

In É. Gentaz & P. Dessus (Eds.). (sous presse). *Comprendre les apprentissages et enseigner*. Paris : Dunod.

## **Introduction**

**Édouard Gentaz <sup>(1)</sup> & Philippe Dessus <sup>(2)</sup>**

(1) Laboratoire « Cognition et Développement » (CNRS-UMR 8607), CNRS et Université René-Descartes, Paris

(2) Laboratoire des sciences de l'éducation (EA 602), Université Pierre-Mendès-France et IUFM, Grenoble

**TITRE COURANT** : Comprendre les apprentissages et enseigner

### **Introduction**

Quelles activités dois-je proposer aux enfants de l'école maternelle ou élémentaire pour qu'ils apprennent le mieux possible à lire, écrire ou compter ? Quels raisonnements et stratégies mentales les jeunes mettent-ils en œuvre lorsqu'ils effectuent des exercices de mathématique ou de physique ? Que font vraiment ces jeunes lorsque je leur demande de ne pas recopier le cours mais de prendre « intelligemment » des notes ? Comment puis-je définir mon travail, et notamment des activités aussi courantes qu'évaluer des élèves, les faire travailler en groupe, corriger des copies ? Telles sont souvent les questions que les futurs enseignants et les enseignants soucieux de leur formation continue peuvent se poser, et auxquelles essaient de répondre, depuis une quinzaine d'années, de nombreux ouvrages [1-4], dont celui-ci. Plus généralement, le but de ce livre est contenu dans son titre : faire comprendre comment les élèves apprennent et les enseignants enseignent, montrer quels sont les processus qu'ils mettent en œuvre, et en tirer quelques conclusions, bien entendu non définitives, sur la manière de conduire des enseignements. Nous espérons que cet ouvrage pourra être très utile aux étudiants en psychologie et sciences de l'éducation (2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> cycle) et à l'IUFM, ainsi qu'aux enseignants, qu'ils soient novices (professeurs stagiaires des IUFM), expérimentés, désireux de confronter leur pratique à certains résultats récents de la recherche en sciences cognitives appliquées à l'éducation. Enfin, les formateurs d'enseignants s'en serviront de support de cours.

### **Approches pédagogique et scientifique de l'éducation : deux visions opposées ?**

En schématisant quelque peu le vaste champ de la recherche en éducation, nous pouvons dégager deux manières différentes, et toutes deux valables, de répondre aux questions ci-dessus. La première est de faire appel à des *techniques* élaborées par la pédagogie,

majoritairement issues de la pratique ; la seconde est de faire appel à des résultats issus de *recherches scientifiques*, plus précisément d'expérimentations, observations, ou encore de simulations informatiques. Il est important d'affirmer que les techniques élaborées par la pédagogie ne sont pas de moindre importance : la meilleure preuve en est que de nombreuses recherches scientifiques reprennent des techniques issues de la pédagogie. Par exemple, Montessori [5] avait conçu une méthode multisensorielle (incluant le corps et le toucher) des apprentissages fondamentaux. Le premier chapitre de cet ouvrage, non seulement évalue expérimentalement les apports bénéfiques de l'exploration tactile sur l'apprentissage de la lecture, mais tente aussi de comprendre le comment et le pourquoi des effets positifs de cet entraînement multisensoriel.

Il vaut mieux donc penser que les buts des techniques pédagogiques et ceux des recherches scientifiques en éducation diffèrent : le but de la pédagogie est d'élaborer des techniques *qui fonctionnent*, alors le but des recherches scientifiques est non seulement d'évaluer scientifiquement les effets de ces techniques mais aussi de *comprendre, expliquer*, éventuellement *prédire* ou *simuler* comment ces techniques peuvent fonctionner. Dans cet ouvrage, nous nous centrerons sur une manière scientifique plutôt que technique d'appréhender l'apprentissage et l'enseignement ; mais, pour reprendre le titre de cette section, ce n'est pas parce que nous pensons que ce sont des approches opposées : au contraire, elles s'alimentent l'une l'autre.

