

APPRENDRE ÉLÉMENTS POUR UNE APPROCHE COGNITIVE

Michel FAYOL*

Résumé

Cet article évoque trois caractéristiques et difficultés concernant l'apprentissage et la mise en œuvre de connaissances : savoirs encyclopédiques ou liés à l'expérience; savoir-faire scolaires ou non; problèmes de mobilisation et/ou de maintien en activité des savoirs ou savoir-faire dans des situations qui les sollicitent mais qui introduisent aussi des difficultés supplémentaires. Ces différents aspects de l'apprentissage sont illustrés d'exemples et discutés quant aux possibilités de médiation ou d'intervention préventrice.

Abstract

This paper evokes three characteristics and difficulties concerning the learning and implementation of knowledge: encyclopaedic knowledge or knowledge gained from experience; academic or non-academic know-how; problems with mobilizing and or keeping knowledge or know-how active in situations which call for them but which also introduce extra difficulties. These different aspects of learning are illustrated by concrete examples and discussed as regards the possibilities of preventive mediation or intervention.

41

* - Michel Fayol, LEAD-CNRS, Université de Bourgogne.

La gestion des apprentissages est au cœur de l'activité quotidienne des enseignants et, plus généralement, de tous ceux qui ont à assurer des tâches de formation. Cette gestion peut prendre plusieurs aspects : construire des cursus visant à instruire de manière directe ; intervenir sur l'environnement de manière à susciter des activités susceptibles d'induire des apprentissages ; intervenir sur les erreurs commises pour les corriger et anticiper sur les risques de leur ré-occurrence. Dans tous les cas, les formateurs régulent leurs interventions en faisant des hypothèses, explicites ou implicites, validées de façon souvent empirique, sur les mécanismes psychologiques susceptibles d'intervenir chez l'enfant ou l'adulte en situation d'apprentissage, concernant l'organisation et le fonctionnement des connaissances (au sens large). En effet, ces informations ne leur sont pas immédiatement accessibles, puisqu'elles relèvent d'un savoir spécialisé, celui de psychologues. La fonction classique des psychologues scolaires (dépistage et orientation vers des prises en charge diversifiées des enfants en difficulté) fait souvent oublier aux enseignants que les savoirs des psychologues ne concernent pas seulement les interventions curatives. Ils permettent d'éclairer les réussites (sur lesquelles les enseignants s'interrogent peu, puisqu'elles se suffisent à elles-mêmes) autant que les échecs. On peut attendre des psychologues qu'ils aient les compétences nécessaires à l'établissement de diagnostics et à la réalisation de programmes d'instruction/apprentissage qui conditionnent (au moins en partie) l'élaboration d'outils et de méthodes d'intervention préventives autant que curatives.

L'apprentissage des savoirs au quotidien

42

Les interactions qu'ils entretiennent quotidiennement avec leur environnement physique et social conduisent les êtres humains à élaborer des conceptions de cet environnement et des procédures pour y intervenir de manière à leurs yeux efficace. Même si nous ne comprenons pas encore très bien par quels mécanismes se construisent ces conceptions et ces procédures, les travaux des deux dernières décennies permettent de mieux saisir ce qui les caractérise. Assez curieusement, toutefois, l'essentiel des connaissances élaborées en ce domaine par les psychologues concerne ce qu'on appelle la « physique naïve », la « biologie naïve », ou « l'arithmétique naïve ». Il n'existe pas d'équivalent relativement à la littérature, à la linguistique, aux langues vivantes. Tout au plus trouve-t-on des éléments de réflexion relativement à l'acquisition de certaines catégories ou fonctions grammaticales.

On ne peut dissocier ces conceptions spontanées de l'environnement des procédures qui se sont construites au fil du temps et qui régissent la plupart de nos actions. Au cours de nos activités quotidiennes, nous déplaçons, nous soulevons, nous jetons et nous posons des objets. Chacune de ces actions ou séquences d'actions est effectuée en recherchant une efficacité immédiate. Pour parvenir à la réussite, notre système cognitif a développé et continue à développer tout au long de la vie des modèles mentaux locaux, c'est-à-dire correspondant à des situations limitées dans lesquelles telle ou telle organisation des connaissances est particulièrement bien adaptée.

