cet auteur, il est impossible de considérer deux entités comme similaires si on ne sait à quel point de vue on se place. Ainsi, l'identification de similarités ne peut s'effectuer que relativement à un point de vue. Celui-ci sert de cadre de référence et contraint l'identification du type de similarité pertinent. Par exemple, Louis Armstrong

et Maria Callas sont similaires du fait qu'ils sont tous les deux musiciens et chanteurs. Murphy et Medin (1985) abondent dans le même sens lorsqu'ils affirment que le concept de similarité est trop souple et trop peu contraignant pour fonder les processus cognitifs. Ces critiques sont endossées par la plupart des auteurs (Gentner, 1989; Holyoak et Thagard, 1995; Medin et Ortony, 1989; Medin *et al.*, 1993; Wharton *et al.*, 1994), qui adoptent, chacun à sa façon, cette position plus nuancée: le concept de similarité ne peut être évacué, mais il doit être placé en référence à un point de vue ou à un cadre.

Les similarités opèrent donc de façon dynamique. Plusieurs facteurs peuvent faire varier les similarités retenues (Medin *et al.*, 1993), comme le contexte et la tâche (Hammond *et al.*, 1991; Medin *et al.*, 1993; Murphy et Medin, 1985), l'âge des sujets (Gentner, 1988; Gentner et Toupin, 1986; Smith, 1989), leur niveau d'expertise (Chi, Feltovitch et Glaser, 1981; Chi *et al.*, 1988; Ericsson et Smith, 1991; Hammond *et al.*, 1991; Novick, 1988) ou le sous-processus du transfert à l'intérieur duquel elles interviennent. Ces aspects seront examinés, ultérieurement, dans la section portant sur l'accessibilité. En effet, les facteurs qui font varier le type de similarité ont aussi un impact sur l'accessibilité.

Les sous-processus du transfert

Gentner et ses collègues (1993) rapportent qu'il existe un relatif consensus quant aux processus qui interviennent dans le mécanisme du transfert. On retrouve ainsi chez la plupart des auteurs: l'accès aux connaissances en MLT (*accessing*); l'appariement (*matching*), qui consiste à jumeler les éléments (et/ou les relations) d'un analogue source et ceux d'un analogue cible; la mise en correspondance (*mapping*), qui consiste à compléter par des inférences additionnelles l'adéquation de la source à la cible; l'adaptation (*adapting*), qui consiste à ajuster les inférences pour relier les éléments et les relations de l'analogue source à ceux de la cible qui ne sont pas déjà en correspondance; l'évaluation (*evaluating soundness*), qui consiste à estimer la validité de l'analogie; et, finalement l'induction (*extracting common structure*), qui consiste à abstraire une structure commune en vue d'un usage métacognitif ultérieur. Le tableau 2 résume les sous-processus retenus par différents auteurs. On y remarque que l'adaptation et l'induction sont considérées comme facultatives par Gentner et ses collègues (1993). Par ailleurs, l'appariement apparaît rarement comme un sous-processus distinct, car il est souvent inclus dans celui de la mise en correspondance.

Nous préférons détacher clairement l'accès aux connaissances des autres sous-processus qui effectuent des raisonnements sur les similarités. Trois raisons sont à la base de ce choix. Tout d'abord, l'accessibilité repose sur l'interaction entre la MCT et la MLT (Gentner *et al.*, 1993), alors que les autres sous-processus se produisent surtout dans la MCT. La distinction entre ces deux types de mémoire, pourtant reconnue en psychologie cognitive, n'est pas toujours clairement établie dans les modèles artificiels, ce qui amène de la confusion. Or, comme l'accès et le traitement

des similarités font appel à des structures de mémoire différentes, il faut s'attendre à ce que les contraintes, les stratégies et les mécanismes soient différents eux aussi. Deuxièmement, les possibilités d'accès reposent largement sur l'utilisation de connaissances spécifiques organisées en MLT, alors que le raisonnement sur les connaissances déjà présentes en MCT repose sans doute plus sur des stratégies générales. En troisième lieu, il existe dans la documentation un consensus relativement au fait que les similarités de surface favorisent plus facilement l'accès que les similarités de structure, alors que l'inverse est vrai pour les autres sous-processus qui font usage des connaissances en MCT (Gentner *et al.*, 1993; Ross, 1989).

Tableau 2
Les sous-processus du transfert selon différents auteurs

	Accès	Appa- riement	Mise en corres- pondance	Adaptation	Évaluation (<i>soudness</i>)	Induction
Rumelhart (1981)	√		√	√		√
Anderson et Thompson (1989)	√	√	√		√	√
Holyoak et Thagard (1995)	√		√	√	√	√
Gentner <i>et al.</i> (1993)	√	√	√	(facultatif)	√	(facultatif)
Novick (1988)	√		√	√		
Keane <i>et al.</i> (1994)	√		√	√		√

Plusieurs des auteurs qui ont étudié cette question utilisent l'expression *analogical transfer* pour désigner le travail de mise en correspondance, d'évaluation et d'adaptation qui est effectué dans la MCT entre les deux analogues (Brown, 1989; Gick et Holyoak, 1983; Hammond *et al.*, 1991; Holyoak, 1985; Holyoak et Koh, 1987; Novick, 1988; Reed *et al.*, 1974; Shinn, 1988). Nous avons choisi de regrouper ces sous-processus comme composantes du «raisonnement analogique», qui nous apparaît lui-même comme une composante essentielle du transfert, mais seulement après que l'accès à un analogue source potentiel ait été effectué en MLT.

Dans cette section, nous examinons les différents sous-processus du transfert, leur articulation, ainsi que le rôle que jouent les similarités à l'intérieur de chacun d'eux. Pour les raisons énumérées antérieurement, nous examinons en premier lieu le phénomène de l'accès aux connaissances en MLT et, en second lieu, les sous-processus qui composent le raisonnement analogique et qui traitent les connaissances une fois qu'elles ont été amenées en MCT.

— L'accès aux connaissances

L'accès aux connaissances est le sous-processus par lequel une connaissance antérieure est retrouvée en MLT. Tous les auteurs s'entendent: la situation de départ du transfert est celle dans laquelle une personne disposant d'une connaissance particulière en MCT (appelée «cible», déclencheur ou connaissance de base) se souvient d'une situation antérieure similaire emmagasinée dans sa MLT (appelée «source», ou connaissance retrouvée).

La situation typique pour un transfert basé sur la similarité est qu'une personne aborde un sujet donné dans sa mémoire de travail, et qu'elle se souvienne d'une situation semblable emmagasinée dans sa mémoire à long terme (traduction libre, Gentner *et al.*, 1993, p. 527).

Cependant, la question reste complexe quant au type de similarité (de surface ou de structure) favorisant l'accès. Ainsi, diverses recherches empiriques révèlent clairement que les similarités de surface sont largement responsables des capacités d'accès à la MLT (Gentner *et al.*, 1993; Gick et Holyoak, 1980; Holyoak et Koh, 1987; Keane, 1988; Medin et Ortony, 1989; Medin *et al.*, 1993; Ross, 1987, 1989). Il arrive même que des similarités de surface non pertinentes soient retenues et qu'elles affectent l'accès aussi bien chez les experts que chez les novices (Gentner *et al.*, 1993; Holyoak et Koh, 1987; Medin *et al.*, 1993; Novick, 1988; Ross, 1987; Rumelhart et Norman, 1981). Notons cependant que les experts abandonnent plus vite les informations inutiles lors des phases ultérieures (Gentner *et al.*, 1993).

Ross (1987) considère que les similarités de surface interviennent également dans ce qu'il appelle la similarité relative (distance entre le problème et un prototype). Dans ce cas, la présence de plusieurs problèmes sources en MLT permet d'établir des similarités relatives à un problème cible et affecte positivement l'accès. Il est aussi important de souligner que certaines similarités de surface sont liées aux propriétés plus profondes des concepts et se révèlent pour cette raison essentielles lors de l'accès (Medin et Ortony, 1989). Ce discours centré sur les similarités de surface fait voir l'accessibilité comme un phénomène relativement passif, qui ne varie ni avec l'entraînement ni avec la culture. À ce propos, Gentner *et al.* (1993) formulent l'hypothèse que, dans l'évolution, l'accès à la mémoire constitue un phénomène plus primitif que le raisonnement sur des structures symboliques et que ce vestige explique l'importance accordée par le système cognitif aux similarités de surface. Le choix de distinguer très clairement le mécanisme qui assure l'accès des autres sous-processus du transfert va dans le même sens que cette hypothèse.