### **Sciences cognitives et éducation : définition et historique**

Pour l'un des premiers historiens de cette discipline, les sciences cognitives sont « [...] une tentative contemporaine, faisant appel à des méthodes empiriques pour répondre à des questions épistémologiques fort anciennes, et plus particulièrement à celles concernant la nature du savoir, ses composantes, ses sources, son développement et son essor. » [6, p. 18] Il est donc légitime que les sciences cognitives s'intéressent à l'école, milieu dans lequel le savoir et sa construction ont une place centrale. Les sciences cognitives sont un ensemble de disciplines : la psychologie (générale, sociale et du développement), la philosophie, la linguistique, l'anthropologie, l'informatique (et plus particulièrement l'intelligence artificielle), et enfin les neurosciences. Ces disciplines ne nous intéressent pas ici en tant que telles, mais en ce qu'elles produisent des explications, prédictions, simulations d'objets et d'événements inscrits dans un milieu particulier, l'école. L'école doit être prise ici au sens large, car le propos de cet ouvrage concerne non seulement les processus mis en œuvre par les enfants ou les jeunes lors des apprentissages fondamentaux généraux et transversaux (lire,

écrire, compter, et prendre des notes) et spécifiques (mathématique et sciences physiques) mais aussi ceux mis en œuvre par les enseignants au cours de leur travail (corriger des copies) et leurs interactions avec leurs élèves (organiser des travaux de groupe, juger ou évaluer des élèves).

Les sciences cognitives en tant que discipline vont naître et se développer à partir des années 1950, concurremment en trois lieux. Aux États-Unis [7], au *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) où est organisé, en 1956, le célèbre *Symposium on Information Theory* (Symposium sur la théorie de l'information) ; et à l'université Harvard, avec la création par Jerome Bruner et George Miller du Centre d'études cognitives. Enfin, en Europe [8], à l'université de Genève, avec la création par Jean Piaget en 1955 du Centre international d'épistémologie génétique. En France, cette discipline nouvelle est reconnue au niveau institutionnel plus tardivement avec le colloque *Approches de la Cognition*, organisé en 1987 par Daniel Andler [9] ; et avec l'ouverture à Lyon, dans les années 1990, de l'Institut des sciences cognitives [10]. C'est encore plus récemment, en 2000, que le Ministère de la Recherche a lancé le programme de recherches « École et sciences cognitives » [4].

Toutefois, la psychologie scientifique s'est depuis longtemps intéressée à l'éducation avec, par exemple, les travaux pionniers de Binet (1905) sur les tests d'intelligence [11], ou ceux de Piaget [12] sur le développement intellectuel et ses conséquences pédagogiques. On peut même remonter à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle pour remarquer que l'éducation, et plus particulièrement l'administration scolaire, a été l'un des premiers terrains d'application des recherches en psychologie, non d'ailleurs grâce à une curiosité particulière, mais plutôt parce que l'étude psychologique de situations éducatives rendait *utile* la psychologie [13].

Cet intérêt pour une application de la psychologie à l'éducation s'est traduit par des recherches plus ou moins liées au contexte scolaire. Ainsi, on a pu proposer aux enfants participant aux expérimentations des tâches assez éloignées de tâches scolaires : la mémorisation par cœur de listes de mots ou phrases non liés à un enseignement, la résolution de problèmes avec les « Tours de Hanoï ». On a pu aussi leur proposer des tâches plus scolaires, comme résoudre des problèmes mathématiques ; ou encore des tâches plus authentiques, comme rédiger un journal en groupe. On retrouvera, dans les différents chapitres de cet ouvrage, ces différents niveaux de réalisme des tâches proposées aux élèves.

## **Interdisciplinarité et cloisonnement**

Une caractéristique importante des sciences cognitives est leur interdisciplinarité. Il est très courant que les chercheurs, avant même de parler de leurs recherches, les définissent à partir du champ dans lequel ils sont inscrits, souvent institutionnellement : tel ou tel laboratoire de recherches en éducation, psychologie, didactique du français, pour reprendre les différents laboratoires des collaborateurs de cet ouvrage. Ce premier niveau de discipline est en général suivi d'un deuxième, souvent mais pas nécessairement le même : celui de la discipline d'origine du chercheur (*i.e.*, celle dans laquelle il a réalisé une thèse). On conviendra aisément que ces deux niveaux disciplinaires sont certes importants, mais pas autant que les questions elles-mêmes qui sont posées dans ces recherches. Et si nous retrouvons bien ces appartenances institutionnelles concernant les collaborateurs de l'ouvrage dans la liste des auteurs, cette appartenance est-elle vraiment importante lorsqu'on s'intéresse à un domaine particulier, comme l'éducation ? Par exemple, les recherches sur la lecture présentées ici (*voir les chapitres 1, 2 et 3*) ne pourraient-elles pas également concerner la didactique ? Celles sur le travail en groupe (*voir le chapitre 10*) concerner aussi les sciences de l'éducation ? Nous en sommes persuadés.

