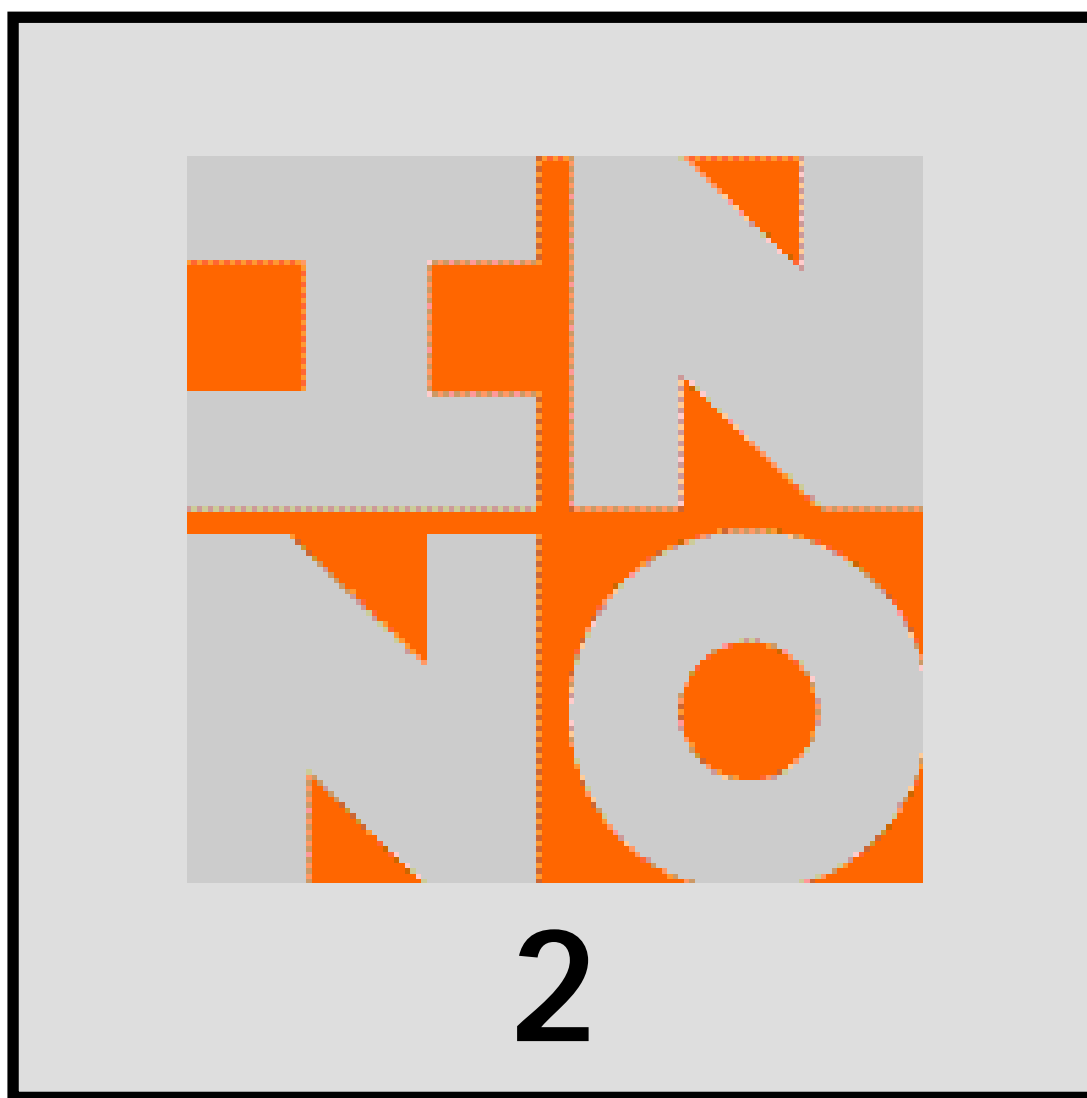

LA SCIENCE *DE LA PENSÉE*
ET LES SCIENCES *AU SERVICE DE LA PENSÉE*:
L'ACCÉLÉRATION COGNITIVE PAR
L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES (ACES)

Philip Adey

● MONOGRAPHIES INNODATA ●

MONOGRAPHIES INNODATA



MONOGRAPHIES INNODATA

● MONOGRAPHIES INNODATA ●



BUREAU INTERNATIONAL D'ÉDUCATION

M O N O G R A P H I E S
I N N O D A T A — 2

LA SCIENCE *DE* LA PENSÉE
ET LES SCIENCES *AU SERVICE DE* LA PENSÉE :
L'ACCÉLÉRATION COGNITIVE PAR
L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES (ACES)

Philip Adey



BUREAU INTERNATIONAL D'ÉDUCATION

Ce texte exprime l'opinion de l'auteur et non pas nécessairement celle de l'UNESCO/BIE ou de la rédaction. Les appellations employées dans cette publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part du Secrétariat de l'UNESCO/BIE aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autotités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

Table des matières

Introduction, *page 4*

La psychologie sous-jacente, *page 5*

Risques, *page 8*

Planification et mise en oeuvre, *page 9*

Expérimentation et évaluation, *page 16*

Perfectionnement professionnel des enseignants dans le cadre de l'ACES, *page 25*

Politique générale et publicité, *page 33*

Conclusion, *page 36*

Contacts et références, *page 39*

A propos de l'auteur

Philip Adey
(Royaume-Uni et Barbade)

Ph.D (Londres). Maître de conférences en Enseignement des sciences de *King's College, University of London School of Education*, Directeur du Centre pour l'amélioration des processus de la Pensée. Consultant en formation des enseignants en cours d'emploi, mise au point de manuels de textes, sciences intégrées, accélération cognitive; évaluation de projets dans les pays suivants: Arabie saoudite, Barbade, Botswana, Indonésie, Jamaïque, Japon, Lesotho, Luxembourg, Malaisie, Norvège, Philippines, Swaziland et Trinidad. Auteur d'environ vingt-cinq articles de presse, de dix documents de conférence, dix manuels et quatre ouvrages, dont le plus récent a été écrit conjointement avec M. Shayer et s'intitule: «*Really raising standards: cognitive intervention and educational achievement*»(1994).

Publié en 1999 par le

Bureau international d'éducation

Case postale 199, 1211 Genève 20, Suisse

Imprimé en Suisse par PCL

©UNESCO/BIE 1999

Avant-propos

L'accélération cognitive par l'enseignement des sciences (ACES) est une méthode d'enseignement novatrice fondée sur la recherche en matière de développement cognitif, qui s'inspire principalement des travaux de Piaget et aussi des principes fondamentaux des théories de l'apprentissage de Vygotsky. Le programme vise l'amélioration des processus de la pensée chez les enfants en accélérant leur acquisition d'un ordre de pensée supérieur ou de la capacité d'accomplir ce que Piaget a appelé «les opérations formelles». L'ACES se propose d'accroître la capacité des élèves de comprendre les concepts scientifiques, car les sciences sont un domaine du programme d'enseignement qui a toujours présenté des difficultés particulières pour la majorité des élèves. L'ACES n'est pas un programme d'enseignement de substitution, il s'agit plutôt d'un programme d'intervention dans le programme en place, et à l'origine, il cible les élèves âgés de 11 à 14 ans.

Au Royaume-Uni, l'ACES a été un grand succès jusqu'à présent, car il a permis d'accroître chez les élèves la capacité de comprendre les sciences et de développer leur processus cognitif en général. Il est donc appliqué dans des écoles situées dans toutes les régions du pays et aussi, désormais, dans d'autres pays. Des programmes semblables ont été mis au point, qui ciblent des groupes d'âge différents et qui portent sur d'autres matières, notamment les mathématiques et l'anglais.