Cependant, l'importance accordée aux similarités de surface pour expliquer l'accès soulève un problème important lorsque le transfert doit être effectué entre deux domaines bien distincts qui partagent peu ou pas de similarités de surface. Par exemple, dans l'analogie entre le système solaire et la structure de l'atome, comment expliquer l'accès au système solaire à partir de la connaissance de l'existence de charges positives et négatives qui s'attirent? Dans l'analogie entre circuit électrique et circuit

hydraulique, comment accéder spontanément à ce dernier pour expliquer la circulation et l'énergie des charges électriques? Dans ces cas, l'accès à un analogue ne peut être effectué que par le biais de similarités de structure. Cet aspect du phénomène est incontournable même si le système cognitif échoue fréquemment dans ses tentatives d'accéder à des analogues potentiels, et même s'il se montre moins sensible aux similarités de structure lors de l'accès, lorsque des «dissimilarités» de surface sont également présentes (Gick et Holyoak, 1980; Keane, 1988; Medin *et al.*, 1993; Ross, 1987). Cette difficulté peut cependant être contournée (Keane, 1988; Ross, 1987; Vosniadou, 1989), particulièrement lorsque des similarités de surface sont présentes (Holyoak et Koh, 1987; Ross, 1989). On parlera plutôt alors de similarité littérale (à la fois entre les éléments et les relations) que d'analogie (similarités entre deux relations seulement), et ce cas sera plus fréquemment observé lorsque le transfert est effectué à l'intérieur d'un même domaine. Gentner *et al.* (1993) remarquent cependant que, en dépit des difficultés d'accès à des relations, l'identification de similarités de relations de haut niveau s'effectue parfois quand même et que, dans ces cas, elle augmente la qualité des informations accédées.

L'accès peut donc, avantageusement, s'effectuer par le biais de similarités de structure. Ce point de vue nous amène à rechercher les variables susceptibles de favoriser ce type d'accès afin de pouvoir le contrôler et en tirer profit. Or, comme le phénomène repose lui-même sur les similarités, les facteurs qui influent sur les similarités et que nous avons identifiés plus haut ont également un impact sur l'accessibilité. D'ailleurs, dans divers courants portant sur l'accessibilité, les recherches qui ciblent stratégiquement le contrôle de l'accessibilité, sans s'attarder aux aspects passifs du phénomène, identifient ces mêmes variables. Nous les examinons dans la suite de cette section. Ce sont la structuration des connaissances, le niveau d'expertise, le développement des habiletés cognitives, l'importance du contexte et de la tâche pour l'acquisition d'habiletés cognitives, l'importance du but et, finalement, la variété des structures accessibles.

En effet, l'importance accordée à la structuration lors de la construction des connaissances remonte aux gestaltistes et a, depuis, retenu l'attention de nombreux chercheurs (Markman et Gentner, 1993*a*). Ainsi, Miller (1956) et Palmer (1977) se sont penchés sur le rôle que joue la structuration des connaissances lors de l'accessibilité. Newell et Simon (1972), Minsky (1975), Schank et Abelson (1977), et Rumelhart (1981) ont, pour leur part, développé respectivement les concepts de «productions», de «frames», de «scripts» et de «schémas», afin de permettre le regroupement d'informations et leur traitement en vastes unités de connaissances. Chacun de ces formats facilite à la fois l'encodage, le traitement et l'accès par une structuration particulière. Actuellement, certains connexionnistes s'orientent vers des systèmes hybrides, à la fois connexionnistes et symboliques, qui permettent l'encodage et l'accès à des représentations structurées (Holyoak, 1991; Holyoak et Thagard, 1995).

En second lieu, dans le cadre des recherches portant sur l'expertise, divers critères d'accessibilité aux connaissances ont été clairement identifiés (Chi *et al.*, 1981;

Ericsson et Smith, 1991; Glaser et Chi, 1988), mais celui des similarités n'a jamais été retenu. En effet, ce qui sert de base à l'identification de similarités change avec le niveau d'expertise, de sorte que c'est plus par l'examen des connaissances antérieures qu'il est possible de prédire la direction que va prendre l'accessibilité, que par le nombre d'éléments similaires entre deux tâches. Les experts, en effet, classifient les problèmes et s'appuient en général sur des principes de haut niveau correspondant à des relations fondamentales (Gentner et Ratterman, 1991) qui les orientent vers la solution du problème (Chi *et al.*, 1981; Chi *et al.*, 1988; Ericsson et Smith, 1991). Ils disposent de connaissances vastes et organisées, alors que les novices, faute de connaissances et d'organisation entre celles-ci, s'appuient plutôt sur des similarités de surface (Chi *et al.* 1981; Chi *et al.*, 1988; Ericsson et Smith, 1991). Les expériences de Novick (1988) révèlent aussi que les experts se montrent plus aptes que les novices à effectuer du transfert et que cette aptitude repose sur leur capacité d'identifier des structures. On peut aussi penser que la représentation du problème, qui prend plus de temps à se construire chez les experts que chez les novices, permet aux premiers d'établir certaines relations significatives entre les éléments de surface (Hammond *et al.*, 1991).

En troisième lieu, il ressort des recherches développementales que les adultes font reposer leurs jugements de similarité sur une analyse plus approfondie et plus flexible que ne le font les enfants (Smith, 1989). Ils exploitent beaucoup mieux les relations et les propriétés profondes, et évaluent donc les similarités sur une base plus abstraite (Gentner, 1988). Réciproquement, lorsque les enfants disposent des connaissances appropriées, leurs capacités d'abstraction augmentent (Brown, 1989). Au cours du développement, la capacité de sélectionner et d'accéder à des similarités de structure augmente donc (Gentner, 1988; Gentner et Toupin, 1986; Smith, 1989). Dans la documentation, le terme *relational shift* a été adopté pour identifier ce phénomène. Comme dans le cas de l'expertise, ce qui sert de base à l'accessibilité change avec le contenu, avec le degré d'organisation des connaissances (Brown, 1989; Gentner et Ratterman, 1991) et avec les représentations (Vosniadou, 1989).

En quatrième lieu, les similarités devraient être considérées comme des variables dépendantes plutôt qu'indépendantes du contexte et de la tâche (Hammond *et al.*, 1991; Medin *et al.*, 1993; Murphy et Medin, 1985). Les informations résiduelles contenues dans la MCT, les informations présentes dans l'environnement, la tâche et son contexte agissent sur les similarités retenues et donc sur l'accessibilité. Il est possible en effet que, dans les expérimentations de Gick et Holyoak (1980, 1983), la proportion d'accès obtenue spontanément (80 %) soit en partie attribuable au contexte expérimental. D'autre part, le degré de traitement retenu par les sujets est relatif à la tâche. Ainsi, pour Hammond *et al.* (1991), les tâches simples qui permettent une compréhension à un niveau peu profond sont moins susceptibles de favoriser l'accès à une structure de haut niveau. Dans ce cas, lors de l'accès en MLT, les caractéristiques de surface seront privilégiées. C'est le contraire qui est observé dans le cas de tâches complexes exigeant un questionnement plus profond et des résumés faisant état des faits saillants. Ce genre de tâche constituerait alors un moyen de contourner le biais pour les similarités de surface. Dans le même ordre d'idées, Markman

et Gentner (1993a) ont observé que, confrontés à des objets présentant beaucoup d'attributs, les sujets sont peu portés à identifier des similarités sur le plan des relations. Le contraire est vrai lorsque les objets présentent des relations complexes et nombreuses. L'accès sera alors affecté par des similarités de relations. Ces deux points de vue coïncident puisque les experts se caractérisent, entre autres, par leur capacité de construire et d'accéder à de vastes unités de connaissances organisées.

En cinquième lieu, l'importance du but lors de l'accessibilité a été mise en évidence dans nombre de recherches portant sur le transfert. Plusieurs auteurs (Hammond *et al.*, 1991; Holyoak et Thagard, 1989a, 1989b) souhaitent mettre plus l'accent sur cette contrainte qui joue un rôle de premier ordre pour identifier et prioriser les similarités relatives au contexte. Le but peut, en effet, cibler un degré de traitement correspondant au degré d'abstraction optimal. Par ailleurs, l'importance que peut avoir une structure hiérarchisée de buts lors de l'accessibilité est rarement considérée dans la documentation sur le transfert, même si cette structure peut jouer un rôle fondamental dans l'établissement de priorités.