L'interdisciplinarité des sciences cognitives est donc bien illustrée dans cet ouvrage. Ses auteurs travaillent en neurosciences, psychologie cognitive – générale, sociale et du développement –, et informatique, mais aussi en didactique et sciences de l'éducation. Cette interdisciplinarité est même présente à l'intérieur de certains chapitres, leurs co-auteurs étant de disciplines différentes : neurosciences et des sciences de l'éducation pour le chapitre 4, sciences du langage et psychologie cognitive pour le chapitre 8, sciences de l'éducation et psychologie cognitive sociale pour le chapitre 11, sciences de l'éducation et informatique pour le chapitre 12.

## **Questions théoriques et contenu de l'ouvrage**

Il nous faut maintenant préciser et classer les questions pratiques de l'introduction, mais aussi montrer de quel questionnement théorique elles font l'objet. Rappelons que le but des sciences cognitives appliquées à l'éducation est de tenter de décrire et de comprendre les processus cognitifs – des élèves, des enseignants – mis en jeu aux cours des nombreuses activités qu'ils mettent en œuvre. Trois approches peuvent être distinguées (*voir tableau 0.1*) : la première propose une description des processus généraux, la seconde une description des processus développementaux et la troisième évalue les effets de ces processus.

- Décrire des *processus généraux*, c'est répondre à la question : connaissant un comportement d'élève (ou d'enseignant) dans une activité d'apprentissage (ou d'enseignement), quels processus cognitifs sont-ils susceptibles de les faire se déclencher, et pourquoi ? Comment les faire expliciter, les observer ?
- Décrire des *processus développementaux*, c'est répondre à la question : les processus cognitifs engagés dans une activité d'apprentissage (ou d'enseignement) sont-ils les mêmes quel que soit l'âge (ou l'expertise) de l'élève (ou de l'enseignant) ? Si non, quels sont-ils et pourquoi ?
- Décrire les *effets de ces processus*, c'est répondre à la question : connaissant les processus cognitifs engagés dans une activité d'apprentissage (ou d'enseignement), quelle méthode d'enseignement (ou de conception de l'enseignement) permet-elle les meilleurs résultats ? Pourquoi ?

Le tableau 0.I indique, pour chaque chapitre, la question de recherche principalement abordée. Pour répondre à ces différentes questions, les sciences cognitives se sont dotées de méthodes, sortes d'outils intellectuels permettant d'appréhender une certaine partie de la réalité concernée par chaque question.

### **Quelques méthodes des sciences cognitives**

Il est difficile – et incomplet – de définir une discipline par ses méthodes. Il n'y a donc pas de méthode privilégiée dans les recherches qui vont être exposées ici : observation *in vivo*, expérimentation plus ou moins contrôlée, simulation. Toutes ces méthodes sont en réalité au service d'un même but, qui est de mieux comprendre les processus de l'apprentissage et de l'enseignement. Popper [14], par exemple, a pu dire que la seule véritable méthode scientifique était faite d'une boucle comprenant l'énoncé d'une *conjecture* (théorie expliquant les phénomènes problématiques d'un domaine d'étude) et, ensuite, une tentative de *réfutation* de cette dernière (son test et, éventuellement, son abandon au profit d'une nouvelle conjecture, etc.). Ainsi, étudier des phénomènes d'apprentissage et d'enseignement, c'est moins utiliser une méthode privilégiée qu'utiliser la méthode la plus adéquate pour les fins que l'on s'est donné, présenter les résultats de la manière la plus précise afin qu'ils puissent être approfondis, discutés, amendés, ce qui amène la confirmation ou la réfutation de la théorie qui a permis de les organiser.

In É. Gentaz & P. Dessus (Eds.). (sous presse). *Comprendre les apprentissages et enseigner*. Paris : Dunod.

**Tableau 0.I – Présentation générale de l’ouvrage, par activité étudiée, question de recherche, et méthode utilisée.**

Partie	Chap.	Auteurs	Activité étudiée	Question de recherche			Méthode
				Processus généraux	Proc développementaux	Effets des processus	
<b>1<sup>re</sup> partie : Apprentissages fondamentaux</b>	1	Bara, Gentaz, & Colé	Lecture				Expérimentale
	2	Chardon & Baillé	Lecture				Expérimentale
	3	Bianco, Lima, & Sylvestre	Lecture (compréhension)				Expérimentale
	4	Velay, Longcamp, & Zerbato-Poudou	Écriture				Expérimentale + Imagerie
	5	Lépine & Camos	Comptage				Expérimentale
<b>2<sup>e</sup> partie : Apprentissages approfondis</b>	6	Pichat, Merri, & Numa-Bocage	Résoudre des problèmes de mathématique				Observation
	7	Bécu-Robinault	Résoudre des problèmes de physique				Observation
	8	Piolat & Boch	Prendre des notes				Observation + Expérimentale
<b>3<sup>e</sup> partie : Travail de l’enseignant</b>	9	Amigues, Faïta, & Saujat	Organiser l’apprentissage				Observation
	10	Buchs, Filisetti, Butera, & Quiamzade	Organiser le travail en groupe				Expérimentale
	11	Bressoux & Pansu	Juger les performances des élèves				Expérimentale
	12	Dessus & Lemaire	Corriger des copies				Expérimentale + Simulation

In É. Gentaz & P. Dessus (Eds.). (sous presse). *Comprendre les apprentissages et enseigner*. Paris : Dunod.