Par exemple, nous produisons sans difficulté de 150 à 200 mots par minute (Levelt, 1989) et cela avec une très faible probabilité d'erreur. Tout au plus commettons-nous environ une erreur pour mille mots émis. Un tel rythme de production verbale nécessite une organisation en mémoire du lexique mental qui privilégie la fréquence aux dépens de la diversité. Nous devons accéder très rapidement à un ensemble restreint de mots. Il s'ensuit que, dans la vie courante, nous tendons habituellement à utiliser très fréquemment les mêmes mots, souvent relativement vagues car le contexte et la situation suffisent à prévenir ou corriger les ambiguïtés (Fayol, 1997).

Autre exemple, l'adaptation à l'environnement exige que nous reconnaissons très vite les objets, personnes, ou situations. Cela suppose que nous soyons en mesure de les catégoriser et de les discriminer pour ne pas les confondre. Notre système cognitif est effectivement très habile à organiser les connaissances à partir d'éléments caractérisant de manière spécifique telle ou telle catégorie. On peut ainsi parler de représentations cognitives privilégiées, ou prototypes (Cordier, 1993). Par exemple, le mot « oiseau » évoque quelque chose qui ressemble plus à un moineau qu'à une autruche. Le moineau est en effet un meilleur représentant des oiseaux que l'autruche car il est celui, parmi les oiseaux qui, à la fois, ressemble le plus aux autres et se distingue le mieux d'animaux perceptivement proches.

Ce qui vaut pour les animaux ou les objets de la vie courante vaut aussi pour les situations comportant de nombreux éléments organisés spatialement (les scènes) ou temporellement (les *scripts*) (Fayol, 1985 ; Fayol, Monteil, 1988). Dans une culture donnée, les individus développent des représentations prototypiques du mobilier que comportent une chambre ou une salle de séjour. Cette représentation est tellement prégnante qu'elle conduit parfois à des fausses reconnaissances : quelqu'un est persuadé d'avoir « vu » dans une pièce un élément de mobilier qui s'y trouve en principe, mais qui n'y était pas. Ce même phénomène se rencontre en ce qui concerne les événements ritualisés. Nous savons comment se déroule un voyage en automobile ou un dîner au restaurant. En conséquence, nous sommes en mesure de « combler les manques » : si quelqu'un oublie de mentionner un aspect de ce déroulement, nous le complétons « par défaut », ce qui peut évidemment conduire à des erreurs. La plupart du temps, cela permet au contraire d'établir des communications efficaces en allant d'emblée à l'essentiel sans lasser notre interlocuteur par des précisions qu'il possède déjà et que nous pouvons donc présupposer. Une autre conséquence, plus problématique, tient au fait que ces présuppositions ne valent que pour ceux qui partagent une culture commune. Leur utilisation requiert donc une bonne évaluation des connaissances des interlocuteurs, notamment dans les relations adultes-enfants, natifs-étrangers ou entre personnes appartenant à des milieux sociaux différents.

La très grande efficacité de notre système cognitif en ce qui concerne l'adaptation immédiate, la réussite quotidienne dans les environnements « naturels » a une contrepartie : les propriétés des objets, des personnes, des situations sont associées de manière probabiliste dans un environnement donné. Les objets gros sont généra-

lement lourds ; les objets que nous lâchons en marchant semblent tomber « tout droit » ; les récits écrits sont très souvent rédigés au passé simple et à l'imparfait ; les verbes décrivent plutôt des actions et les noms plutôt des entités. En conséquence, les acquisitions consécutives aux interactions environnement - système de traitement de l'information conduisent très souvent à des savoirs « spontanés » qui sont automatiquement activés. Or, ceux-ci peuvent se trouver inopérants dans de nombreuses situations, ils peuvent aussi être en décalage ou en contradiction avec les apprentissages disciplinaires recherchés par l'école, apprentissages qui ont pour objectif non plus l'adaptation immédiate mais la « compréhension/explication » du monde (cf. l'opposition réussir/comprendre chez Piaget).

Le caractère automatique de ces savoirs, qui peuvent rester inconscients, tient à la répétition dans un environnement donné de configurations qui se ressemblent sur de nombreux aspects. La modification des représentations correspondantes s'obtient facilement, soit en introduisant des ajouts ou substituts à certaines entités, soit en modulant les fréquences d'associations entre entités présentes. La représentation évolue d'elle-même, stockant les nouvelles configurations et adaptant les anciennes. Ce qui étoit nouveau et provoquait la surprise prend peu à peu un statut usuel. Il faut simplement du temps et une stabilité certaine des configurations ou événements.