Finalement, pour quelques auteurs (Holyoak et Thagard, 1995; Wharton *et al.*, 1994), l'accès fonctionne sur une base fondamentalement compétitive. En effet, Wharton *et al.* (1994) ont observé expérimentalement que, lorsque plusieurs structures en MLT étaient potentiellement accessibles par le biais d'un même indice, les similarités impliquant des relations (de bas ou de haut niveau) contribuaient plus facilement à l'accès. Il arrive même parfois que les relations de haut niveau soient suffisantes pour permettre l'accès à un analogue éloigné, sans apparemment requérir de similarité sur le plan des relations de premier ordre.

Ces points de vue font ressortir que l'identification de similarités de structure se révèle une garantie d'accès. Cet aspect est essentiel dans le cadre du transfert. En effet, la capacité d'identifier des similarités de structure augmente avec le niveau d'expertise et de développement, et repose de façon générale sur la qualité de la structuration des connaissances. L'intérêt de ces variables est fondamental en éducation et dans le cadre de l'approche fonctionnelle privilégiée ici. Elles permettent d'obtenir un certain contrôle sur le phénomène de l'accessibilité et suggèrent que l'identification de similarités s'appuie sur des contraintes pour être rentable lors de l'accès. Il est en effet peu vraisemblable que l'ensemble des similarités présentes, à tous les niveaux hiérarchiques d'un contexte, puisse être entièrement et consciemment considéré par un individu, expert ou non. Il est peu vraisemblable que l'évolution ait favorisé les organismes incapables d'éliminer les points de vue non pertinents à un problème et de cibler le traitement à des niveaux adéquats.

— Les sous-processus du transfert qui traitent les connaissances en mémoire à court terme (MCT)

Après avoir considéré la question de l'accessibilité, examinons maintenant les sous-processus du transfert qui composent le raisonnement analogique, effectué

sur la connaissance activatrice et la connaissance activée, une fois celles-ci logées en MCT. Ces sous-processus, tels que les ont identifiés Gentner *et al.* (1993), sont l'appariement, la correspondance, l'inférence, l'évaluation, l'adaptation et l'induction. Les relations étroites qui existent entre certains de ces sous-processus favorisent parfois un regroupement. Ainsi, nous traitons d'abord de la mise en correspondance, en y intégrant l'appariement et l'inférence, ensuite de l'évaluation et, finalement, de l'adaptation et de l'induction dans une même section.

- La mise en correspondance: appariement et inférence

Pour plusieurs auteurs (Anderson, 1990; Gentner, 1989; Holyoak et Thagard, 1989a, 1995; Palmer, 1989), les théories de la correspondance structurale (*structure mapping*) s'appuient sur la théorie et le modèle de Marr (1982) et de ses collègues, relativement à la construction d'une image tridimensionnelle cohérente à partir d'une vision stéréoscopique. Deux yeux donnent deux images différentes d'une même réalité et le cerveau doit traiter ces images de manière à appairer les points d'une image avec ceux de l'autre. Dans ce modèle, l'appariement (*matching*) des points s'effectue à un très bas degré d'abstraction et le phénomène est contrôlé par des contraintes qui agissent en coopération.

Dans les théories de la correspondance structurale reliée au transfert, les degrés d'abstraction des connaissances mises en relation sont toujours plus élevés que dans le modèle de Marr. D'après Palmer (1989), les auteurs dans ce domaine se distinguent précisément sur la base du degré d'abstraction selon lequel ils examinent les similarités. Ainsi, en construisant les règles de la correspondance exclusivement sur la base des propriétés syntaxiques des connaissances, Gentner (1980, 1983) se penche directement sur un haut degré d'abstraction, le plus élevé selon Palmer (1989), et son approche est symbolique. Rumelhart et Norman (1981) adoptent un point de vue semblable mais, par la suite, Rumelhart (1989) examine le processus sur des éléments de très bas niveau, quasiment d'ordre neurologique. L'approche adoptée est connexionniste et l'auteur limite son investigation à l'accessibilité. Le degré d'abstraction retenu par Holyoak et Thagard (1995) se rapproche de celui retenu par Gentner lors de la mise en correspondance. Cependant, contrairement à Gentner, les auteurs retiennent les similarités sémantiques, structurales et pragmatiques, comme contraintes lors de la mise en correspondance. Ceci leur permet de déterminer le degré d'abstraction en fonction des relations causales qui relient le but aux données initiales du problème. Dans leurs modèles formels, les auteurs se différencient donc l'un de l'autre selon le choix d'un degré d'abstraction particulier. Par contre, les systèmes cognitifs naturels se différencient l'un de l'autre selon leur capacité d'atteindre des degrés d'abstraction pertinents. Cet aspect s'avère notamment incontournable pour la construction d'un modèle de transfert destiné à l'éducation.

Cependant, quel que soit le degré d'abstraction retenu, l'idée centrale de la correspondance structurale est qu'une analogie consiste en une correspondance

établie entre deux structures de connaissance (activatrice et activée) qui permet de concevoir qu'un système de relations présent dans une structure est également présent dans l'autre structure:

[...] une analogie consiste en une mise en correspondance entre les connaissances d'un domaine donné (la source) et celles d'un autre domaine (la cible), suggérant qu'un système de relations qui a cours entre les objets de la source reste valide entre les objets de la cible (traduction libre, Gentner, 1988, p. 48).

Le problème fondamental de la mise en correspondance consiste à savoir comment trouver les composantes qui pourront être appariées adéquatement entre les analogues. Il est, en effet, inconcevable de considérer de façon exhaustive tous les appariements possibles (Holyoak et Thagard, 1995). Certaines contraintes doivent donc, ici aussi, être identifiées afin de permettre des approches approximatives.

Dans sa théorie SMT (*Structure Mapping Theory*), Gentner (1983) n'établit que des contraintes structurales mais elles sont sévères. En effet, toutes les relations, dont celles de haut niveau, doivent être identiques et appariées sur cette base. Par ce «principe de systématisme», l'autrice exige une correspondance de l'ensemble des composantes de la hiérarchie de relations (Adelson, Burstein, Gentner, Hammond, Holyoak et Thagard, 1988; Palmer, 1989). C'est dire que les relations similaires de haut niveau qui sont appariées doivent contenir chacune une structure à l'intérieur de laquelle les relations de plus bas niveaux sont identiques et appariées, et ainsi de suite jusqu'aux similarités de surface. Les objets et les fonctions sont ensuite considérés et appariés sur la base de leur rôle dans la structure relationnelle, et non sur la base de leurs ressemblances. Les attributs d'objets sont, en effet, ignorés afin de permettre la correspondance entre des objets très différents. C'est donc rigoureusement sur la base des relations que l'appariement s'effectue, les éléments ne pouvant pas être autrement appariés. Avec ce principe, la correspondance terme à terme est incontournable. Une certaine rigidité découle directement de cet accent mis sur la structure lors de la mise en correspondance puisqu'elle entraîne l'élimination des «presque-analogies», qui sont parfois utilisées adéquatement par les humains.

Au cours de la mise en correspondance (*mapping*), Gentner distingue les sous-processus d'appariement (*matching*) et d'inférence (*carry over*) (Gentner, 1989; Gentner *et al.*, 1993). Deux niveaux de difficulté peuvent alors se présenter. Premièrement, un simple appariement peut être effectué entre deux structures qui sont toutes deux relativement bien connues. Il n'y a pas lieu, dans ce cas, de parler de transfert, mais bien d'accès et d'appariement. Deuxièmement, si seul un appariement partiel est possible (le principe de systématisme n'est pas entièrement appliqué), une structure de connaissance étant plus rudimentaire que l'autre, une inférence à partir des relations de la structure connue peut être appliquée dans la seconde.

La rigidité relative à la mise en correspondance des structures, dans la théorie de Gentner et de ses collègues, n'est pas retenue par tous les auteurs. Le plus souvent,

lorsque les relations de haut niveau sont similaires, celles des niveaux inférieurs sont placées en correspondance, même si elles ne sont pas similaires (Holyoak et Thagard, 1995; Shinn, 1988). La mise en correspondance commence donc d'abord à un niveau élevé, souvent abstrait, et se poursuit récursivement au niveau inférieur jusqu'à ce que l'analogie soit complétée. L'introduction de cette souplesse permet alors la mise en correspondance entre des structures différentes (*many-to-one* et *one-to-many*) de niveau moins élevé et l'utilisation de «presque-analogies».