Ces conjectures et réfutations ne peuvent être réalisés par des chercheurs qu'en toute connaissance des questions et problèmes posés, ce qui les oblige à détailler le plus précisément possible chaque étape de leur travail [15, 16]. Or, dans un ouvrage de synthèse comme celui-ci, il est difficile de présenter en détail les méthodes utilisées dans chaque cas sans allonger très significativement le texte. Nous avons pallié ce problème par des encadrés qui détaillent certaines expérimentations ou certains concepts pouvant être lus indépendamment du reste du texte. Pour les lecteurs désireux de connaître les conditions exactes de production d'un résultat relaté, il restera la consultation de la publication originale indiquée à la fin de chaque chapitre. Détaillons maintenant rapidement les méthodes utilisées dans les différents chapitres et, plus largement, dans certaines des sciences cognitives.

### ***Méthode expérimentale***

Certains des résultats présentés par la suite (*voir le tableau 0.1*) sont issus de recherches mettant en œuvre la méthode expérimentale (*voir les chapitres 1 à 5, 8, 10 à 12*). Cette méthode nous permet de choisir, face à une question de recherche et à partir de faits observés et mesurés, la réponse la plus valable. Elle permet en particulier d'apporter des réponses qui sont parfois contraires au sens commun, aux intuitions ou expériences du praticien. La méthode expérimentale a comme souci principal « d'administrer la preuve », c'est-à-dire de montrer qu'un facteur (*e.g.*, une méthode d'enseignement, une technique d'apprentissage) est bien la principale cause de l'apparition d'un comportement observé (*e.g.*, un meilleur taux de reconnaissance de mots, de meilleures performances d'apprentissage). Pour être certain que cette relation causale est univoque, il faut souvent planifier et organiser des « expériences » sur le terrain ou en « laboratoire », afin de contrôler au maximum tous les autres facteurs qui sont susceptibles d'influencer les performances observées. Cela implique de procéder à des comparaisons avec un « groupe-contrôle ». Par exemple, pour conclure à l'effet positif d'une nouvelle méthode d'apprentissage de la lecture, il n'est pas suffisant de montrer que l'utilisation seule de cette méthode dans une classe (groupe expérimental) produit de meilleures performances. Il est nécessaire de montrer aussi que, dans une classe où cette méthode n'est pas utilisée (groupe-contrôle), *toutes choses étant égales par ailleurs* (niveau scolaire, CSP, etc.), les performances des élèves sont plus faibles. Il est à remarquer que la réalisation de la condition indispensable « toutes choses étant égales par ailleurs » reste difficile, en particulier en milieu scolaire.

### ***Imagerie cérébrale fonctionnelle***

Les récents progrès des méthodes d'imagerie cérébrale fonctionnelle (*voir le chapitre 4*), en particulier celle par résonance magnétique, IRMf, permettent d'examiner « *in vivo* » l'activité cérébrale d'adultes volontaires en train d'effectuer certaine tâche [17, 18]. Nous savons que les mécanismes neuronaux qui sous-tendent les activités cognitives suscitent de manière continue des besoins métaboliques importants. Cette demande énergétique est comblée principalement par l'utilisation de glucose. Comme le cerveau possède peu de réserves, il est donc dépendant de l'apport continu d'oxygène et de glucose. Dès lors, les variations régionales correspondent assez précisément aux besoins métaboliques requis. Ainsi, les mesures du débit sanguin régional ou de la consommation cérébrale d'oxygène et de glucose permettent d'obtenir une estimation de l'activité métabolique liée à l'activité synaptique sous-tendant des tâches cognitives.

### ***Observation***

Une autre manière de mieux comprendre une activité d'apprentissage ou d'enseignement est de l'observer, à l'aide de grilles (*i.e.*, moyens de catégoriser et décompter différents indices comportementaux, choisis au préalable, et observés) élaborées à cette intention [19]. Comme il n'existe pas de grille universelle permettant d'observer toute la réalité (qu'elle soit d'ailleurs dans ou en dehors de l'école), chaque grille remplit une fonction particulière : elle peut être centrée sur les verbalisations d'élèves argumentant en résolvant des problèmes (*voir les chapitres 6 et 7*), centrée sur le type de notes écrites par les étudiants (*voir le chapitre 8*), ou encore centrée sur les verbalisations d'enseignants avant et après leur enseignement (*voir le chapitre 9*). Ensuite, après l'observation, une analyse permet de mettre au jour des régularités, des liens ou des particularités entre les différents objets ou événements observés. De récents développements des grilles d'observation (*voir les Repères pour l'action du chapitre 9*), utilisant intensivement la vidéo, permettent d'accéder à des verbalisations croisées des protagonistes d'un même événement, et enrichir les données récupérées.