Introduction

L'ACES est conçu en tant qu'intervention éducative dans le programme d'enseignement des sciences destiné aux élèves âgés de 11 à 14 ans. Son origine remonte aux travaux accomplis au cours des années 70 au Chelsea College de Londres, qui ont montré que l'assimilation de nombre des concepts figurant dans le programme d'enseignement des sciences au Royaume-Uni (et dans le monde) exigeait en fait des capacités intellectuelles supérieures à celles des élèves pour lesquels ce programme était conçu. Au Royaume-Uni, le problème est clairement apparu lorsqu'on a mis un terme au système scolaire sélectif, c'est-à-dire lorsque, pour la première fois, les enseignants des écoles secondaires auxquelles n'accédaient que les meilleurs élèves (20% du total), se sont trouvés face à l'éventail complet des divers niveaux d'élèves. Aux États-Unis d'Amérique, on s'était rendu compte qu'à l'université, beaucoup d'étudiants de première année ne maîtrisaient pas très bien les concepts scientifiques fondamentaux qu'ils auraient dû, en principe, assimiler dans le secondaire (Renner et al., 1976). Dans la plupart des pays du monde, où seule une minorité fréquente l'école secondaire, la difficulté que représente l'assimilation des concepts scientifiques est masquée par le recours à la méthode d'apprentissage des définitions sollicitant uniquement la mémoire, laquelle évite en fait aux enseignants la difficulté de dispenser un enseignement fondé sur la compréhension.

L'équipe de Chelsea College, dirigée par le Professeur Michael Shayer, a adopté une approche scientifique pour résoudre la difficulté que présente l'assimilation des sciences. D'une part, on avait besoin d'une description exacte du profil intellectuel de la population scolaire, et d'autre part, il fallait trouver une manière de mesurer et de décrire le niveau de difficulté que présentent les concepts scientifiques. La théorie du développement cognitif, élaborée par le psychologue suisse Jean Piaget a précisément fourni la description nécessaire. En s'inspirant des descriptions genevoises des divers types de pensée à divers stades de développement, on a mis au point un instrument permettant d'analyser les exigences cognitives que présentent les divers matériels du programme d'enseignement, ainsi que des tests collectifs de développement cognitif (Shayer et al., 1978); on y a recouru dans le cadre d'une enquête très vaste visant à établir les niveaux de pensée des enfants scolarisés à des âges divers en Angleterre et au Pays de Galles. Ces travaux ont été décrits en détails ailleurs (Shayer & Adey, 1981), et il suffit de préciser ici qu'ils ont mis à jour une disparité très importante entre les exigences du programme d'enseignement et le niveau de pensée des populations concernées.

Quant à cette disparité, il existe en principe deux méthodes pour en venir à bout: soit rendre le programme d'enseignement des sciences plus facile, soit accroître la capacité intellectuelle des élèves pour leur permettre de l'assimiler. La première solution serait sans doute relativement facile à appliquer, mais elle engendrerait inévitablement des problèmes académiques et politiques, et elle pourrait de toutes façons être perçue comme défaitiste. Bien que la perspective d'accroître la capacité intellectuelle de tous les élèves relève sans doute du défi, c'est pourtant cet objectif que s'est donné le projet ACES, qui a été lancé en 1982.

La psychologie sous-jacente

L'accélération cognitive est en fait le processus qui consiste à accélérer le développement «naturel» des élèves qui passent d'un stade de capacité cognitive à l'autre, pour les faire progresser vers la pensée abstraite, logique et à variables multiples que Piaget appelle les «opérations formelles». La pensée formelle opérationnelle se caractérise par la capacité de garder à l'esprit, simultanément, un certain nombre de variables – par exemple, soupeser les deux côtés d'un argument, envisager simultanément les avantages et les inconvénients d'une action particulière, voir à la fois les effets combinés et distincts d'un certain nombre d'entrées variables (par exemple la lumière du soleil, le gaz carbonique et l'eau) par rapport à un résultat (la production de glucose). Selon Piaget, les enfants commencent à maîtriser ce niveau de pensée dans le cadre de leur développement intellectuel normal vers l'âge de 14 ou 15 ans. Or, l'enquête effectuée à *Chelsea* montrait que 30% seulement des jeunes âgés de 16 ans étaient dans ce cas, et ces conclusions ont été étayées par les résultats d'autres travaux concernant les étudiants de première année universitaire aux États-Unis et par ceux d'enquêtes parallèles – bien que moins importantes – menées dans d'autres parties du monde.

A la fin des années 70, personne n'imaginait qu'un enseignement, quel qu'il soit, puisse influencer le type de développement intellectuel décrit par Piaget et par Inhelder. A cette époque, nous avons étudié la littérature existante, et nous sommes arrivés à la conclusion pessimiste que, jusqu'alors, les études sur l'accélération cognitive avaient eu des résultats bien modestes. Cependant, chacune de ces études antérieures avait adopté une approche instructionnelle directe et à court terme, comme si la capacité mentale de traiter des informations pouvait être modifiée par l'apprentissage d'une nouvelle série de règles. Nous pensions que de telles approches étaient erronées, car la capacité de traitement de la pensée s'accroît lentement, et uniquement pour relever des défis difficiles inhérents à la solution de certains problèmes. Voilà qui nous amène au premier des cinq piliers de la théorie de l'ACES, à savoir *le conflit cognitif*. Il se présente lorsqu'un élève est confronté à un problème qu'il ne peut résoudre aisément seul; en revanche, l'aide bien structurée d'un adulte ou celle d'un pair plus avancé que lui peut l'aider à le résoudre, ou au moins, à en comprendre la nature, ce qui l'aidera à le résoudre plus tard. (Le conflit cognitif et les autres piliers seront illustrés par des exemples spécifiques dans la partie intitulée «Planification et mise en œuvre»).

Le principe du développement cognitif est aussi contenu dans l'idée d'«une zone de développement proximal» ou ZDP, définie par le psychologue russe Lev Vygotsky (1978). La ZDP est la différence entre ce qu'un enfant peut faire sans aide, et ce qu'il peut faire avec l'aide d'un adulte. Vygotsky affirme que le seul apprentissage qui vaille est celui qui précède le développement. En d'autres termes, les tâches d'apprentissage qui ne font appel qu'aux capacités que possèdent déjà l'enfant ne comportent pas le type de défi qui stimule sa croissance cognitive. On insiste ici sur la construction par l'élève lui-même de modes de pensée plus élevée. En effet, l'enseignant propose les expériences appropriées et il guide l'élève, grâce à des questions judicieuses; cependant, il ne peut instiller directement dans son esprit une capacité de pensée plus élevée. C'est à l'élève qu'il

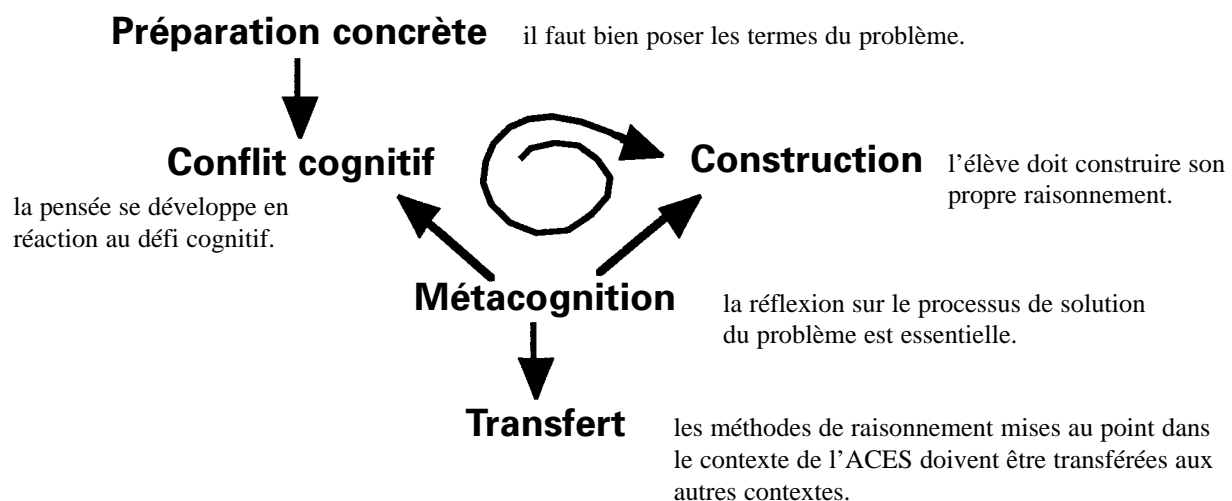
revient de construire cette capacité, et le processus est lent. Voilà qui nous amène au deuxième pilier de la théorie de l'ACES, à savoir l'idée de *construction*. Les expériences stimulantes sur le plan cognitif sont celles qui ont lieu dans les zones de développement proximal ou encore dans les «zones de construction».