Holyoak et Thagard (1989*a*, 1989*b*, 1995) développent leur propre modèle et implantent la théorie de la correspondance analogique basée sur des similarités dans le système ACME (Analogical Constraint Mapping Engine), afin de déterminer la meilleure métaphore ou la meilleure analogie possible. Considérant que les humains effectuent et utilisent aussi des correspondances imparfaites, une certaine flexibilité est introduite. Dans un premier temps, le système établit la correspondance entre des structures quasi isomorphiques (Wharton *et al.*, 1994) plutôt que d'exiger une cohérence structurelle (correspondance terme à terme) comme pour SMT. Dans un deuxième temps, les dimensions structurale, sémantique et pragmatique des analogues sont considérées, et le système effectue l'appariement sur la base de la satisfaction simultanée de cinq contraintes: compatibilité logique (pas d'énoncés contradictoires sur le plan des relations), correspondance terme à terme, cohérence relationnelle, similarité sur le plan sémantique et identité de rôle (sur la base des éléments jugés importants pour l'achèvement du but). La codification résultante de ces contraintes est effectuée avec souplesse, de manière à ce que chaque contrainte se manifeste comme une préférence et n'exerce finalement qu'une «pression» sur le système afin de l'orienter vers l'appariement le plus cohérent. Des hypothèses relatives à la compatibilité des deux analogues potentiels sont émises et reposent sur la création d'un réseau de liens excitateurs et inhibiteurs. Ainsi, en cas de structures isomorphiques ou de similarité de rôle, le degré d'excitation ou de facilitation entre deux unités de représentation augmente, alors que, dans le cas contraire, le degré d'excitation diminue. Leur système est hybride, à la fois connexionniste et symbolique. La souplesse qu'offre le système a pour effet de tolérer la correspondance d'un terme avec deux termes (les structures peuvent être quasi isomorphiques), et de sélectionner généralement plus d'un analogue.

L'appariement, premier sous-processus de la mise en correspondance, s'effectue donc d'abord entre des éléments ou des relations identiques, ou entre des variables et leurs instances (Holyoak et Thagard, 1989*a*). La mise en correspondance consiste ensuite à inférer des éléments ou les relations qui n'ont pu être appariés. Ces éléments ne sont pas identiques et l'un ne constitue pas non plus une instance de l'autre. Pour ces auteurs, le transfert suppose qu'une correspondance soit établie entre des connaissances activatrice et activée et que cette correspondance permette d'appliquer des inférences, de la connaissance activée vers la connaissance activatrice.

[...] le transfert suppose une mise en correspondance entre la cible et la source indiquant comment appliquer certaines idées issues de la source à la solution de

problèmes pertinents soulevés dans la cible (traduction libre, Holyoak et Thagard, 1995, p. 192).

Ce point de vue est semblable à celui de Gentner (Gentner, 1989; Gentner *et al.*, 1993). Le transfert va donc au-delà de la simple analogie et de la similarité des deux structures. Dans une analogie, un appariement est effectué entre des structures. Cet appariement permet de concevoir qu'une structure présente dans la source est également présente dans la cible. Lors du transfert, à la suite de l'appariement, une structure de la source qui n'a pu être appariée à une structure de la cible est inférée et utilisée dans la cible pour faciliter la résolution du problème.

- L'évaluation

Les auteurs qui, dans le cadre du transfert, se sont penchés sur l'évaluation (voir tableau 2) considèrent que ce sous-processus est indispensable. En effet, en raison de l'inclusion de l'inférence d'une structure non appariée dans le processus du transfert, ce dernier doit être considéré comme une stratégie approximative et risquée. D'une part, les similarités sont flexibles et cette flexibilité est souhaitable pour permettre l'accès à plusieurs analogues potentiels ou à des analogies imparfaites. D'autre part, cette flexibilité constitue la source de nombreuses erreurs. En effet, selon la définition même de l'analogie, lorsque deux structures sont dites analogues, les éléments de surface ne sont jamais similaires et les relations, si elles ne sont pas de haut niveau, ne sont pas nécessairement similaires non plus. Dans une analogie, la similarité n'est donc pas entière et il importe d'en identifier les limites puisque c'est là que commencent les différences et donc les erreurs potentielles. Des différences importantes et parfois même des contradictions peuvent se présenter. Le fait d'avoir identifié une similarité de type analogique et d'avoir effectué une inférence ne met pas fin au raisonnement, mais exige, au contraire, une analyse critique. Le transfert ne peut faire l'économie du sous-processus de l'évaluation.

Une évaluation subjective (*subjective soundness*) est donc effectuée sur des structures présentes dans la MCT et déjà mises en correspondance. Elle sert deux objectifs complémentaires: celui de la vérification de l'efficacité des sous-processus antérieurs, tels l'accès et la mise en correspondance avec inférence, et celui de l'évaluation de l'intégration des inférences dans la cible, en mesurant l'impact des différences sur les similarités. Relativement au premier objectif de l'évaluation, qui constitue un jugement de similarité, Gentner *et al.* (1993) ont mené une série d'expériences dans le cadre de la théorie de la correspondance structurale (Gentner, 1983). Ils concluent que l'évaluation subjective dépend très peu des similarités de surface mais surtout du degré et de la profondeur des structures relationnelles similaires. Ainsi, plus les structures relationnelles sont de haut niveau, plus elles sont susceptibles de donner du sens à l'analogie. Ce point de vue est d'ailleurs généralement partagé dans la documentation.

Les sous-processus du transfert examinés jusqu'ici reposent sur des contraintes de similarités dont le degré d'abstraction augmente de plus en plus. En effet, alors que les similarités de surface contraignent plus particulièrement, lors de l'accès, les similarités de relations contraignent plutôt lors de la mise en correspondance et celles de relations de haut niveau contraignent lors de l'évaluation. Le *relational shift*, observé dans les recherches développementales portant sur l'accessibilité, s'observe donc également au cours du processus de transfert. Les différences entre les deux structures mises en relation apparaissent peu utiles et sont systématiquement écartées du raisonnement.

Ces différences peuvent, cependant, être lourdes de conséquence et il est souhaitable que l'évaluation se poursuive aussi en sens inverse par l'examen des différences. Le deuxième objectif de l'évaluation, qui constitue un jugement sur les différences, permet de déterminer les limites de l'analogie. Il est d'autant plus important que des risques considérables auront été pris lors de l'exécution des premiers sous-processus du transfert. En effet, le transfert faisant appel à des structures à l'intérieur desquelles les relations de haut niveau sont similaires, ce n'est pas à ce niveau que les différences doivent être recherchées. C'est donc au niveau des éléments ou des relations de bas niveau, que des différences peuvent être identifiées. C'est aussi à ce niveau qu'une activité d'adaptation pourra ensuite s'avérer nécessaire.

Holyoak et Thagard (1995) suggèrent de distinguer les différences qui sont placées en correspondance de celles qui ne le sont pas. En effet, les recherches de Markman et Gentner (1993*b*) montrent que les différences qui sont mises en correspondance sont plus évidentes (*salient*) et plus fréquemment identifiées que celles qui n'ont pu être mises en correspondance. Par exemple, les différences frappantes entre Maria Callas et Louis Armstrong sont celles qui les distinguent relativement à un même point de vue: leur sexe, leur voix, leur style musical, etc. Les dissimilarités pourraient s'avérer aussi relatives que les similarités. En fait, dans la mesure où un point de vue est identifié (celui qui sert de base à la comparaison), il n'est pas plus difficile d'identifier une différence qu'une similarité. Cependant, si les références à un même point de vue sont difficiles à trouver, l'identification des similarités et des différences s'avérera également difficile. Ainsi, Louis Armstrong est très différent d'une table et, malgré l'évidence d'un grand nombre de différences, il est très difficile de les identifier, en raison du peu de points de comparaison communs. Il en est souvent de même lorsque le transfert est effectué entre deux domaines très éloignés.

Cela expliquerait qu'il est plus facile d'identifier des différences entre des objets très semblables qu'entre des objets très différents (Holyoak et Thagard, 1995). En effet, a) il y a moins de différences entre deux objets très semblables qu'entre deux objets très différents et le coût cognitif d'identification des différences est donc plus faible; b) la correspondance effectuée entre des objets très semblables est claire puisqu'elle s'effectue, par les similarités, relativement à un même point de vue, ce qui facilite du même coup l'identification des différences placées en correspondance; c) des objets très différents peuvent difficilement être comparés relativement à un même point de vue puisque, le plus souvent, il y a peu de références communes.