Apprentissages des savoirs et situations scolaires

Toute la question est de savoir comment ces savoirs informels coexistent ou se combinent avec les apprentissages formalisés de l'école. Représentations spontanées et procédures d'action peuvent entrer en conflit avec celles que l'école considère comme devant être enseignées. Il en va fréquemment ainsi en ce qui concerne l'arithmétique, la physique mais aussi la biologie, voire la grammaire. Par exemple, les recherches conduites en arithmétique élémentaire ont montré que, pour la plupart des élèves, les opérations d'addition et de multiplication sont systématiquement associées à un accroissement alors que les soustractions et division évoquent régulièrement une diminution de quantité. Ces « représentations spontanées » correspondent aux situations les plus fréquentes de la vie courante mais elles entrent en contradiction avec les enseignements scolaires. En effet, dans un certain nombre de problèmes arithmétiques, la soustraction (par exemple) renvoie à une augmentation de quantité (cf. « Paul avait 20 F hier. Aujourd'hui, il a 30 F. Combien a-t-il gagné ? » ; Fayol, 1990 ; Fishbein, Deri, Nello, Marion, 1985). Quant aux multiplication et division, leur association respective avec les notions d'accroissement et de diminution soulève inévitablement d'importantes difficultés lors de l'introduction des nombres décimaux. Selon les cas, les rapports entre connaissances spontanées efficaces mais « locales » et connaissances scientifiques sont plus ou moins conflictuels. Parfois, le passage des premières aux secondes peut s'effectuer par assimilation progressive ou réorganisation faible. Cependant, pour d'autres concepts, ce passage exige une restructuration radicale, qui peut entraîner d'importantes et durables difficultés (Chinn, Brewer,

1993). Ces dernières se manifestent notamment par le fait que les apprenants ne peuvent construire une représentation intégratrice, qui concilierait les données expérimentelles perceptivo-motrices et les informations fournies par les adultes formateurs, enseignants, mais aussi parents (Vosniadou, Brewer, 1987).

En résumé, pour un nombre important de concepts disciplinaires abordés dans l'institution scolaire, les enfants et même les étudiants peuvent disposer de conceptions spontanées extrêmement résistantes et susceptibles de faire obstacle à l'apprentissage. Actuellement, ces obstacles ont surtout été étudiés dans les disciplines scientifiques (Weil-Barais, Vergnaud, 1990). On ne peut toutefois exclure *a priori* que des difficultés du même type existent dans d'autres champs disciplinaires. Ces conceptions erronées ou privilégiées gênent l'apprentissage des notions scientifiques (force, vitesse, accélération...) et, donc, constituent des connaissances déclaratives particulières, et de plus, elles induisent le recours à des procédures de traitement peu ou pas pertinentes.

Par exemple, on a trouvé que les problèmes arithmétiques dans lesquels les enfants de 6 à 8 ans avaient à traiter d'une transformation sans avoir préalablement été informés d'un état sur lequel cette transformation s'appliquait, entraînaient un échec quasi systématique (cf. « Paul a perdu 5 billes ce matin, il en a gagné 2 cet après-midi. Où en est-il en fin de journée ? »). Le problème était généralement assimilé à un autre type plus simple (par exemple, avoir 5 billes et perdre 3 billes) et les procédures adaptées à cette deuxième situation étaient seules activées. Des observations similaires ont été rapportés par Cordier, Cordier (1991). Ces auteurs ont montré que le théorème de Thalès était appliqué de manière privilégiée à certaines figures géométriques mais beaucoup plus difficilement à d'autres. Lorsque les figures n'étaient pas « prototypiques » (i.e. particulièrement illustratives du théorème), les taux d'échecs et les durées de résolution s'élevaient. Cordier (1993) a même observé que des enseignants de mathématiques montraient par certains comportements (notamment en donnant des délais de résolution plus ou moins longs) qu'ils restaient sensibles au caractère privilégié de certaines configurations.

En somme, l'organisation des connaissances rejait sur les types de procédures activées. Toutefois, les procédures elles-mêmes peuvent présenter des déroulements erronés. Nous n'envisagerons que le cas de procédures présentes en situation scolaire, c'est-à-dire acquises à la fois de façon formelle (situations et exercices d'apprentissage) et de façon informelle (usage de la procédure dans différentes situations).