Le troisième pilier de la théorie est l'encouragement de la *métacognition*. La métacognition est tout simplement, pour un être, «la pensée de sa propre pensée»; cependant, comme il s'agit d'une notion très à la mode en psychologie cognitive, on prête à ce terme des sens très divers (Brown, 1987). Nous ne pouvons nous propulser vers une pensée supérieure que si nous maîtrisons notre propre pensée dans une certaine mesure, c'est-à-dire si nous prenons conscience de nous-mêmes en tant qu'êtres pensants. L'ACES encourage les élèves à prendre le temps de réfléchir à la façon dont ils résolvent un problème, aux difficultés qu'ils rencontrent ce faisant, aux raisonnements auxquels ils ont recours, au type d'aide qu'il leur a fallu, et à la manière dont ils l'ont trouvée. Tout cela prend du temps et présente certaines difficultés, de sorte qu'au début enseignants et élèves ont besoin de conseils et d'encouragements pour devenir plus métacognitifs dans leur approche.

L'ACES s'appuie sur deux autres piliers. Le premier est la notion de *préparation concrète*. On ne peut tout simplement pas confronter des élèves à un problème difficile et s'attendre à ce que le conflit cognitif ainsi engendré entraîne automatiquement chez eux une accélération cognitive. Une phase de préparation s'impose, qui permet de présenter à l'élève le langage du problème, les instruments de la solution et son contexte. En effet, il faut veiller, autant que possible, à ce que les difficultés rencontrées soient uniquement d'ordre intellectuel, et empêcher que des problèmes de langage ou de contexte ne viennent les aggraver. Le dernier pilier de la théorie est le *transfert* des méthodes cognitives mises au point dans le contexte particulier de l'activité de l'ACES à d'autres contextes scientifiques, mathématiques, et aux autres parties du programme d'enseignement, ainsi qu'aux expériences de la vie réelle. Pour avoir une application générale, la méthode de raisonnement mise au point dans un contexte particulier doit être bien précisée, et il faut montrer à l'élève comment il peut désormais y avoir recours dans l'exercice de sa pensée en général.

La Figure 1 illustre la relation qui existe entre ces cinq piliers.

FIGURE 1. ACES: Les cinq piliers de la sagesse.



La relation entre le conflit cognitif et la construction, illustrée dans la Figure 1 par une flèche en spirale, n'est pas directe. En effet, lorsqu'un être humain est confronté à un problème présentant une difficulté cognitive qu'il n'est pas en mesure de résoudre immédiatement, sa nature le met en général sur la voie de solutions simples. Il «court-circuite» l'analyse approfondie du problème et cherche un arrangement qui lui permettra de répondre à ses besoins immédiats. Il est rare que les élèves cherchent d'eux-mêmes à comprendre une situation en profondeur: ils ont plutôt tendance à choisir la solution de facilité qui leur permettra de parer au plus pressé. Par exemple, si un élève doit déterminer quels sont les facteurs qui causent la rouille du fer, et qu'il constate que les clous dans l'eau rouillent plus vite que des clous secs, il se contentera d'affirmer que «c'est l'eau qui cause la rouille» sans approfondir les éventuels effets de l'air. Ainsi, le conflit cognitif à lui seul n'entraîne pas automatiquement une reconstruction des concepts, non plus que la totale compréhension d'un phénomène. Il doit en fait être maintenu, et il ne peut l'être que si l'enseignant pose les bonnes questions. Voilà qui donne une idée de la nature de la pédagogie nécessaire à l'accélération cognitive qui sera décrite dans la partie ci-après, consacrée au perfectionnement professionnel.

Les «cinq piliers» fournissent un fondement à la pédagogie de l'accélération cognitive, mais ils ne donnent aucune indication sur le contexte de la discipline. Les méthodes d'enseignement inspirées du principe Piaget-Vygotsky mentionné ci-dessus pourraient s'appliquer à n'importe quelle discipline. Alors pourquoi avons-nous choisi de travailler avec les sciences plutôt qu'avec les mathématiques, l'histoire ou l'anglais par exemple? La réponse comporte un élément pragmatique: en fait, les travaux de *Chelsea* qui ont abouti au projet ACES étaient fondés sur les sciences, et Michael Shayer et moi-même avons fait des études scientifiques. Toutefois, nous avons aussi une excellente raison théorique pour commencer nos travaux dans le contexte des sciences, même s'ils devaient plus tard être étendus à d'autres matières. La description détaillée originale des opérations formelles que nous devons à Inhelder et à Piaget (1958) est caractérisée par un ensemble de «schémas» mentaux: maîtrise des variables, rapport et proportionnalité, compensation, équilibre, corrélation, probabilité et recours aux modèles formels. Ces schémas sont immédiatement reconnaissables par les scientifiques et les enseignants en sciences, comme décrivant les types de relations importants entre les variables, et ils sont à la base de la conception expérimentale et de la compréhension des modèles généraux de comportement dans le monde naturel. Certes, les opérations formelles ne sont pas limitées aux sciences; elles constituent un principe général de traitement des données dans tout domaine intellectuel, et leurs schémas peuvent être interprétés dans le contexte de n'importe quelle discipline. Cependant, leur application aux sciences, et dans une certaine mesure, aux mathématiques, est relativement directe, de sorte que les sciences sont apparues comme la voie royale vers le développement d'une pensée d'ordre supérieur.

Le modèle théorique sous-jacent du projet se résume, en fait, à cet intitulé: «ACES: Les cinq piliers de la sagesse» (Figure 1) et il s'inscrit dans le contexte des schémas des opérations formelles décrits par Inhelder et Piaget.

Risques

Les risques potentiels associés à l'application de l'ACES sont en partie d'ordre théorique et en partie d'ordre pratique.

Sur le plan théorique, il y a controverse quant à la validité du modèle de développement cognitif de Piaget et à la possibilité de le généraliser. D'aucuns estiment qu'un individu peut être capable d'engendrer une pensée opérationnelle formelle dans un contexte, et pas dans d'autres. Cette idée provient d'un malentendu relatif à la notion de pensée opérationnelle. Piaget explique très clairement que les opérations mentales doivent être effectuées à partir d'une «matière première» qui prend la forme de connaissances ou d'informations. On ne saurait s'attendre à ce qu'une personne, aussi mature et intelligente soit-elle, accède immédiatement à une pensée d'ordre supérieur dans un domaine qu'elle ne connaît pas du tout. On peut, en revanche, s'attendre à ce qu'elle adopte l'approche de l'opération formelle pour acquérir des connaissances dans un nouveau domaine. La performance de l'expert est fonction à la fois d'un niveau élevé de capacité de traitement, et d'une solide expérience de base dans le domaine dans lequel il fait la preuve de ses compétences (Larkin et al., 1980). L'élévation des niveaux de capacité de traitement ne suffit pas, en soi, à créer des experts dans tous les domaines, mais elle permet aux individus d'acquérir des compétences plus rapidement. Au bout du compte, les résultats de notre évaluation (qui seront décrits ci-après dans la partie intitulée «Expérimentation et évaluation») fournissent l'incontournable preuve de la généralité des opérations formelles.

Sur le plan pratique, l'application de l'ACES exige que les enseignants dispensent des cours pratiques spéciaux plutôt que les cours traditionnels du programme des sciences. Deux problèmes se posent. Le premier provient du fait que les activités de l'ACES ne figurent pas officiellement dans le Programme d'enseignement national, de sorte que pour accepter d'«abandonner» quelques-unes de leurs activités traditionnelles, les chefs d'établissements doivent être convaincus que leurs élèves s'en trouveront mieux. Quiconque a tenté d'introduire des méthodes novatrices dans quelque pays que ce soit déjà doté d'un programme d'enseignement national précis sait que c'est là un exercice très difficile. Le programme d'enseignement officiel est souvent une prison qui enferme le système d'éducation dans un cycle annuel répétitif des mêmes éléments, sur lequel s'appuient aveuglément des enseignants peu sûrs, en fait, de ce qu'ils devraient enseigner et dans quel ordre (Adey, 1984). Il faut dire aussi que les éducateurs se servent parfois du programme d'enseignement comme d'une excuse pour empêcher toute innovation: «Nous aimerions essayer, mais nous n'avons pas le temps de nous écarter du programme».