De plus, si le transfert s'appuie également sur les différences, il est aussi nécessaire d'examiner les types de différences, tout comme il a été nécessaire de le faire pour les types de similarités (de surface, de relations de bas et de haut niveau). En effet, au cours de leurs recherches, Medin *et al.* (1990) ont observé que le poids des attributs et des relations varie selon qu'il s'agit d'un jugement de similarité ou de différence. Dans le premier cas, les auteurs confirment que l'évaluation de la similarité repose presque essentiellement sur des similarités de relations, et que plus les structures relationnelles similaires sont de haut niveau, plus elles apparaissent avoir de la valeur. Dans le cas du jugement sur les différences, l'évaluation semble plutôt reposer sur des attributs d'objets, et donc sur des différences de surface, les différences sur le plan des relations étant cette fois reléguées au second plan. Ceci explique que des objets présentant plus de relations communes étaient considérés, à la fois, comme plus semblables et comme plus différents, ce qui va à l'encontre du sens commun selon lequel plus des objets sont semblables, moins ils sont différents (Medin *et al.*, 1990). Ceci explique aussi que lorsque deux structures sont analogues (où, par définition, les similarités sont situées au niveau des relations systémiques), les jugements de similarité s'appuient surtout sur les relations de haut niveau et que, logiquement, ce n'est pas à ce niveau que les différences doivent être recherchées. Le jugement effectué sur des différences de surface est donc une stratégie de complémentarité. Il est important de remarquer que la contrainte du but n'a pas été considérée lors de l'évaluation des différences. Vu l'orientation que nous avons prise antérieurement relativement à l'importance du but pour expliquer le transfert, cette absence de considération pour le but lors de l'identification des différences constitue une lacune. Cette contrainte pourrait en effet faciliter le tri à effectuer entre les différences pertinentes et celles qui ne le sont pas.

Cette évaluation des similarités et des différences permet de déterminer jusqu'à quel point l'inférence est pertinente et donc jusqu'à quel point le transfert sera positif ou négatif. Comme le transfert repose sur l'inférence d'une structure analogue, celle-ci présente des différences sur le plan des objets et des relations de bas niveau. Pour que l'inférence d'une structure analogue donne lieu à un transfert positif, il faut ajuster la structure inférée en tenant compte des différences identifiées au niveau des éléments et des relations de plus bas niveau. Donc, au cours du transfert, le sous-processus subséquent de l'adaptation n'est pas, lui non plus, facultatif: il s'avère indispensable.

- L'adaptation et l'induction

Dans le domaine de la recherche sur le transfert, le sous-processus de l'adaptation n'a pas fait l'objet d'études aussi approfondies que celles portant sur l'accès, sur la correspondance structurale ou sur l'évaluation. C'est souvent dans d'autres domaines de recherche (expertise adaptative, intelligence artificielle et raisonnement par cas, ou *case-based reasoning*) que cette phase a été examinée. Selon Holyoak (1991), un expert est celui qui «réussit à s'adapter aux contraintes inhérentes à une tâche donnée»

(p. 309; notre traduction). L'auteur reprend également à son compte les propos de Sloboda (1991), selon lesquels un expert est «celui qui fait preuve d'une réaction adéquate dans une situation qui présente un certain degré d'incertitude» (p. 154, notre traduction). Holyoak enchaîne en énumérant quelques-unes des caractéristiques d'un tel expert: il réévalue ses actions et les conditions de celles-ci avec beaucoup de flexibilité, il envisage des stratégies alternatives et en change avec souplesse, sa progression vers la solution n'est pas continue, il connaît des moments de stagnation, son apprentissage n'exige pas que le but soit toujours bien défini et sa performance s'appuie sur l'intégration de multiples sources d'information. D'autres auteurs attribuent également cette capacité d'adaptation à des facteurs semblables: une plus grande compréhension des concepts de la cible, un apprentissage centré sur la compréhension explicite, un apprentissage effectué avec des incitations à expliquer les causes de certaines actions, une motivation et une habileté à contrôler sa propre compréhension et l'habitude de réaliser des tâches variables et peu prédictibles (Dibble, Glaser, Gott, Hall et Pokorny, 1993; Dörner et Schölkopf, 1991; Hatano et Inagaki, 1986).

Par ailleurs, dans le domaine du raisonnement par cas, les chercheurs considèrent que le sous-processus de l'adaptation est généralement effectué en deux temps: l'abstraction d'une connaissance et sa «résécialisation». Ces deux stratégies peuvent, respectivement, être mises en correspondance avec celles de la décontextualisation et de la recontextualisation dont parlent Tardif et Meirieu (1996). La première phase, celle de l'abstraction d'une connaissance ou induction, rappelle la première phase de l'évaluation puisqu'elle s'appuie sur les similarités en ignorant les différences. Relativement aux conditions qui favorisent l'induction, la présentation d'une multitude d'exemples ou de cas fait l'unanimité. L'induction s'effectue en identifiant les similarités à l'intérieur d'une série d'exemples et permet la formation d'un schéma abstrait (Gick et Holyoak, 1983) ou d'une catégorie (Kolodner, 1993) sur la base de ces similarités. Lors de la construction de ces connaissances, on ne peut s'empêcher de considérer une bonne variété d'exemples spécifiques (Bassok et Holyoak, 1993; Chi et Bassok, 1989; Kolodner, 1993). L'induction favorise le développement de l'expertise et plusieurs auteurs la considèrent comme une stratégie efficace pour effectuer le transfert (Gick et Holyoak, 1980, 1983; Holyoak et Spellman, 1993; Novick, 1988; Reed, 1993). Elle constitue un moyen privilégié de contourner le problème de la spécificité des connaissances et du transfert. Cependant, dans le cadre de la construction d'un modèle théorique du transfert, il y a lieu de se demander si l'induction fait véritablement partie du processus de transfert ou si elle ne constitue pas simplement un moyen utile, mais non indispensable comme tel au déroulement du mécanisme du transfert, même si les connaissances résultant de l'induction peuvent parfois être utilisées par les autres processus impliqués.

La seconde phase du sous-processus de l'adaptation identifié dans la documentation, celle de la re-spécialisation, doit s'appuyer plus spécifiquement sur ce qui caractérise la cible et sur ce qui la différencie de la source. Il importe en effet d'identifier ce qui ne convient pas à la nouvelle situation et de quelle façon la re-spécialisation peut être effectuée? Deux questions fondamentales doivent être posées: *Quoi?* et *Comment?*

Cette deuxième phase fait partie du transfert et elle s'appuie sur la deuxième phase de l'évaluation qui consistait en une identification des différences, généralement situées à des niveaux peu élevés. En effet, comme la validité subjective d'un analogue est surtout effectuée sur la base de similarités de relations de hauts niveaux d'abstraction, c'est donc généralement à un niveau inférieur que les différences peuvent être recherchées et identifiées et qu'une activité de respecialisation est nécessaire. Si des différences sont identifiées à un niveau assez élevé (sans toutefois être celui de plus haut niveau), la respecialisation peut nécessiter un travail considérable et l'analogue peut être carrément abandonné sur la base d'une faible performance.

La respecialisation est surtout effectuée à des niveaux peu élevés. Carbonell (1986) propose à cet égard le concept de *derivational transformation*, qui consiste dans la représentation détaillée des multiples va-et-vient effectués lors de la résolution d'un problème. L'intérêt de cette approche réside dans l'importance que l'auteur accorde à l'ensemble du raisonnement qui a permis la résolution d'un problème antérieur et pas seulement à sa solution finale. La structure source utilisée englobe ainsi les réussites et les échecs, les prises de décisions qui y sont associées ainsi que leur justification. Un tel point de vue va évidemment de pair avec la plupart des caractéristiques retenues plus haut pour qualifier l'expertise adaptative (comme une habitude à réaliser des tâches variables et une habileté à contrôler sa compréhension...). Il est également conforme à la logique selon laquelle la respecialisation n'est pas nécessaire pour les relations de plus haut niveau. Notons aussi que Carbonell utilise la structure de but du problème source pour identifier des incohérences entre les deux analogies; il souscrit donc à l'idée d'accorder une plus grande importance au but du problème.

Conclusion

Nous avons commencé cet article en soulignant l'importance du transfert pour les milieux de l'éducation et du travail. Nous avons alors déploré l'ambiguïté qui persiste dans la documentation relativement à ce concept, et estimé que cette ambiguïté constituait un frein pour la recherche aussi bien que pour l'éducation. L'élaboration d'un modèle théorique s'avérait ainsi pratiquement incontournable. Cependant, l'étendue de la documentation sur le transfert nous a amenée à baliser notre démarche en identifiant les contraintes qui déterminent et conditionnent ce processus.