### ***Simulation***

Simuler, c'est constituer un modèle d'objets ou d'événements réels, et le faire fonctionner pour voir s'il se comporte de la même manière que ces objets ou événements. Dans les sciences physiques (*voir aussi le chapitre 7*), ce modèle est une *réduction* de la réalité ; en informatique – et vraisemblablement aussi dans les autres sciences cognitives – ce modèle est

une *reproduction* [20] : il est testé sur ses capacités à reproduire le mieux possible les performances cognitives, voire, dans certains cas, les processus étudiés. Cette reproduction permet, d'une part, de mieux comprendre la manière dont ces performances sont produites, puisqu'il est possible de faire varier à l'infini et systématiquement les données traitées ainsi que certaines variables du processus cognitif étudié. De plus, cette reproduction permet, comme nous le verrons plus bas, des tests d'hypothèses difficilement réalisables avec des participants humains. Toutefois, si l'on comprend rapidement l'intérêt pratique de la simulation informatique lorsqu'on utilise, entre autres, un correcteur orthographique ou un jeu d'échecs électronique, l'idée que les simulations permettent également de mieux comprendre les processus cognitifs humains est moins évidente. Donnons un exemple illustrant cette idée.

Une reformulation moderne du célèbre problème que Platon évoque dans le *Ménon* [21] pourrait être « Comment parvenons-nous à savoir tant de choses alors que nous sommes exposés, par nos sens, à si peu ? ». Une hypothèse, qu'il est difficile, voire impossible, de tester avec des humains, serait qu'on apprend des concepts et des mots indirectement, qu'un mécanisme cognitif complexe permet d'associer les informations limitées provenant de nos sens et nos connaissances antérieures, encyclopédiques au sens propre. En d'autres termes, qu'on apprend de nouvelles choses sans y avoir été directement exposé. Pour tester cette hypothèse, des chercheurs (*voir le chapitre 12 et plus particulièrement l'encadré 12.2*) ont réalisé un programme, l'analyse de la sémantique latente, censé simuler une partie des performances humaines d'acquisition de connaissances [22]. En faisant traiter à ce programme un volume d'informations similaire à celui auquel on pourrait être exposé, par la lecture, dans toute une scolarité, ces chercheurs ont montré que ses performances en acquisition de vocabulaire étaient très proches de celles des humains. De plus, ils ont observé que, au fur et à mesure qu'il était exposé à ces informations, le programme améliorait même sa connaissance de mots auxquels il n'avait pas été exposé. Plus concrètement, nous augmenterions notre connaissance de la signification d'un mot donné en lisant aussi des textes qui ne le contiennent pas.

Comme annoncé en introduction, nous nous intéressons ici aux sciences cognitives *appliquées* à l'éducation. Cela induit un rapport délicat entre deux entités, la première étant en quelque sorte au service de la seconde. Essayons maintenant d'expliquer la nature de ce rapport.

## Comment utiliser les résultats de recherches ? Décrire et prescrire

Tout d'abord, comme l'a reconnu le célèbre psychologue William James il y a plus d'un siècle, les descriptions psychologiques ne peuvent se transposer directement en prescriptions éducatives spécifiques [23] : la raison principale en est qu'on ne peut déduire de résultats de recherches, spécifiques à une situation, des procédures détaillées, applicables à toutes situations, pour tous publics. Pourtant il existe, nous l'avons montré plus haut, une perméabilité entre pédagogie et science, souvent plus importante qu'on l'imagine. Les chercheurs et les formateurs pourraient schématiquement tenir deux positions à propos des résultats de recherches en éducation. Les *décrire* – qu'on les ait soi-même mis au jour ou non –, en montrant leurs tenants et leurs aboutissants, mais sans en tirer des règles de conduite pour une pratique d'enseignement ou d'apprentissage. Ou alors *prescrire* de telles règles de conduite à partir de ces mêmes résultats. Les chercheurs étudiant des phénomènes de la nature se placent clairement dans la première position : ils les décrivent. Mais éduquer ou enseigner, ce n'est pas seulement s'intéresser à une matière, c'est aussi avoir une idée de ce que devra être, ou comment devrait se comporter, l'élève ou l'enfant. On peut donc difficilement se passer d'étudier et/ou de concevoir des prescriptions : tout enseignant connaît et diffuse à ses collègues de nombreuses « recettes » (*e.g.*, la célèbre « Tu ne souriras pas en classe avant Noël. »). Curieusement, celles-ci sont souvent dépréciées et, par conséquent, leur l'étude systématique par les chercheurs en éducation est assez rare [24].