Le deuxième problème pratique vient du fait que le type d'enseignement requis en vue de l'accélération cognitive est très différent de la bonne pratique enseignante traditionnelle; par conséquent, l'introduction effective de l'ACES exige que les enseignants concernés suivent un cours de perfectionnement. Nous reviendrons sur ces problèmes et sur les moyens de les résoudre.

Planification et mise en œuvre

FINANCEMENT DE L'INITIATIVE

Ce sont deux subventions octroyées à la recherche par l'*Economic and Social Council* du Royaume-Uni qui ont permis de commencer à financer le projet ACES. En 1981, une subvention modeste a permis à Michael Shayer de concevoir environ six activités et de les tester dans une école. Elles ont introduit le recours aux schémas des opérations formelles (voir la partie intitulée «Psychologie sous-jacente») et du conflit cognitif, et elles ont permis d'envisager, sur le plan pratique, l'introduction de nouveaux types d'activités dans le programme scolaire en place. Les premiers résultats ont été encourageants. Se fondant sur cette expérience pilote, Shayer a demandé et obtenu, en 1984, une subvention beaucoup plus importante qui lui a permis de recruter Philip Adey et Carolyn Yates, à plein temps pendant trois ans, afin de mettre au point et d'évaluer un programme complet d'accélération cognitive par l'enseignement des sciences dans plusieurs écoles.

CONCEPTION DES ACTIVITÉS

Il serait exagéré de dire qu'en 1984 nous avons pleinement articulé le modèle théorique décrit ci-dessus. Nous avons décidé que les schémas des opérations formelles constitueraient le cadre des activités que nous voulions structurer; le «pilier» du conflit cognitif a été défini comme étant essentiel au processus de l'accélération cognitive; quant au constructivisme, il avait toujours été un des piliers du développement cognitif selon Piaget. Le besoin d'une préparation concrète s'est imposé comme une nécessité pragmatique, issue de notre expérience d'enseignants; pour ce qui était du transfert, son importance était évidente, si l'on voulait généraliser les schémas. Cependant, la notion de métacognition s'est développée au cours du projet; d'implicite qu'elle était dans le type de questions que nous posions, elle est devenue explicite, et s'est transformée en un élément capital de la méthode ACES. Cette évolution progressive des «piliers» en tant que structure théorique complète étayant la conception et l'exécution des activités est devenue, par la suite, une composante essentielle du perfectionnement des enseignants, que nous décrirons ci-après.

La population cible

Compte tenu des origines de l'ACES, que nous décrivons ci-dessus, nous tenions à atteindre un large éventail de niveaux de capacité, c'est-à-dire la majorité de la population des élèves pour lesquels les sciences semblaient difficiles. S'agissant de niveaux de capacité, nous nous intéressions surtout au niveau moyen de 80 à 90% des élèves. Il est important de le préciser, car l'expérience du conflit cognitif est fonction de la capacité individuelle. Ce qui représente un puzzle intéressant et productif pour un élève peut sembler sans intérêt à un enfant doté d'une capacité supérieure, et incompréhensible pour un de ses pairs qui est moins avancé.

Même si une conception très pointue des activités et une grande souplesse pédagogique permettent d'obtenir un large éventail de niveaux de conflit dans le cadre d'une activité donnée, nous estimons qu'il est impossible, sur le plan pratique, d'inclure dans notre population cible l'enfant surdoué, qui utilise déjà les opérations formelles à l'âge de 11 ans, et l'enfant affligé de graves difficultés d'apprentissage qui, à 11 ans, est encore pré-opérationnel.

Pour ce qui est de l'âge, nous avons ciblé les 11-14 ans. En effet, pour la grande majorité des élèves, c'est l'âge de la préparation aux opérations formelles. Nous avons la preuve (Epstein, 1990) qu'à l'âge de 11 ans environ chez les filles, et de 12 ans chez les garçons, le cerveau connaît une poussée de croissance soudaine, qui s'inscrit peut-être dans un programme de maturation physiologique, et qui prépare les adolescents à répondre aux exigences intellectuelles inhérentes à l'âge adulte. Selon l'enquête que nous avons effectuée auprès de la population mentionnée dans l'introduction, seul un faible pourcentage des enfants atteint véritablement les âges du développement cognitif décrit par Piaget dans son «sujet épistémique». L'enquête sur la population peut-être interprétée comme le signe d'une carence, s'agissant de la quantité de stimulation offerte à la majorité des enfants, à la maison et à l'école. Sur la base de cette étude, on pourrait remédier à cette carence, en offrant à l'enfant une stimulation bien conçue à l'âge qui convient.

Le choix des 11-14 ans comme étant la tranche d'âge propice à l'application de l'ACES répond aussi à une raison pragmatique. Au Royaume-Uni, c'est à 11 ans, en principe, que les enfants quittent l'école primaire où un enseignant unique leur enseigne toutes les matières, pour l'école secondaire, où chaque enseignant est spécialiste dans la matière qu'il enseigne. Une intervention prévue dans le contexte scientifique doit être menée à bien par des enseignants en sciences qui comprennent déjà – implicitement sinon explicitement – la nature des modèles de raisonnement scientifique qui constituent le contexte de l'intervention.

ÉLABORATION DES ACTIVITÉS

Munis des principales caractéristiques d'un modèle théorique, du schéma des opérations formelles et de leur expérience en tant qu'enseignants en sciences, les pères de l'ACES (à l'origine Michael Shayer, bientôt rejoint par Philip Adey et Caroline Yates) ont d'abord élaboré des activités qu'ils estimaient appropriées pour la population cible qu'ils avaient définie. Ils ont débattu de la forme et des aspects pratiques de ces activités et ont consulté, à cet égard, d'autres enseignants et d'autres personnalités universitaires. Ils ont animé eux-mêmes chacune de ces activités dans des classes de lycées londoniens représentant la tranche d'âge et la capacité caractéristiques de leur population cible, ainsi que le type de mélange social et ethnique caractéristique des écoles urbaines au Royaume-Uni. Un an après le lancement du projet financé, ils disposaient d'un choix d'une vingtaine d'activités prêtes à être testées à une plus grande échelle. Cependant, avant de traiter ce point, il conviendrait de donner quelques exemples des activités de l'ACES, et d'expliquer comment elles reflètent le modèle théorique.

LA SUBSTANCE DES ACTIVITÉS

Afin d'illustrer comment on traduit ces généralités en pratique, nous décrivons trois de ces activités en détail. Elles sont toutes trois tirées du *Thinking Science curriculum materials* (Matériel du programme d'enseignement de la science de la pensée), disponible en anglais (deuxième édition), en version américaine, allemande, et galloise (Adey, Shayer & Yates, 1992, 1993, 1995). Ce matériel comprend une trentaine d'activités décrites sous la forme de feuilles d'exercices et de fiches pour les élèves, et de notes pour les enseignants et pour les techniciens qui préparent les appareils.

TS3, Les Tubes. C'est la troisième activité du programme. Les précédentes ont, en principe, déjà introduit les notions de variable, de valeurs des variables et de relations. Les élèves sont pourvus d'une boîte de petits tubes. Pour vérifier qu'ils identifient les variables et les valeurs, on interroge l'ensemble de la classe sur la longueur du tube (court, moyen, long), sur sa largeur (large ou étroit) et sur la matière qui le compose (verre ou plastic). C'est la phase de préparation concrète de l'activité, au cours de laquelle les élèves se familiarisent avec les idées fondamentales et les appareils qu'ils devront utiliser. On leur demande ensuite de souffler dans les tubes et d'écouter les sons qu'ils produisent. On leur pose la question suivante: «Qu'est-ce qui détermine le son que vous produisez?» On leur laisse un peu de temps libre pour réfléchir, puis on leur demande, au cas où ils penseraient connaître la réponse, de l'expliquer à l'enseignant ou à un de leurs pairs, et d'en expliquer aussi la raison. Après quelques minutes, il est souvent nécessaire de rappeler l'attention de toute la classe et de leur demander de prendre les tubes deux par deux.