Quelles sont donc ces contraintes? Nous avons examiné le contexte général à l'intérieur duquel s'inscrit le transfert, ce que nous avons appelé les principes de base. Notre premier principe stipule que le transfert est un processus économique et adaptatif par lequel un individu tente d'affronter les difficultés inhérentes à certaines tâches, soit en raison de leur complexité, soit en raison des limites imposées par son système cognitif. Avec le deuxième principe, nous avons situé le transfert dans un contexte de résolution de problème, et misé sur la considération d'une structure de buts pour expliquer certaines situations problématiques du transfert.

Nous avons aussi examiné les contraintes dans la documentation spécifique au transfert, mais aussi dans celle portant sur le raisonnement analogique, qui est étroitement lié au phénomène du transfert. Le concept de similarité a d'abord été retenu puisqu'il conditionne tout le processus au premier chef. Différentes catégories de similarités ont alors été examinées de même que les facteurs qui assurent leur exploitation dynamique. Puis, nous avons abordé le volet plus spécifique du transfert: «Quels sont les sous-processus du transfert?» et «Comment s'articulent-ils les uns aux autres?» Nous avons retenu ce qui suit.

Lorsqu'il effectue un transfert, un individu ne se contente pas de se référer à n'importe quelle connaissance antérieure, mais plutôt à une structure de connaissances de haut niveau et il doit ensuite l'adapter afin de l'utiliser dans un nouveau contexte.

Les sous-processus du transfert sont l'accessibilité, la mise en correspondance (qui inclut l'appariement et l'inférence), l'évaluation et, finalement, l'adaptation qui consiste en une respécialisation. Nous avons aussi explicitement distingué l'accès aux connaissances en MLT des sous-processus qui traitent les connaissances en MCT.

Le concept de similarité est apparu comme une dimension incontournable du phénomène du transfert puisqu'il conditionne à la fois l'accès et le traitement des connaissances afin d'en tirer un profit ultérieur.

L'accessibilité repose surtout sur des similarités de surface. Cependant, certaines stratégies sont utilisées par le système cognitif afin de contourner les difficultés qui découlent de cette limitation et d'avoir accès à des structures analogues de plus haut niveau.

La mise en correspondance commence par l'appariement. Cependant, lors du transfert, l'appariement est toujours suivi d'inférences (*carry over*) qui complètent le processus. La mise en correspondance s'appuie surtout sur des similarités de structure.

L'évaluation sert deux objectifs complémentaires: celui de vérifier l'efficacité des sous-processus antérieurs et celui d'évaluer jusqu'à quel point les inférences s'intègrent dans la cible. Ce sous-processus s'appuie sur les similarités de structure de haut niveau et sur les différences identifiées aux niveaux moins élevés.

Nous avons comparé le sous-processus de l'adaptation tel qu'il a été développé dans le cadre du *case-based reasoning* avec celui développé dans le cadre du transfert. Dans le premier cas, l'adaptation s'effectue en deux temps: l'abstraction d'une connaissance et sa «respécialisation». Ces deux stratégies ont été, respectivement, mises en correspondance avec celles de la décontextualisation et de la recontextualisation dont parlent Tardif et Meirieu (1996). Il semble cependant préférable de ne retenir que la respécialisation comme sous-processus du transfert et de considérer l'induction comme une stratégie donnant lieu à un apprentissage favorisant ultérieurement le transfert.

Dans la documentation, tous les sous-processus n'ont pas reçu la même attention de la part des chercheurs. Ceux portant sur l'accessibilité et la mise en correspondance ont reçu la plus grande attention, et ont même été modélisés dans des systèmes formels complexes et performants. Cependant, ces systèmes n'expliquent pas comment les objets et les relations sont identifiés afin d'assurer l'appariement. De plus, l'adaptation, qui s'effectue en fin de processus, devra tenir compte des contraintes qui lui auront été imposées par les autres sous-processus. Pour remédier à la première de ces limitations, il sera nécessaire de disposer d'une explication relative à la façon dont un niveau de structuration est atteint et d'un système de classification souple, hiérarchisé et performant, capable de s'accorder au niveau de structuration. Les domaines de recherche portant sur la catégorisation et la construction des concepts (Rosch, 1978) offrent à cet égard des outils prometteurs pour mieux fonder les relations entre l'exploitation des similarités et la construction des catégories mentales qui constituent justement un matériau de base du raisonnement analogique et du transfert. Quant aux lacunes relatives au processus de l'adaptation, c'est du côté de la documentation sur le raisonnement par cas (Kolodner, 1993) qu'on trouvera vraisemblablement les éléments de solution les plus appréciables, notamment par son examen approfondi du processus et par les liens qui sont établis, là aussi, avec les différentes catégories de similarités.

NOTE

1. L'autrice remercie les professeurs Michel Aubé et Jacques Tardif de l'Université de Sherbrooke, le professeur Paul Thagard, de l'Université de Waterloo, ainsi que les évaluateurs anonymes pour leurs suggestions et leurs commentaires critiques qui ont contribué à l'élaboration et à la correction de ce texte.

Abstract – This article describes various constraints involved in the elaboration of a theoretical model of transfer; these constraints being the underpinnings of more efficient pedagogical intervention. Two principles are noted: a) transfer constitutes a process that is economical and adaptive which permits the cognitive system to take into account certain of its limitations; and b) transfer is part of a problem-solving procedure which is directed by objectives. The author then examines the current theoretical positions concerning transfer, among which are the concepts of similarity and articulation of various sub-processes (access to previous knowledge, correspondence between elements, evaluation, and adaptation). Finally, the author underlines the value of research on categorization and reasoning from case studies as a means to understand mechanisms which facilitate accessibility and adaptation.

Resumen – Este artículo hace resaltar las distintas restricciones requeridas en la elaboración de un modelo teórico de la transferencia, restricciones eventualmente subyacentes en intervenciones pedagógicas más eficaces. Se formulan de antemano dos principios: a) que la transferencia constituye un proceso económico y adaptativo que permite al sistema cognoscitivo de superar algunos de sus límites; b) que la transferencia se inscribe dentro de un proceso de solución de problemas dirigido por una estructura de metas. La autora examina las principales

corrientes teóricas sobre la transferencia, en particular el concepto de similitud y la articulación de los distintos subprocesos de transferencia (acceso a conocimientos anteriores, puesta en correspondencia, evaluación, adaptación). El artículo termina subrayando el interés que presentan los estudios sobre la clasificación y el razonamiento por casos, como medios para profundizar los mecanismos que facilitan el acceso y la adaptación.

Zusammenfassung – Dieser Artikel zählt verschiedene Bedingungen auf, die man bei dem Aufstellen eines theoretischen Transfermodells berücksichtigen muss. Diese Bedingungen sind möglicherweise Voraussetzungen für wirksamere pädagogische Arbeit. Zunächst werden zwei Grundsätze formuliert: a) Transfer ist ein ökonomischer und adaptiver Prozess, der es dem Kognitionssystem ermöglicht, bestimmte Grenzen zu überschreiten; b) der Transfer findet innerhalb des zweckstrukturgemäß eingesetzten Problemlösungsprozesses statt. Die Autorin untersucht anschließend die wichtigsten theoretischen Tendenzen hinsichtlich des Transfers, u. a. den Begriff der Ähnlichkeit und die Aufteilung des Transfers in verschiedene kleinere Prozesse (Zugang zu früherem Wissen, Suche nach Übereinstimmungen, Nachprüfung, Anpassung). Schließlich wird die Bedeutung der Forschungsarbeiten über die Kategorisierung und das fallbezogene Schlussfolgern hervorgehoben, insofern, als sie zu einem tieferen Verständnis der Mechanismen führen, die die Zugänglichkeit und die Anpassung erleichterten.

RÉFÉRENCES

- Adelson, B., Burstein, M., Gentner, D., Hammond, K., Holyoak, K. et Thagard, P. (1988). The role of analogy in a theory of problem-solving. *In Proceedings of the Tenth Annual Conference of the Cognitive Science Society* (p. 17-19). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Anderson, J. R. (1985). *Cognitive psychology and its implications*. New York, NY: W. H. Freeman.
- Anderson, J. R. (1990). *The adaptive character of thought*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Anderson, J. R., Reder, L. M. et Simon, H. (1996). Situated learning and education. *Educational Researcher*, 25(4), 5-11.
- Bassok, M. et Holyoak, K. J. (1989). Interdomain transfer between isomorphic topics in algebra and physics. *Journal of Experimental Psychology: Learning, memory, and cognition*, 15(1), 153-166.
- Bassok, M. et Holyoak, K. J. (1993). Pragmatic knowledge and conceptual structure: Determinants of transfer between quantitative domains. *In D. K. Detterman et R. J. Sternberg (dir.), Transfer on trial: Intelligence, cognition, and instruction* (p. 68-98). Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation.
- Brooks, L. W. et Dansereau, D. F. (1987). Transfer of information: An instructional perspective. *In S. M. Cormier et J. D. Hagman (dir.), Transfer of learning: Contemporary research and applications* (p. 121-150). New York, NY: Academic Press.
- Brown, A. L. (1989). Analogical learning and transfer: What develops? *In S. Vosniadou et A. Ortony (dir.), Similarity and analogical reasoning* (p. 369-412). Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Brown, A. L. (1990). Domain-specific principles affect learning and transfer in children. *Cognitive Science*, 14, 107-133.
- Brown, A. L. (1994). The advancement of learning. *Educational Researcher*, 23(8), 4-12.
- Brown, A. L. et Kane, M. J. (1988). Preschool children can learn to transfer: Learning to learn and learning from examples. *Cognitive Psychology*, 20, 493-523.
- Brown, J. S., Collins, A. et Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18(1), 32-42.