Sans nier l'intérêt et l'utilité de telles prescriptions pour l'action de l'enseignant [25], notre propos dans cet ouvrage n'est pas de prescrire aux enseignants de nouvelles recettes, spécialement concoctées dans des laboratoires et qui auraient, on ne sait trop pourquoi, une valeur et une efficacité plus grandes que celles forgées par les enseignants eux-mêmes. Les différents collaborateurs de cet ouvrage se sont prioritairement donné pour tâche de faire comprendre aux enseignants, de façon *descriptive*, la manière dont, d'après eux, les élèves apprennent (*e.g.*, comment ils lisent, écrivent, comptent, comprennent des histoires, prennent des notes, résolvent des problèmes de mathématique et sciences physiques) et les enseignants enseignent (*e.g.*, comment ils évaluent, forment des groupes d'élèves, corrigent des copies). Dans un deuxième temps, et seulement dans un deuxième temps, il devient possible de prescrire prudemment, à partir de ces données descriptives, quelques lignes de conduite pour enseigner (*voir les encadrés Repères pour l'action en fin de la plupart des chapitres*). Nous insistons sur le fait que ces prescriptions sont prudentes, car il n'est pas possible d'énoncer des règles systématiques de décision ou de résolution pour tous les types de problèmes que les

enseignants rencontrent. À la charge du lecteur, non pas d'appliquer des règles qui n'en sont pas, mais d'utiliser ces différents repères pour se fixer lui-même les lignes de conduite qu'il jugera les plus adaptées à son public et à son contexte d'enseignement.

Maintenant que le lecteur est familiarisé avec cet ensemble de disciplines que sont les sciences cognitives, et qu'il comprend mieux dans quel esprit les recherches de ce champ ont pu être conduites, détaillons les différents chapitres de l'ouvrage.

### **Organisation de l'ouvrage**

Cet ouvrage comprend douze chapitres organisés en trois parties. La première partie concerne *les apprentissages fondamentaux* réalisés principalement en école maternelle et élémentaire : lire, écrire et compter. La deuxième partie traite *des apprentissages approfondis*, réalisés principalement dans l'enseignement secondaire et universitaire. La troisième partie s'intéresse enfin aux *activités mises en œuvre par l'enseignant* pour faciliter ces apprentissages.

### ***Première partie***

Dans *le chapitre 1*, Florence Bara, Édouard Gentaz et Pascale Colé montrent que les entraînements de préparation à la lecture proposés aux jeunes enfants améliorent significativement leurs performances en lecture lorsqu'ils combinent des exercices développant la conscience des phonèmes et des exercices sur la connaissance des lettres et des associations lettres-sons, et que ces effets sont amplifiés lorsque l'enfant prend connaissance des lettres par le toucher. Dans *le chapitre 2*, Saint-Cyr Chardon et Jacques Baillé observent que, si la plupart des méthodes d'apprentissage de la lecture au cours des cycles deux et trois de l'école primaire s'attachent au développement et à la coordination de différentes habiletés cognitives liées à la compréhension, il reste bon nombre d'élèves qui ne sont pas en mesure de les mettre en œuvre et, *a fortiori*, de les coordonner après plusieurs années d'école. Pour ces élèves en difficulté, la prise en compte, dans le soutien, de la méthode utilisée par le maître a une incidence favorable. Dans *le chapitre 3*, Maryse Bianco, Laurent Lima et Emmanuel Sylvestre montrent qu'il est possible de mettre en œuvre un enseignement spécifique de la compréhension (activité non spécifique à l'activité de lecture) et que cet enseignement améliore les performances des élèves qui en bénéficient. Dans *le chapitre 4*, Jean-Luc Velay, Marieke Longcamp et Marie-Thérèse Zerbato-Poudou nous rappellent que, même si l'ordinateur occupe une place croissante dans l'enseignement, il est encore bien utile d'enseigner l'écriture manuscrite, puisque les jeunes enfants reconnaissent

mieux des lettres apprises avec un crayon que celles apprises avec un clavier. Enfin, dans *le chapitre 5*, Raphaëlle Lépine et Valérie Camos montrent qu'il existe chez les bébés, avant tout apprentissage numérique, des compétences d'appréhension du nombre qui permettent probablement l'apprentissage du comptage et le développement de la quantification. Chez l'adulte et chez l'enfant à partir de 5 ans, deux processus principaux (le *subitizing* et le dénombrement) sont utilisés pour déterminer la taille d'une collection d'objets.