C'est la phase du conflit cognitif et de la construction. Il arrive qu'un enfant déclare que la largeur du tube détermine le son. «Montre-moi comment» dit l'enseignant. L'élève souffle alors dans deux tubes de largeur différente qui produisent des sons différents. Observant les tubes, l'enseignant fait alors remarquer qu'ils sont aussi de longueur différente. «Comment sais-tu» demande-t-il alors à l'enfant «si c'est la longueur ou la largeur qui détermine le son?» Il crée ainsi un conflit cognitif chez l'enfant, l'obligeant à prendre en compte une variable qu'il n'avait pas encore remarquée. En principe, l'enfant répond: «Ce sont à la fois la largeur et la longueur qui déterminent le son». Il lui semble en effet que c'est la manière la plus simple de résoudre le conflit, mais l'enseignant persévère, continue de le questionner et lui dit finalement: «Choisis une autre paire de tubes, mais cette fois, tâche de trouver une paire qui nous donnera une réponse claire». On notera que l'enseignant ne demande pas à l'enfant de choisir une paire de tubes qui ne présenterait qu'une seule variable. Toute l'idée est de faire en sorte que l'élève construise lui-même cette stratégie de maîtrise des variables.

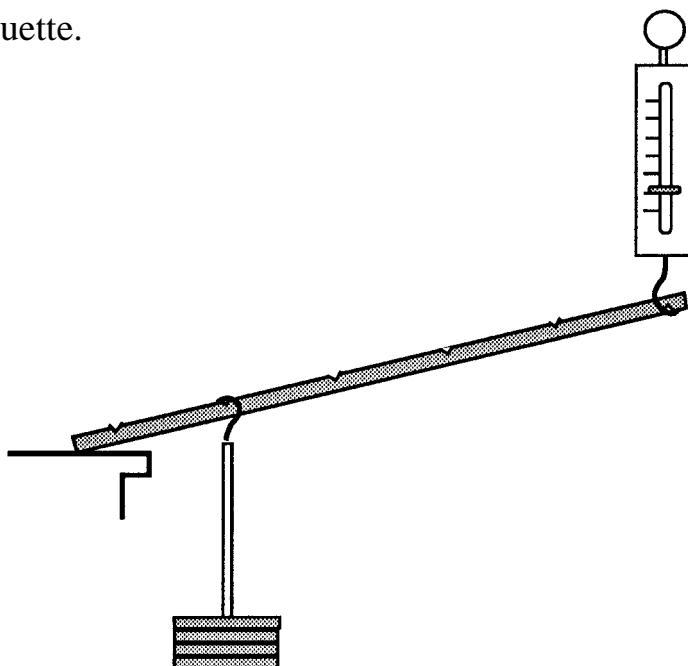
Dans une classe polyvalente d'enfants de 12 ans présentant un éventail de niveaux de capacité, il est possible qu'un ou deux d'entre eux trouvent l'activité si facile qu'ils ne ressentent pas vraiment de conflit cognitif. L'enseignant peut alors leur proposer une activité de niveau plus élevé, telle que l'observation de l'interaction entre les variables. Il se peut également qu'un ou deux enfants, même après les 60 ou 70 minutes de cours, aient encore beaucoup de mal à terminer l'exercice et ne voient toujours pas l'intérêt que présente la maîtrise des

variables. Cependant, la grande majorité d'entre eux, grâce à l'interaction avec les appareils, les questions de l'exercice, l'intervention de l'enseignant et la communication avec leurs pairs, auront ressenti un conflit cognitif d'ampleur suffisante pour les encourager à construire eux-mêmes, au moins le début d'une stratégie de maîtrise des variables. L'aboutissement de l'expérience en un schéma internalisé et inconscient, qui sera ensuite «naturellement» appliqué à toutes les situations expérimentales, prendra encore quelque temps, mais le travail fondamental aura commencé, et les schémas précédents du «changeons tout et voyons ce qui se passe» sont sérieusement mis à mal, voire déjà brisés. Même les élèves les moins brillants, qui n'auront pas clairement compris l'exercice à la fin de l'activité, se seront mesurés avec le problème, et ils auront des doutes sur la stratégie concrète inefficace. Même un léger malaise quant à la manière d'aborder les questions expérimentales est utile. Pour promouvoir le développement cognitif, la lutte cognitive est essentielle; l'objectif est atteint si chaque enfant ressent un conflit cognitif à quelque niveau que ce soit et avance vers la recherche d'une solution qui le satisfasse. La progression due à l'expérience diffère selon chaque enfant, conformément à ses capacités et à sa personnalité.

Deuxième exemple, le **TS8, La Brouette**. Cette activité porte sur le raisonnement relatif au schéma de la proportionnalité. Au préalable, les élèves sont invités à approfondir la notion d'échelle, en observant des images d'embryons à des échelles différentes et en utilisant des cartes représentant les environs de l'école, pour apprendre à estimer les distances véritables. Le terme de «rapport» est introduit. L'appareil correspondant au TS8 consiste en une barre, dont le diamètre mesure environ 8 mm et dont la longueur est légèrement supérieure à 60 cm. Elle est munie de deux encoches, permettant d'y fixer une masse et une balance à ressort de Newton, comme le montre la Figure 2. La préparation concrète consiste en un débat avec l'ensemble de la classe sur les avantages que présente l'utilisation d'une brouette pour transporter des charges, et en une présentation de l'appareil, facilitée par des illustrations sur les feuilles d'exercices, qui établissent un parallèle précis entre cet appareil et l'application de la force de levage et de celle du poids de la charge dans une brouette.

Les élèves travaillent en groupe, et notent sur un tableau les diverses mesures de la force de levage nécessaire lors des adjonctions de charges successives. L'exercice n'est pas difficile sur le plan intellectuel, mais les élèves doivent calculer, pour chaque paire de mesures, le rapport entre le poids de la charge et la force de levage. L'enseignant évoque ici les travaux antérieurs effectués sur la notion de rapport, pose des questions quant au sens de ce terme et insiste pour que les élèves donnent une signification à chacune des «réponses» produites par les calculatrices concernant le rapport entre les deux forces, en termes des charges que l'on peut soulever dans la brouette, moyennant l'exercice d'une force de levage modérée. Ce processus prend du temps. Lorsque l'on a obtenu six paires de mesures, l'enseignant discute avec toute la classe des schémas qui semblent émerger. Il demande à plusieurs groupes de faire un commentaire, et il apparaît que le rapport entre la force de levage et le poids de la charge est constant (en principe 1:3). A présent, le niveau du conflit cognitif monte, car on demande aux élèves ce que devrait être la force de levage pour certaines charges qu'ils n'ont pas encore expérimentées. Dans un cours ACES bien mené, une discussion

FIGURE 2. La Brouette.



métacognitive intervient à ce stade quant à la manière de traiter le problème; les suggestions sont discutées et font l'objet d'une comparaison critique dans l'ensemble de la classe. Il arrive que les élèves se satisfassent d'une méthode additive aux termes de laquelle, chaque fois que l'on a une charge de 3N supplémentaires, on augmente la force de levage de 1N; cependant, par ses questions, l'enseignant amène les élèves à constater que la méthode est inefficace si l'on traite avec des nombres élevés, et que la stratégie du «trois pour un» (rapport véritable) est plus générale et plus efficace. De toute évidence, le succès de la démonstration dépend de la capacité de la classe et du temps disponible, mais, comme dans le cas de l'exemple précédent, on arrive toujours au moins à faire réaliser à l'élève qu'il existe une méthode multiplicative pour traiter ce genre de problème. L'exposition répétée à ce type de pensée sur les rapports permet à l'élève d'intégrer progressivement cette observation dans son répertoire de schémas opérationnels.