L'apprentissage de procédures

Les procédures renvoient à des savoir-faire de niveaux et de contenus très divers, depuis les plus élémentaires (la résolution d'additions) jusqu'aux plus complexes (la réalisation d'une composition écrite) (Fayol, 1990, 1997). Leur acquisition et leur uti-

lisation soulèvent trois problèmes. Le premier concerne leur déclenchement à bon escient, c'est-à-dire lorsque toutes et rien que les conditions pertinentes sont réunies. Le deuxième a trait à leur automatisaion et à leur maintien en activité tant que de nouvelles conditions ne sont pas remplies, en particulier tant que l'objectif poursuivi n'est pas atteint. Le dernier est relatif au respect de l'ordre des actions impliquées dans les procédures, de sorte que les différents sous-buts soient satisfaits selon la succession qui convient.

L'accord du participe passé avant le verbe avoir constitue un bon exemple des problèmes soulevés par l'acquisition d'une procédure complexe. On sait que dans la langue orale, l'accord du participe est marqué seulement dans certains cas (« celle que j'ai faite », « celle que j'ai prise »). À l'écrit, la question se pose donc toutes les fois que la terminaison est non marquée à l'oral, par exemple dans le cas d'une terminaison en/é/, Celui qui écrit doit vérifier qu'il s'agit d'un participe passé et non d'un imparfait ou d'un infinitif, rechercher si ce participe est employé avec l'auxiliaire avoir, et si l'ensemble avoir + participe passé a un COD, repérer l'emplacement de ce COD (avant/après le verbe), etc. Chacun de ces sous-buts nécessite le déclenchement d'une action spécifique, l'ensemble requérant un contrôle des critères et de l'enchaînement des actions. Tant que cette séquence n'est pas automatisée, la conduite en est cognitivement coûteuse, les échecs sont fréquents et les risques d'erreurs élevés. On ne parvient pas à faire acquérir de telles procédures sans des exercices fréquents et étalés sur des périodes longues (Anderson, 1995).

De tels apprentissages complexes ont été surtout étudiés en ce qui concerne la résolution d'opérations, notamment la soustraction écrite (Brown, Burton, 1978 ; Young, O'Shea, 1981). Peu de travaux ont abordé l'acquisition de la langue écrite. Pourtant, à bien des égards, la lecture constitue un apprentissage procédural. Initialement, même lorsque la méthode d'instruction est de type mixte, il y a apprentissage du principe alphabétique. À chaque graphème est associé (au moins) un phonème, ce qui permet d'effectuer un déchiffrage, le plus souvent lent, difficile et rendant ardu l'accès au sens. En effet, la combinaison des suites de graphèmes exige de l'attention et nécessite un contrôle *a posteriori* du fait qu'en français la correspondance phonème-graphème ne garantit pas toujours le succès (*femme* peut être lu /fəm/). En fait, dans des langues alphabétiques partiellement irrégulières comme le français, les lecteurs habiles doivent nécessairement passer de l'utilisation d'une procédure de correspondance phonème-graphème, laquelle pourrait être automatisée et devenir très rapide et performante, à une récupération elle aussi automatique de mots stockés en mémoire dans un hypothétique lexique orthographique. Cette automatisaion se traduit par une très grande vitesse de reconnaissance qui dépend de la fréquence de rencontre des mots : plus un mot est familier, plus vite il est traité. Elle se manifeste aussi par l'irrépressibilité du traitement. Un adulte lettré ne peut pas plus s'empêcher de lire « chien » que de trouver 5 lorsqu'il voit écrit 3+2. Enfin, cette automatisaion diminue considérablement l'effort nécessaire au traitement. En conséquence, elle libère de l'attention, laquelle peut-être consacrée aux opérations de plus haut

« niveau », par exemple la compréhension de textes ou encore la résolution de problèmes.

L'acquisition de procédures et leur automatisme soulèvent des problèmes spécifiques. Cette acquisition peut s'effectuer à partir d'une instruction directe, comme dans la lecture ou la résolution de soustractions avec retenue(s). Elle peut aussi s'effectuer « sur le tas », c'est-à-dire consécutivement à une pratique sans information préalable, voire sans prise de conscience. Après tout, lorsque nous étions enfants, nous avons appris à marcher, à parler, à adopter des attitudes et à respecter des convenances sans savoir que nous le faisons et *a fortiori* sans en connaître les raisons. Ce que nous avons réussi dans notre jeunesse reste possible tout au long de la vie. Nous pouvons apprendre à conduire une automobile ou une machine à commande numérique, à nous orienter dans une ville ou à parler une langue étrangère par « apprentissage implicite », sans que nous prenions conscience de notre façon de faire. On sait d'ailleurs encore très mal à ce jour si, quand et comment intervient une éventuelle prise de conscience. Évidemment, les professionnels de l'école n'aiment guère qu'on leur rappelle que certains apprentissages informels peuvent être parfaitement efficaces et pour eux, l'expression « formation sur le tas » signifie « absence de formation ». Pour eux, les sujets qui doivent se débrouiller seuls sont sans doute quelques uns à réussir, mais ils sont peu nombreux et les procédures qu'ils se sont forgés ne sont pas sans risque.