### ***Deuxième partie***

La deuxième partie est consacrée à quelques apprentissages « approfondis », qu'on réalise dans le secondaire et à l'université. Vu le nombre des disciplines concourant à ces apprentissages, il n'a pas été possible de les présenter toutes ici : nous nous sommes arbitrairement intéressés aux mathématiques, aux sciences physiques et à une activité « transversale » moins étudiée, la prise de notes. Dans *le chapitre 6*, Michaël Pichat, Maryvonne Merri, et Line Numa-Bocage étudient le raisonnement mathématique de l'élève dans des situations de résolution de problèmes. Ils montrent qu'il n'est pas suffisant d'envisager l'activité cognitive d'un élève engagé dans de telles situations comme tournée vers le seul monde mathématique. En effet, l'élève s'inscrit aussi dans une sphère sociale qu'il convient de prendre en compte : quelles sont les attentes de l'enseignant et surtout comment l'élève les comprend-il, les anticipe-t-il, s'y conforme-t-il ? Dans *le chapitre 7*, Karine Bécu-Robinault s'intéresse au raisonnement des élèves dans l'apprentissage des sciences physiques. Elle constate qu'il est particulièrement difficile, pour l'enseignant et les élèves, de faire établir ou d'établir soi-même les relations structurelles entre les modèles, les théories, et la manifestation matérielle d'objets et d'événements du monde physique. Elle montre comment de telles relations peuvent être mises en place à partir de la réalisation d'activités expérimentales en classe, et comment il est possible d'en rendre compte à l'aide d'une grille d'analyse des verbalisations. Dans *le chapitre 8*, Annie Piolat et Françoise Boch s'intéressent à une activité importante dont on a souvent négligé l'étude, la prise de notes. Elles montrent ce qui en fait la spécificité, être à la fois une activité de compréhension et de production. Elles détaillent les principales fonctions de cette activité, dans l'enseignement secondaire et universitaire, puis les processus cognitifs engagés dans une telle activité, et suggèrent enfin quelles situations didactiques pourraient être mises en place pour favoriser une prise de notes efficace.

### ***Troisième partie***

La troisième partie s'intéresse plus particulièrement à l'enseignant, dont l'étude dans le champ des sciences cognitives est encore plus récente [26]. Dans *le chapitre 9*, René Amigues, Daniel Faïta et Frédéric Saujat abordent l'activité enseignante par une approche ergonomique. Ils révèlent ainsi les dimensions organisatrices du travail de l'enseignant, pour lui-même et pour ses élèves, à partir de l'analyse détaillée d'une situation d'apprentissage de la natation. Dans *le chapitre 10*, Céline Buchs, Laurence Filisetti, Fabrizio Butera et Alain Quiamzade présentent les bénéfices de l'apprentissage coopératif et proposent quelques pistes pouvant aider les enseignants à utiliser cet outil pédagogique. Dans *le chapitre 11*, Pascal Bressoux et Pascal Pansu montrent que le jugement que les enseignants portent sur la valeur scolaire de leurs élèves peut affecter non seulement la perception de soi de ces derniers mais aussi leurs conduites et relations avec leurs pairs. Enfin, dans *le chapitre 12*, Philippe Dessus et Benoît Lemaire décrivent les processus cognitifs de l'enseignant corrigeant des copies, et montrent que des techniques informatiques peuvent simuler ces processus jusqu'à permettre des performances assez proches de celles de correcteurs humains.

### **Pour en savoir plus**

Ganascia, J.-G. (1996). *Les sciences cognitives*. Paris : Flammarion, Dominos. [Ouvrage d'initiation au sujet, très facile à lire]

Simon, H. A. (2004). *Les sciences de l'artificiel* (1<sup>e</sup> éd., 1969). Paris : Folio essais. [Un classique du domaine, récemment réédité et mis à jour, par l'un des fondateurs des sciences cognitives, très lisible et complet]

Houdé, O., Kayser, D., Koenig, O., Proust, J., & Rastier, F. (2003). *Vocabulaire de sciences cognitives* (1<sup>e</sup> éd., 1998). Paris : P.U.F., Quadrige. [Dictionnaire de sciences cognitives mettant en avant l'interdisciplinarité. Pour lecteurs plus avancés]