TS18, Traitements et effets sera notre dernier exemple. L'exercice s'inscrit dans le contexte du schéma de corrélation. La préparation concrète consiste en la présentation du cas de deux chercheurs qui testent un nouveau fertilisant sur la croissance des carottes. Chacun d'entre eux dispose d'une culture de carottes ayant subi le traitement et d'une autre qui ne l'a pas subi. Ils comptent le nombre des plants qui, dans chaque culture, montrent un rendement supérieur à la norme. Les données sont présentées à la classe en deux fois deux tableaux (carottes traitées/carottes non traitées et effet/absence d'effet). La discussion insiste sur le fait que les données concernant les carottes non traitées sont tout aussi importantes que celles qui portent sur les carottes traitées (les opérateurs concrets tendant à ne regarder que les carottes traitées afin de constater combien d'entre ces plants accusent un rendement supérieur). Ensuite, on distribue à chaque groupe d'élèves un jeu de vingt cartes. Chaque jeu illustre un organisme (rose, blé, vache, porc ou mouton); il montre également si l'organisme a fait l'objet ou non d'un type de traitement (par exemple, d'un fertilisant, de l'absorption de pilules pour produire

davantage de lait, etc.) et si l'animal ou la plante accuse un certain effet du traitement (parce qu'elle pousse davantage, produit davantage de lait, de viande, etc.). Les élèves classent d'abord les cartes en quatre piles selon que les plantes ou les animaux a) n'ont pas été traités et n'accusent aucun effet; b) n'ont pas été traités, mais accusent un effet; c) ont été traités, mais n'accusent aucun effet; d) ont été traités et accusent un effet.

Les élèves abordent ensuite la question de savoir si, lorsqu'un effet est constaté, il est le résultat d'un traitement, ou non. Par exemple, si le traitement produit un effet, dans laquelle ou lesquelles des quatre piles a),b),c) et d) peut-on s'attendre à trouver un grand nombre de cartes? La discussion de groupe mène parfois à la conclusion que l'on pourrait s'attendre à ce que les piles a) et d) comportent un grand nombre de cartes, et les piles b) et c) un petit nombre. Les termes de «corrélation positive», de «corrélation négative» et de «non corrélation» sont introduits pour aider les élèves à réfléchir sur les types de relations qui existent entre les traitements et les effets. Cette activité fournit un exemple simple du type d'évaluation expérimentale des traitements qui sont au cœur de nombreux travaux de recherche en médecine, en agriculture et autres domaines. Si l'on ne comprend pas la notion de corrélation et les rapports de probabilité y associés, la majorité des rapports scientifiques destinés au grand public demeurent incompréhensibles. Ce type d'activité permet d'asseoir les bases de la compréhension de la recherche scientifique et de la participation à la croissance cognitive en général.

On notera, car c'est important, que, pendant ces cours de «science de la pensée», on ne demande jamais aux élèves d'écrire des notes sur les conclusions qu'ils ont tirées ni sur les connaissances qu'ils ont acquises. Très souvent, il n'y a aucun produit écrit, car les feuilles d'exercices sont simplement utilisées pour enregistrer les données issues de la matière première, afin de réfléchir aux relations. En fait, certains des enseignants qui pratiquent l'ACES encouragent même leurs élèves à jeter la feuille d'exercices à la fin du cours, pour bien leur faire comprendre que le vrai fruit de cet apprentissage est le changement, parfois infime, mais pourtant réel, qui affecte leur manière de penser. C'est là encore une différence entre les activités d'intervention de l'ACES et celles du programme d'enseignement traditionnel des matières scientifiques, une différence que certains enseignants ont beaucoup de mal à accepter, du moins au début.

INTÉGRER L'ACES DANS LE PROGRAMME D'ENSEIGNEMENT

L'ACES n'est pas une alternative au programme d'enseignement des sciences. En réalité, la difficulté pédagogique que présente la gestion de ces cours d'intervention et le fait qu'ils n'ont aucun contenu scientifique explicite suffisent à faire comprendre qu'ils ne peuvent se substituer à un enseignement des sciences traditionnel. En outre, le doute dans lequel certains cours de l'ACES laissent parfois les élèves est productif à petites doses, mais il pourrait bien devenir démotivant s'il constituait une caractéristique fondamentale des cours de sciences. L'ACES est décrit comme une intervention, parce qu'il s'agit bien d'une intervention dans le développement cognitif normal, et aussi dans le programme d'enseignement traditionnel des sciences. Les cours ACES sont dispensés à la place des cours de sciences

traditionnels une fois tous les quinze jours. Dans une année scolaire de trente-sept semaines, sans compter les jours fériés, les jours consacrés aux activités sportives, aux examens et autres, on peut proposer quinze ou seize de ces activités aux élèves, soit environ trente-deux au cours des deux ans que dure l'intervention.

Ce calendrier représente environ 20% du temps consacré aux sciences, et les enseignants disent parfois: «L'idée semble bonne, mais nous n'avons pas le temps de l'appliquer». On peut les comprendre, mais en vérité, pour ce qui est du contenu du programme d'enseignement, ils ne «perdraient» que très peu de temps. En effet, d'une part l'ACES couvre déjà certains des objectifs du programme, et d'autre part et surtout, la pensée de l'élève se développe, grâce à l'intervention, de telle sorte qu'il peut ensuite mieux comprendre le contenu du programme traditionnel, et l'assimiler en moins de temps. Par bonheur, les preuves abondent qui viennent étayer cette thèse, et cela suffit en général à convaincre les enseignants que le risque de «perdre» du temps disponible pour le programme d'enseignement vaut la peine d'être pris, au moins sur une base expérimentale.

Expérimentation et évaluation

Les conséquences de l'intervention ACES issue de notre projet original sur le développement cognitif des élèves et sur leur performance académique sont désormais commentées et reconnues – voir par exemple Adey et Shayer (1993,1994), et Shayer et Adey (1992a, et 1992b). Nous transcrivons ci-après un résumé de ces travaux avant de prendre en considération des résultats plus récents encore.

L'EXPÉRIMENTATION ENTRE 1984 ET 1987

A l'origine, notre choix s'était porté sur dix écoles représentant un large éventail de milieux sociaux et géographiques en Angleterre, afin de tester le matériel que nous avons déjà utilisé dans deux écoles polyvalentes de Londres. Nous nous proposons de résumer ci-après les résultats obtenus dans les dix classes expérimentales appartenant aux sept écoles qui ont suivi le programme, plus ou moins comme prévu, pendant deux ans. Dans chacune de ces écoles, une ou deux classes ont été qualifiées d'«expérimentales», et à partir de septembre 1985, leurs élèves ont pratiqué les activités de la science de la pensée décrites ci-dessus à raison d'une fois tous les quinze jours pendant deux ans. Parmi ces dix classes expérimentales, quatre étaient des classes de 7^{ème} (équivalent à des classes de 6^{ème} aux États-Unis), dont les élèves sont âgés de 11 ans et plus, et six étaient des classes de 8^{ème} (correspondant à la 7^{ème} aux États-Unis), dont les enfants sont âgés de 12 ans et plus. Dans chaque école, on a désigné des classes de contrôle parallèles en âge et en capacité. Les classes de contrôle ont suivi le programme d'enseignement des sciences traditionnel sans consacrer de temps à l'intervention ACES.

Toutes les classes – expérimentales et de contrôle – ont été soumises à un test de développement cognitif préalable, censé servir de base à toute mesure ultérieure de croissance cognitive, et aussi de référence lors de l'évaluation des différences initiales entre le groupe expérimental et le groupe de contrôle. A la fin des deux années d'intervention, toutes les classes ont été soumises à une épreuve terminale de développement cognitif ainsi qu'à un test de performance en sciences. Voilà qui a marqué la fin du programme d'intervention (et des travaux de recherche subventionnés), mais un an plus tard, nous sommes revenus dans ces écoles pour recueillir des informations sur la performance en sciences de tous les élèves. Un an plus tard encore, en juillet 1989, les classes qui avaient commencé l'intervention ACES en 8^{ème} année passaient leur GCSE (General Certificate of Secondary Education), c'est-à-dire leur certificat général d'études secondaires. C'est l'examen public national que doivent passer, à 16 ans, tous les élèves des écoles d'Angleterre et du Pays de Galles. Nous avons enregistré les notes obtenues en sciences, mathématiques et anglais par tous les élèves des classes expérimentales et de contrôle. Une année plus tard encore (juillet 1990), ceux qui avaient démarré l'intervention ACES en 7^{ème} année passaient aussi leur GCSE, et nous avons pris note de leurs résultats. Nous étions désormais en possession de données qui nous ont permis de comparer, sur une période relativement longue, a) la croissance cognitive et b) les résultats académiques d'élèves, dont certains avaient bénéficié de l'intervention ACES, tandis que les autres avaient suivi tout simplement le programme de sciences traditionnel.