- Brown, A., Bransford, J., Ferrara, R. et Campione, J. (1983). Learning, remembering and understanding. In P. H. Mussen (dir.), *Handbook of child psychology* (Vol III – *Cognitive development*, 4^e éd., J. H. Flavell et E. M. Markman [dir.], p. 77-166). New York, NJ: John Wiley.
- Butterfield, E. C. et Nelson, G. D. (1989). Theory and practice of teaching for transfer. *Educational Technology Research and Development*, 37(3), 5-38.
- Butterfield, E. C. et Nelson, G. D. (1991). Promoting positive transfer of different types. *Cognition and Instruction*, 8(1), 69-102.
- Carbonell, J. G. (1986). Derivational analogy: A theory of reconstructive problem solving and expertise acquisition. In R. S. Michalski, J. G. Carbonell et T. M. Mitchell (dir.), *Machine learning: An artificial intelligence approach* (p. 371-392). Los Altos, CA: Morgan Kaufmann.
- Chi, M. T. H. et Bassok, M. (1989). Learning from examples via self-explanations. In L. B. Resnick (dir.), *Knowing, learning and instruction* (p. 251-282). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Chi, M. T. H., Feltovich, J. P. et Glaser, R. (1981). Categorization and representation of physics problems by experts and novices. *Cognitive Science*, 5, 121-152.
- Chi, M. T. H., Glaser, R. et Farr, M. (1988). *The nature of expertise*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Cormier, S. M. et Hagman, J. D. (1987). Introduction. In S. M. Cormier et J. D. Hagman (dir.), *Transfer of learning: Contemporary research and applications* (p. 1-8). New York, NY: Academic Press.
- de Groot, A. (1965). *Chance and choice in chess*. The Hague: Mouton.
- Detterman, D. K. (1993). The case for the prosecution: Transfer as an epiphenomenon. In D. K. Detterman et R. J. Sternberg (dir.), *Transfer on trial: Intelligence, cognition, and instruction* (p. 1-24). Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation.
- Dibble, E., Glaser, R., Gott, S. P., Hall, E. P. et Pokorny, R. A. (1993). A naturalistic study of transfer: Adaptive expertise in technical domains. In D. K. Detterman et R. J. Sternberg (dir.), *Transfer on trial: Intelligence, cognition, and instruction* (p. 258-288). Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation.
- Dörner, D. et Schölkopf, J. (1991). Controlling complex systems; or, expertise as «grandmother's know-how». In K. A. Ericsson et J. Smith (dir.), *Toward a general theory of expertise: Prospects and limits* (p. 218-239). Cambridge, Angleterre: Cambridge University Press.
- Dörner, D. et Wearing, A. J. (1995). Complex problem solving: Toward a computer-simulated theory. In P. A. Frensch et J. Funke (dir.), *Complex problem solving: The European perspective* (p. 65-99). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Ellis, H. (1965). *The transfer of learning*. New York, NY: Macmillan.
- Ericsson, K. A. et Smith, J. (1991). Prospects and limits of the empirical study of expertise: An introduction. In K. A. Ericsson et J. Smith (dir.), *Toward a general theory of expertise: Prospects and limits* (p. 1-38). Cambridge, Angleterre: Cambridge University Press.
- Gentner, D. (1980). *The structure of analogical models in science*. (BBN Report n° 4451). Cambridge, MA: Bolt Beranek and Newman.
- Gentner, D. (1983). Structure-mapping: A theoretical framework for analogy. *Cognitive Science*, 7, 155-170.
- Gentner, D. (1988). Metaphor as structure mapping: The relational shift. *Child Development*, 59, 47-59.
- Gentner, D. (1989). The mechanisms of analogical learning. In S. Vosniadou et A. Ortony (dir.), *Similarity and analogical reasoning* (p. 199-241). Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Gentner, D. et Ratterman, M. J. (1991). Language and the career of similarity. In S. A. Gelman et J. P. Byrnes (dir.), *Perspectives on thought and language: Interrelations in development* (p. 225-277). Cambridge, Angleterre: Cambridge University Press.
- Gentner, D. et Toupin, C. (1986). Systematicity and surface similarity in the development of analogy. *Cognitive Science*, 10, 277-300.
- Gentner, D., Ratterman, M. J. et Forbus, K. D. (1993). The role of similarity in transfer: Separating retrievability from inferential soundness. *Cognitive Psychology*, 25, 524-575.

- Gick, M. L. et Holyoak, K. J. (1980). Analogical problem solving. *Cognitive Psychology*, 12, 306-355.
- Gick, M. L. et Holyoak, K. J. (1983). Schema induction and analogical transfer. *Cognitive Psychology*, 15, 1-38.
- Gick, M. L. et Holyoak, K. J. (1987). The cognitive basis on knowledge transfer. In S. M. Cormier et J. D. Hagman (dir.), *Transfer of learning: Contemporary research and applications* (p. 9-46). New York, NY: Academic Press.
- Glaser, R. et Chi, M. T. H. (1988). Overview. In M. T. H. Chi, R. Glaser et M. J. Farr (dir.), *The nature of expertise* (p. xv-xxviii). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Goodman, N. (1972). Seven structures on similarity. In N. Goodman (dir.), *Problems and projects* (p. 437-447). New York, NY: Bobbs-Merrill.
- Gray, W. D. et Orasanu, J. M. (1987). Transfer of cognitive skills. In S. M. Cormier et J. D. Hagman (dir.), *Transfer of learning: Contemporary research and applications* (p. 183-215). New York, NY: Academic Press.
- Greeno, J. G., Moore, J. L. et Smith, D. R. (1993). Transfer of situated learning. In D. K. Detterman et R. J. Sternberg (dir.), *Transfer on trial: Intelligence, cognition, and instruction* (p. 99-167). Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation.
- Halford, G. S. (1992). Analogical reasoning and conceptual complexity in cognitive development. *Human Development*, 35, 193-217.
- Hall, R. P. (1989). Computational approaches to analogical reasoning: A comparative analysis. *Artificial Intelligence*, 39, 39-120.
- Hammond, K. J., Seifert, C. M. et Gray, K. C. (1991). Functionality in analogical transfer: A hard match is good to find. *The Journal of the Learning Sciences*, 1(2), 111-152.
- Hatano, G. et Inagaki, K. (1986). Two courses of expertise. In H. Stevenson, H. Azuma et K. Hakuta (dir.), *Child development and education in Japan* (p. 262-272). New York, NY: W. H. Freeman.
- Hayes, J. R. et Simon, H. A. (1977). Psychological differences among problem isomorphs. In J. Castellan, D. B. Pisoni et G. Potts (dir.), *Cognitive theory* (Vol. 2, p. 21-41). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Holyoak, K. J. (1985). The pragmatics of analogical transfer. In G. H. Bower (dir.), *The psychology of learning and motivation* (Vol. 19, p. 59-87). New York, NY: Academic Press.
- Holyoak, K. J. (1991). Symbolic connectionism: Toward third-generation theories of expertise. In K. A. Ericsson et J. Smith (dir.), *Toward a general theory of expertise: Prospects and limits* (p. 301-335). Cambridge, Angleterre: Cambridge University Press.
- Holyoak, K. J. et Koh, K. (1987). Surface and structural similarity in analogical transfer. *Memory and Cognition*, 15(4), 332-340.
- Holyoak, K. J. et Spellman, B. A. (1993). Thinking. *Annual Review of Psychology*, 44, 265-315.
- Holyoak, K. J. et Thagard, P. (1989a). Analogical mapping by constraint satisfaction. *Cognitive Science*, 13, 295-355.
- Holyoak, K. J. et Thagard, P. (1989b). A computational model of analogical problem solving. In S. Vosniadou et A. Ortony (dir.), *Similarity and analogical reasoning* (p. 242-266). Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Holyoak, K. J. et Thagard, P. (1995). *Mental leaps: Analogy in creative thought*. Cambridge, MA: MIT Press
- Johnson-Laird, P. N. (1988). *The computer and the mind: An introduction to cognitive science* (p. 129-142). Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Jones, S. S. et Smith, L. B. (1993). The place of perception in children's concepts. *Cognitive Development*, 8, 113-139.
- Keane, M. T. (1985). On drawing analogies when solving problems: A theory and test of solution generation in an analogical problem-solving task. *British Journal of Psychology*, 76, 449-458.
- Keane, M. T. (1988). *Analogical problem solving*. Chichester, Angleterre: Ellis Horwood.
- Kolodner, J. (1993). *Case-based reasoning*. San Mateo, CA: Morgan Kaufmann.