En effet, un deuxième problème soulevé par les apprentissages procéduraux est qu'ils peuvent conduire, si l'acquisition n'est pas établie de manière très surveillée, à l'élaboration de procédures erronées. Par exemple, lors de l'apprentissage de la soustraction avec retenue, apparaissent parfois des erreurs de type *bugs*. Ces erreurs sont des adaptations plus ou moins créatives de règles que se donnent les sujets pour affronter des situations - problèmes qu'ils ne maîtrisent pas (ou pas encore). On pourrait les comparer aux sur-généralisations rencontrées lors de certaines phases de l'acquisition du langage et qui consistent à traiter comme réguliers des mots (noms : cheval ; verbe : faire) qui ne le sont pas dans la production adulte (d'où : des *chevals* : vous faisez...) (Jaffré, Fayol, 1997). On observe dans de tels cas soit une mauvaise application d'une bonne règle, soit la bonne utilisation d'une mauvaise règle (Reason, 1990). De telles performances traduisent la tendance « spontanée » (?) des êtres humains à faire appel à des « règles » de résolution (voire à les inventer) lorsqu'ils sont confrontés à un obstacle ne correspondant pas aux difficultés déjà connues. Cette tendance devient problématique dans la mesure où, si les formateurs n'y prennent pas garde, ils risquent de laisser s'installer des règles erronées qui seront d'autant plus difficiles à corriger qu'elles auront été longtemps utilisées.

De fait, la troisième difficulté soulevée par l'acquisition des procédures a trait à leur modification. Comme chacun d'entre nous l'a expérimenté, il arrive, si on emprunte chaque matin le même trajet, que nous le prenions encore le jour où, pourtant, nous aurions dû en suivre un autre. Cette erreur provient de ce qu'il faut beaucoup d'at-

tion pour ne pas exécuter une procédure automatisée. Il faut un véritable effort de vigilance pour en inhiber le déroulement et pour assurer la mise en place contrôlée de la procédure qui éventuellement s'y substitue. Nombreux sont ceux qui ont vécu cela à leurs dépens, par exemple lors d'un changement d'automobile. Évidemment, ce changement est d'autant plus difficile à mettre en place que les procédures se ressemblent et, donc, peuvent se confondre. Interviennent en effet des interférences qui rendent plus coûteuse la gestion de la nouvelle procédure, et qui font courir le risque de la réapparition de la précédente.

Pour conclure

Les études empiriques concernant les apprentissages font apparaître l'existence de trois catégories de difficultés susceptibles de faire l'objet de modalités d'intervention sensiblement différentes (Fayol, 1994).

Pour vaincre les difficultés ou lacunes relevant des savoirs, c'est-à-dire des connaissances déclaratives, il faut soit induire des modifications de la base de connaissance (ajouter, par associations, par analogies ou par catégorisations, de nouvelles informations à celles qui sont déjà stockées en mémoire), soit provoquer des restructurations radicales par le biais de conflits cognitifs, entre pairs ou par l'intermédiaire d'interventions d'adultes. Le coût des réorganisations est évidemment bien plus élevé que l'enrichissement par ajouts.

Les problèmes concernant les savoir-faire, c'est-à-dire les connaissances procédurales, suggèrent qu'on intervienne à deux niveaux : il faut proposer d'une part, des activités significatives permettant d'exercer un contrôle sur les différentes étapes impliquées dans la mise en œuvre des algorithmes et d'autre part, des exercices visant à automatiser les procédures apprises.

Enfin, certaines difficultés ne tiennent ni à des ignorances ni à des lacunes dans les savoir-faire. Elles sont liées à la gestion en temps réel des activités complexes. Elles surviennent même chez les « experts » et sont particulièrement fréquentes dans les situations qui requièrent de combiner plusieurs traitements, comme on peut le voir dans la lecture et l'écriture (production d'écrits ; compréhension de textes techniques, Fayol, 1992, 1997). Elles dépendent du degré d'automatisation des connaissances procédurales, de la difficulté relative des règles explicites de contrôle et de la demande attentionnelle des tâches. Toutes les fois qu'une situation déborde nos capacités de traitement, chacun d'entre nous est conduit à commettre, à un moment ou un autre, des erreurs. Il convient donc de rechercher des moyens susceptibles d'y faire face, notamment par l'application de stratégies visant à planifier, automatiser, contrôler les différentes composantes des activités complexes en vue de répartir les tâches et d'éviter le plus possible les risques de surcharge cognitive (Fayol, Monteil, 1994).