Afin de mettre en lumière les différences individuelles des niveaux cognitifs de départ, toutes les données ont été traitées de la manière suivante: i) on a tracé la courbe de régression entre chaque mesure post-test (après l'intervention) et les mesures cognitives effectuées au préalable pour les groupes de contrôle; ii) à partir de ces courbes de régression, on a prédit le niveau des tests postérieurs pour chaque enfant du groupe expérimental comme s'il/elle ne présentait aucune différence avec un enfant du groupe de contrôle; iii) on a soustrait le niveau prédit de celui que l'on a véritablement obtenu. Cette différence constitue le gain résiduel (g.r.). Pour tous les groupes d'élèves, le gain résiduel moyen est une mesure de l'ampleur de la différence que présente leur développement ou apprentissage par rapport à celui d'un enfant du groupe de contrôle.

Pour faciliter les comparaisons, tous les résultats seront enregistrés en termes de gains résiduels. On notera que le gain résiduel est établi en fonction des groupes de contrôle et que, par définition, le gain résiduel moyen d'un groupe de contrôle doit être zéro. On prendra en considération les résultats de quatre groupes, à savoir: les garçons qui ont commencé à participer à l'intervention au début de leur 7^{ème} année (âgés de 11 ans et plus); les garçons qui ont commencé à participer à l'intervention au début de leur 8^{ème} année (âgés de 12 ans et plus), et les groupes de filles correspondants. Le tableau 1 indique, pour chacun de ces groupes, le gain résiduel moyen, l'écart type et, le cas échéant, le niveau de signification et la dimension de l'effet en unités d'écart type pour les tests postérieurs immédiats du développement cognitif, puis pour les performances en sciences ultérieures et les notes du GCSE obtenues jusqu'à trois ans après la fin de l'intervention.

On notera plusieurs caractéristiques de ces résultats, dont certaines sont évidentes et d'autres plus difficiles à déduire des chiffres bruts:

- Les effets immédiats semblent plutôt limités, cependant 1) les effets immédiats les plus récents obtenus en matière de développement cognitif sont beaucoup plus importants (voir ci-après), et 2) on constate une forte corrélation, sur une base individuelle, entre les gains cognitifs pendant le programme d'intervention de deux ans, et les gains ultérieurs, qui apparaissent dans les notes du GCSE.
- En dépit du caractère modéré des effets immédiats, on constate un effet à long terme, apparemment croissant, de l'intervention sur la performance académique des élèves. En principe, c'est ce que l'on peut espérer d'un programme d'intervention conçu pour accroître la capacité cognitive générale des élèves. Cette élévation des niveaux cognitifs aura pour effet, dès la fin de l'intervention, d'améliorer la capacité des élèves d'assimiler l'enseignement traditionnel. Cette amélioration devrait être cumulative, car plus l'apprentissage conceptuel est assimilé par l'élève, plus solide est la base sur laquelle il construit ses connaissances.
- On constate un effet important de «transfert invasif». En d'autres termes, un programme d'intervention mené par des enseignants en sciences au moyen d'activités présentant un fort contenu scientifique a produit des effets sur la performance des élèves en mathématiques et en littérature anglaise. C'est un effet que l'on ne constate que rarement dans la littérature psychologique, peut-

être parce très peu d'études ont consenti un aussi long terme à l'expérimentation et à l'évaluation. Ce transfert implique que l'intervention ACES a puisé dans une fonction très profonde de l'esprit et qu'il l'a influencée, ce qui exerce un effet très important sur le fonctionnement intellectuel des élèves.

TABLEAU 1. Gains résiduels indiqués par des tests successifs administrés au terme d'une intervention ACES de deux ans, en référence à des tests administrés avant l'expérience, septembre 1984.

	Groupe	Nombre	Gain moyen	Ecart type	Signification, p<	Dim.eff. (e.t)
Test cognitif postérieur immédiat, juillet 1987	garçons 11 ans	29	-0,21	0,95	–	–
	filles 11 ans	27	0,08	1,10	–	–
	garçons 12 ans	65	0,70	1,00	,001	0,75
	filles 12 ans	52	0,03	0,98	–	–
Performance scientifique un an après, juillet 1988	garçons 11 ans	37	2,72	15,45	–	–
	filles 11 ans	31	7,02	12,76	,020	0,60
	garçons 12 ans	41	10,46	16,60	,005	0,72
	filles 12 ans	36	4,18	14,41	–	–
GCSE 1989 sciences	garçons 12 ans	48	1,03	1,34	,005	0,96
	filles 12 ans	45	0,19	1,38	–	–
maths	garçons 12 ans	56	0,55	1,23	,005	0,50
	filles 12 ans	54	0,14	1,27	–	–
anglais	garçons 12 ans	56	0,38	1,27	,050	0,32
	filles 12 ans	57	0,41	0,96	,010	0,44
GCSE 1990 sciences	garçons 12 ans	35	-0,23	1,46	–	–
	filles 12 ans	29	0,67	1,36	,025	0,67
maths	garçons 12 ans	33	-0,21	1,59	–	–
	filles 12 ans	29	0,94	1,26	,005	0,72
anglais	garçons 12 ans	36	0,26	1,65	,025	–
	filles 12 ans	27	0,74	1,32	–	0,69

- Il semble qu'il y ait un effet interactif âge/sexe, car l'intervention s'est révélée plus efficace auprès des filles les plus jeunes et des garçons les plus âgés. Bien que cette notion vienne étayer un modèle de créneau cognitif pour la promotion des opérations formelles qui, conformément à leur maturité généralement plus précoce, se produit plus tôt chez les filles que chez les garçons, il faut rester prudent avant de tirer une telle conclusion. D'abord, le groupe des 11+ étaient en fait plus avancé en général que le groupe des 12+, de sorte que les deux groupes d'âge ont commencé l'intervention presque au même niveau de développement cognitif. Ensuite, les données plus récentes ne révèlent plus ce même effet sexospécifique.
- La répartition des gains dans n'importe lequel des groupes (qui ne figure pas ici, mais que l'on trouvera dans Adey et Shayer, 1994) est souvent bimodale. c'est-à-dire que certains élèves réalisent des gains très importants, autour de deux écarts types, tandis que les autres réalisent des gains à peine plus élevés que ceux des groupes de contrôle. Nous n'avons pas d'explication pour ce phénomène, mais peut-être est-il dû à l'adaptation des divers types motivationnels de chaque élève aux méthodes de la science de la pensée (Leo & Galloway, 1995).

RÉSULTATS PLUS RÉCENTS

Les résultats dont nous avons fait état jusqu'à présent étaient ceux de l'expérimentation initiale, dans le cadre de laquelle nous avons pu mesurer les effets du programme sur des classes expérimentales données par rapport aux résultats de classes de contrôle dans les mêmes écoles, enseignées par les mêmes enseignants. L'inconvénient, cependant, était que nous n'avons obtenu que des chiffres relativement peu élevés, parce que nous n'avons pu recueillir des données que dans une ou deux classes dans chaque école; nous étions encore en train de chercher une méthode pour former les enseignants, et ces derniers travaillaient sur le projet en totale isolation au sein de leur école.