- Lave, J. (1988). *Cognition in practice: Mind, mathematics, and culture in everyday life*. Cambridge, Angleterre: Cambridge University Press.
- Lave, J. et Wenger, E. (1991). *Situated learning. Legitimate peripheral participation*. Cambridge, Angleterre: Cambridge University Press.
- Lehman, D. R., Lempert, R. O. et Nisbett, R. E. (1988). The effects of graduate training on reasoning: Formal discipline and thinking about everyday life problems. *American Psychologist*, 43, 431-442.
- Markman, A. B. et Gentner, D. (1993a). Structural alignment during similarity comparisons. *Cognitive Psychology*, 25, 431-467.
- Markman, A. B. et Gentner, D. (1993b). All differences are not created equal: A structural alignment view of similarity. In *Proceedings of the Fifteenth Annual Conference of the Cognitive Science Society* (p. 682-686). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Marr, D. (1982). *Vision*. San Francisco, CA: W. H. Freeman.
- Medin, D. et Ortony, A. (1989). Psychological essentialism. In S. Vosniadou et A. Ortony (dir.), *Similarity and analogical reasoning* (p. 179-195). Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Medin, D., Goldstone, R. L. et Gentner, D. (1990). Similarity involving attributes and relations: Judgments of similarity and difference are not inverses. *Psychological Science*, 1(1), 64-69.
- Medin, D., Goldstone, R. L. et Gentner, D. (1993). Respect for similarity. *Psychological Review*, 2, 254-278.
- Miller, G. A. (1956) The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 63(2), 81-97.
- Minsky, M. (1975). A framework for representing knowledge. In P. Winston (dir.), *The psychology of computer vision* (p. 211-281). New York, NY: McGraw-Hill.
- Murphy, G. L. et Medin, D. L. (1985). The role of theories in conceptual coherence. *Psychological Review*, 92, 289-316
- Newell, A. et Simon, H. A. (1972). *Human problem solving*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Novick, L. R. (1988). Analogical transfer, problem similarity, and expertise. *Journal of Experimental Psychology: Learning, memory, and cognition*, 3, 510-520.
- Palmer, S. E. (1977). Hierarchical structure in perceptual representation. *Cognitive Psychology*, 9, 441-474.
- Palmer, S. E. (1989). Levels of description in information-processing theories of analogy. In S. Vosniadou et A. Ortony (dir.), *Similarity and analogical reasoning* (p. 332-345). Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Pennington, N., Nicolich, R. et Rahm, J. (1995). Transfer of training between cognitive subskills: Is knowledge use specific? *Cognitive Psychology*, 28, 175-224.
- Perkins, D. N. et Salomon, G. (1988). Teaching for transfer. *Educational Leadership*, 46(1), 22-32.
- Perkins, D. N. et Salomon, G. (1989). Are cognitive skills context-bound? *Educational Researcher*, 18(1), 16-25.
- Prawat, R. S. (1989). Promoting access to knowledge, strategy and disposition in students: A research synthesis. *Review of Educational Research*, 59(1), 1-41.
- Premack, D. (1983). The code of man and beasts. *Behavioral and Brain Sciences*, 6, 125-167.
- Reed, S. K. (1987). A structure-mapping model for word problems. *Journal of Experimental Psychology: Learning, memory, and cognition*, 13, 124-139.
- Reed, S. K. (1993). A schema-based theory of transfer. In D. K. Detterman et R. J. Sternberg (dir.), *Transfer on trial: Intelligence, cognition, and instruction* (p. 39-67). Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation.
- Reed, S. K., Dempster, A. et Ettinger, M. (1985). Usefulness of analogical solutions for solving algebra word problems. *Journal of Experimental Psychology: Learning, memory, and cognition*, 11, 106-125

- Reed, S. K., Ernst, G. W. et Banerji, R. (1974). The role of analogy in transfer between similar problem states. *Cognitive Psychology*, 6, 436-450.
- Rips, L. J. (1989). Similarity, typicality, and categorization. In S. Vosniadou et A. Ortony (dir.), *Similarity and analogical reasoning* (p. 21-59). Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Rosch, E. (1978). Principles of categorization. In Rosch, E. et B. B. Lloyd (dir.), *Cognition and categorization* (p. 27-48). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Ross, B. H. (1987). This is like that: The use of earlier problems and the separation of similarity effects. *Journal of Experimental Psychology: Learning, memory, and cognition*, 13(4), 629-639.
- Ross, B. H. (1989). Distinguishing types of superficial similarity: Different effects on the access and use of earlier problems. *Journal of Experimental Psychology: Learning, memory, and cognition*, 15(3), 456-468.
- Royer, J. M. (1979). Theories of the transfer of learning. *Educational Psychologist*, 14, 53-69.
- Rumelhart, D. E. (1981). Schemata: The building blocks of cognition. In J. T. Guthrie (dir.), *Comprehension and teaching: Research reviews* (p. 3-26). Newark, DE: International Reading Association.
- Rumelhart, D. E. (1989). Toward a microstructural account of human reasoning. In S. Vosniadou et A. Ortony (dir.), *Similarity and analogical reasoning* (p. 298-312). Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Rumelhart, D. E. et Norman, D. A. (1981). Analogical processes in learning. In J. R. Anderson (dir.), *Cognition skills and their acquisition* (p. 335-359). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Schank, R. et Abelson, R. (1977). *Scripts, plans, goals and understanding: An inquiry into human knowledge structures*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Shinn, H. S. (1988). The role of mapping in analogical transfer. *The Tenth Annual Conference of the Cognitive Sciences Society* (p. 738-744). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Simon, H. A. (1990). Invariants of human behavior. *Annual Review of Psychology*, 41, 1-19.
- Singley, M. K. et Anderson, J. R. (1989). *Transfer of cognitive skill*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Sloboda, J. (1991). Musical expertise. In K. A. Ericsson et J. Smith (dir.), *Toward a general theory of expertise: Prospects and limits* (p. 153-171). Cambridge, Angleterre: Cambridge University Press.
- Smith, L. B. (1989). A model of perceptual classification in children and adults. *Psychological Review*, 96, 125-144.
- Tardif, J. (1992). *Pour un enseignement stratégique: l'apport de la psychologie cognitive*. Montréal: Les Éditions Logiques.
- Tardif, J. et Meirieu, P. (1996). Stratégies pour favoriser le transfert des connaissances. *Vie pédagogique*, 98, 4-7.
- Thorndike, E. L. (1913). *Educational psychology*. New York, NY: Lemcke and Buechner.
- Toupin, L. (1993). L'école a-t-elle un miroir? Le transfert de connaissance comme outil de réflexion sur le projet scolaire. *Vie pédagogique*, 81, 46-49.
- Tversky, A. (1977). Features of similarity. *Psychological Review*, 84(4), 327-352.
- Vosniadou, S. (1989). Analogical reasoning as a mechanism in knowledge acquisition: A developmental perspective. In S. Vosniadou et A. Ortony (dir.), *Similarity and analogical reasoning* (p. 413-438). Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Vosniadou, S. et Ortony, A. (1989). Similarity and analogical reasoning: A synthesis. In S. Vosniadou et A. Ortony (dir.), *Similarity and analogical reasoning* (p. 1-17). Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Weisberg, R., DiCamillo, M. et Phillips, D. (1978). Transferring old associations to new situations: A non-automatic process. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 17, 219-228.
- Wharton, C. M., Holyoak, K. J., Downing, P. E., Lange, T. E., Wickens, T. D. et Melz, E. R. (1994). Below the surface: Analogical similarity and retrieval competition in reminding. *Cognitive Psychology*, 26, 64-101.