La question est donc celle du temps dont chacun dispose pour agir, dans les situations de l'existence, comme dans les situations d'apprentissage. Dans toutes les situations d'urgence, ce sont les procédures rodées qui risquent bien d'être les seules disponibles, avec les risques de limitation ou d'erreur que cela comporte. Normalement, l'école est un lieu où l'on peut prendre son temps pour construire de nouvelles procédures, hors des urgences de l'existence, dans des situations « artificielles », c'est-à-dire pédagogiquement simplifiées et progressives, en sachant que tout le monde ne marche pas au même pas. Cependant, le temps scolaire imparti à chaque apprentissage est lui aussi compté et il ne suffit manifestement pas à certains pour parvenir à maîtriser les apprentissages exigés. De ce fait, mis en demeure de réussir des exercices scolaires, bien des enfants cherchent à « se débrouiller » dans l'école comme on se débrouille dans la vie. Certains peuvent croire (et faire croire) longtemps, en particulier en primaire où les interactions orales avec les instituteurs sont fortes, qu'ils « se débrouillent » bien ou assez bien. Cependant, comme le constatent les professeurs, cela ne suffit pas à leur assurer la réussite dans la longue durée de l'école.

BIBLIOGRAPHIE

- ANDERSON J.-R. (1995). – *Learning and memory*, New York, Wiley.
- BROWN J.-S., BURTON R.R. (1978). – « Diagnostic models for procedural 'bugs' in basic mathematical skills », *Cognitive Science*, 2, pp. 155-192.
- CHINN, C.A., BREWER W.F. (1993). – « The role of anomalous data in knowledge acquisition », *Review of Educational Research*, 63, pp. 1-49.
- CORDIER F. (1993). – *Les représentations cognitives privilégiées*, Lille, PUL.
- CORDIER F., CORDIER J. (1991). – « L'application du théorème de Thalès », *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 11, pp. 45-64.
- FAYOL M. (1985). – *Le récit et sa construction*, Neuchâtel, Paris, Delachaux & Niestlé.
- FAYOL M. (1990). – *L'enfant et le nombre*, Neuchâtel, Paris, Delachaux & Niestlé.
- FAYOL M. (1992). – « Comprendre ce qu'on lit : De l'automatisme au contrôle », in M. Fayol, J.E. Gombert, P. Lecocq, L. Sprenger-Charolles, D. Zagar (Eds.), *Psychologie cognitive de la lecture*, Paris, PUF.
- FAYOL M. (1994). – « La notion d'erreur », *Sciences Humaines*.
- FAYOL M. (1997). – *Des idées au texte*, Paris, PUF.
- FAYOL M., MONTEIL J.-M. (1988). – « The notion of script : From general to developmental and social psychology », *C.P.C./European Bulletin of Cognitive Psychology*.
- FAYOL M., MONTEIL J.-M. (1994). – « Stratégies d'apprentissage/Apprentissage de stratégies », *Revue Française de Pédagogie*, 106, pp. 91-110.

- FISHBEIN E., DERI M., NELLO M.S., MARION M.S. (1985). – « The role of implicit models in solving verbal problems in multiplication and division », *Journal for Research in Mathematics Education*, 16, pp. 3-17.
- JAFFRÉ J.-P., FAYOL M. (1997). – *Orthographe : Des systèmes aux usages*, Paris, Flammarion.
- LEVELT W.J.M. (1989). – *Speaking : From intention to articulation*, Cambridge, MA, M.I.T. Press.
- REASON J. (1993). – *L'erreur humaine*, Paris, PUF (éd. anglaise 1990).
- VOSNIADOU S., BREWER W.F. (1987). – « Theories of knowledge restructuring in development », *Review of Educational Research*, 57, pp. 51-67.
- WEIL-BARAIS A., VERGNAUD G. (1990). – « Students' conceptions in physics and mathematics : Biases and beliefs », in J.-P. Caverni, J.-M. Fabre, M. Gonzalez (Eds.), *Cognitive biases*, The Netherlands, Elsevier.
- YOUNG R.M., O'SHEA T. (1981). – « Errors in children's subtraction », *Cognitive Science*, 5, pp. 153-177.