### **Notes**

Nous avons privilégié, dans cette introduction et ailleurs dans l'ouvrage, le mot « enseignant ». Nous assurons la lectrice et le lecteur que ce choix a pour unique but d'éviter des phrases trop lourdes, et non parce que nous aurions oublié que la majorité des enseignants, en France, sont des enseignantes. Par ailleurs, nous remercions vivement tous les lectrices et lecteurs de précédentes versions des chapitres de cet ouvrage, dont Thomas Blanchet, Marie-Line Bosse, Pierre-Emmanuel Chaput, Anne-Sophie Francillon, Yvette Hatwell, Dany Hecquet, Benoît Lemaire, Laurence Maurin, Laurent Tarillon, et Nathalie Vasseur. Enfin, Philippe Dessus a bénéficié d'un séjour de recherche à TECFA, Faculté de

psychologie et des sciences de l'éducation, Genève, Suisse, qui a facilité la réalisation de cet ouvrage.

## Références

- [1] Monteil, J.-M., & Fayol, M. (Eds.). (1989). *La psychologie scientifique et ses applications*. Grenoble : P.U.G.
- [2] Gaonac'h, D., & Golder, C. (Eds.). (1995). *Manuel de psychologie pour l'enseignement*. Paris : Hachette.
- [3] Lieury, A. (Ed.). (1996). *Manuel de psychologie de l'éducation et de la formation*. Paris : Dunod.
- [4] Kail, M., & Fayol, M. (Eds.). (2003). *Les sciences cognitives et l'école*. Paris : P.U.F.
- [5] Montessori, M. (1958). *Pédagogie scientifique, la maison des enfants*. Alençon : Desclée de Brouwer.
- [6] Gardner, H. (1993). *Histoire de la révolution cognitive, la nouvelle science de l'esprit*. Paris : Payot.
- [7] Vignaux, G. (1991). *Les sciences cognitives, une introduction*. Paris : La Découverte.
- [8] Ducret, J.-J. (1990). *Jean Piaget. Biographie et parcours intellectuel*. Neuchâtel : Delachaux & Niestlé.
- [9] Andler, D. (Ed.). (1992). *Introduction aux sciences cognitives*. Paris : Folio essais.
- [10] Berthoz, A. (1999). *Leçons sur le corps, le cerveau et l'esprit*. Paris : Odile Jacob.
- [11] Huteau, M., & Lautrey, J. (1999). *Évaluer l'intelligence*. Paris : P.U.F.
- [12] Piaget, J. (1969). *Psychologie et pédagogie*. Paris : Folio essais.
- [13] Danziger, K. (1990). *Constructing the Subject, Historical Origins of Psychological Research*. Cambridge : Cambridge University Press.
- [14] Popper, K. (1985). *Conjectures et réfutations*. Paris : Payot.
- [15] Matalon, B. (1988). *Décrire, expliquer, prévoir*. Paris : Colin.
- [16] Rossi, J.-P. (Ed.). (1991). *La recherche en psychologie (domaines et méthodes)*. Paris : Dunod.
- [17] Dehaene, S. (1997). *Le cerveau en action. Imagerie cérébrale fonctionnelle en psychologie cognitive*. Paris : P.U.F.
- [18] Posner, M., & Raichle, M. (1998). *L'esprit en images*. Louvain-la Neuve : De Boeck Université.
- [19] Michiels-Philippe, M.-P. (Ed.). (1984). *L'observation*. Neuchâtel : Delachaux et Niestlé.
- [20] Bachimont, B. (1992). *Le contrôle dans les systèmes à base de connaissances*. Paris : Hermès.
- [21] Platon (1991). *Ménon*. Paris : Flammarion.
- [22] Landauer, T. K., & Dumais, S. T. (1997). A solution to Plato's problem : the Latent Semantic Analysis theory of acquisition, induction and representation of knowledge. *Psychological Review*, 104, 211-240.
- [23] Mayer, R. E. (1992). Cognition and instruction : Their historic meeting within educational psychology. *Journal of Educational Psychology*, 84(4), 405-412.

- [24] Kansanen, P., Tirri, K., Meri, M., Krokfors, L., Husu, J., & Jyrhama, R. (2000). *Teachers' Pedagogical Thinking*. New York : Lang.
- [25] Dessus, P. (2000). La planification de séquences d'enseignement, objet de description ou de prescription ? *Revue Française de Pédagogie*, 133, 101-116.
- [26] Bressoux, P., & Dessus, P. (2003). Stratégies de l'enseignant en situation d'interaction. In M. Kail & M. Fayol (Eds.), *Les sciences cognitives et l'école* (pp. 213-257). Paris : P.U.F.

In É. Gentaz & P. Dessus (Eds.). (sous presse). *Comprendre les apprentissages et enseigner*.  
Paris : Dunod.