Après la publication, en mai 1991, des effets à long terme du programme sur les résultats du GCSE, la demande s'est beaucoup accrue, car les écoles souhaitent disposer du matériel et des méthodes qui leur permettraient de reproduire ces résultats. Depuis lors, nous avons dispensé une série de cours de pédagogie pour les enseignants en exercice, afin de les familiariser avec la méthode. Cette formation professionnelle est décrite d'une manière plus détaillée dans la partie intitulée «Perfectionnement professionnel des enseignants dans le cadre de l'ACES». Bien que nous recueillions désormais beaucoup de données, il existe une grande différence entre ces nouvelles expérimentations et la première, car, comme nous disposons maintenant d'une méthode dont nous savons qu'elle est efficace, nous ne pouvons pas, pour de simples raisons d'éthique, la refuser à une classe sous prétexte qu'elle doit faire office de classe de contrôle. Pour analyser les nouvelles données, on peut donc comparer les gains réalisés par les écoles qui ont appliqué l'ACES aux normes nationales établies dans l'enquête de *Chelsea* (voir ci-dessus). Après la première cohorte d'écoles qui ont participé au programme, nous avons pu recueillir des données issues de tests préalables et de tests postérieurs concernant les niveaux de développement cognitif de soixante-trois classes dans huit écoles. Le tableau 2 montre une synthèse des effets du gain résiduel moyen dans chaque école par rapport aux normes nationales.

TABLEAU 2. Effets du développement cognitif: gain résiduel dans huit écoles ayant participé à la formation ACES, 1991-93.

École	Âge de départ	Eff. (unités.s)	École	Âge de départ	Eff. (unités.s)
1	>11 ans	0,67	5	>12 ans	0,80
1	>12 ans	0,76	6	>11 ans	1,00
2	>11 ans	0,69	7	>11 ans	0,29
3	>11 ans	1,12	8	>12 ans	1,26*
4	>11 ans	1,12			

* Chiffre incertain, comparé au groupe de 9^{ème} précédent.

Nous avons étudié l'effet produit dans chacune des soixante-trois classes. Dans l'une d'elles, l'effet négatif était important, et il était sans doute attribuable à une erreur commise lors de l'administration du test préalable. Dans quatre d'entre elles, l'effet négatif était négligeable. Dans trois autres, l'effet positif n'atteignait

pas 0,3 unité. Dans les cinquante-cinq classes restantes, l'effet positif de l'intervention ACES sur le taux de développement cognitif des enfants était considérable. Comme nous l'avons déjà démontré précédemment, les gains cognitifs obtenus au cours de la période d'intervention ont une influence sur la performance académique postérieure.

Au Royaume-Uni, le gouvernement a institué une série d'examens nationaux multidisciplinaires qui sont administrés aux élèves à la fin de chaque «stade clé» de l'enseignement, c'est-à-dire à la fin de la 2^{ème}, de la 6^{ème} et de la 9^{ème} années, lorsque les enfants sont respectivement âgés de 7, 11 et 14 ans. Ces examens sont désignés sous le nom de «*Key Stage National Curriculum Test – KSNCT*» ou Examen national à la fin d'une étape clé. Pour les écoles qui ont recours à la science de la pensée pendant la 7^{ème} et la 8^{ème} année, le KS3 NCT (3^{ème} étape) que les élèves passent en fin de 9^{ème} constitue une mesure intéressante de la performance académique un an après la fin de l'intervention. En 1995 et 1996, nous avons pu recueillir des données sur la performance académique des écoles ayant appliqué l'intervention et les comparer avec celles d'écoles ordinaires, pour ce qui était du KS3 NCT, et des résultats obtenus au GCSE par les élèves qui avaient participé à l'expérience ACES en 1991-93. Nous commenterons d'abord les résultats obtenus au KS3.

Dans les figures 3a, 3b et 3c, chaque point représente une école. L'axe horizontal x représente la moyenne des notes obtenues par les élèves qui entrent en 7^{ème} (première année de secondaire), en fonction des niveaux de développement cognitif exprimés en pourcentage de la moyenne nationale. C'est une mesure du niveau moyen de capacité d'apprentissage des élèves de l'école, qui reflète des facteurs tels que les conditions économiques et sociales prévalant dans les environs, et l'éventuelle existence d'écoles sélectives dans la zone, qui seraient fréquentées par les meilleurs élèves. Il se trouve que presque toutes les écoles, pour lesquelles nous disposons à présent de données, se situent dans la moitié inférieure de la fourchette de capacité des élèves. L'axe vertical y est la mesure de la réussite au KS3 NCT. Ces tests sont notés selon le système de notation de l'examen national qui va de 1 à 10 (ou même, dernièrement, de 1 à 8 et plus). Le pourcentage des élèves obtenant 6 ou plus au KS3 est souvent considéré comme une mesure de la réussite de l'école. Pour que le graphique soit longitudinal, toutes les notes sont exprimées en pourcentage. C'est la raison pour laquelle les échelles des axes ne présentent pas d'intervalles égaux.

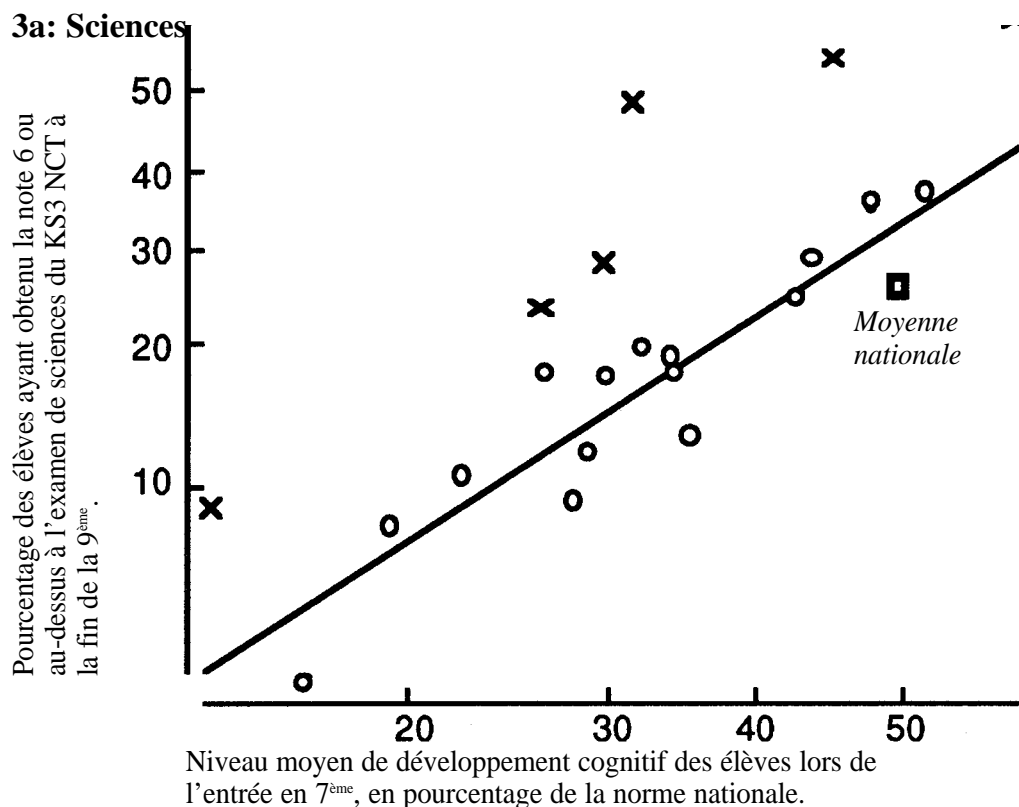
Dans chaque graphique, la ligne de regression unit les points représentant les écoles de contrôle uniquement (c'est-à-dire celles qui n'appliquent pas l'ACES). Elle indique, et il n'y a là rien de surprenant, que la réussite au test de l'étape clé 3 est étroitement liée à la capacité d'apprentissage des élèves. Ce qui est surprenant, en revanche, c'est que la presque totalité des données dont nous disposons jusqu'à présent indiquent que les écoles ayant appliqué l'ACES se situent au-dessus, souvent même très au-dessus, de la ligne de regression des écoles de contrôle. Ce qui signifie que, quel que soit le niveau de capacité d'apprentissage des élèves, les écoles appliquant l'ACES confèrent une valeur académique accrue à leurs élèves, dans une mesure beaucoup plus grande que ne le font les écoles de contrôle. Même en anglais, où les points sont distribués plus largement compte tenu de la moindre fiabilité de l'évaluation, toutes les écoles ayant appliqué

l'ACES se situent au-dessus de la moyenne des écoles de contrôle. L'effet est équivalent à une adjonction d'environ trente pour cent à la performance académique moyenne de l'école.

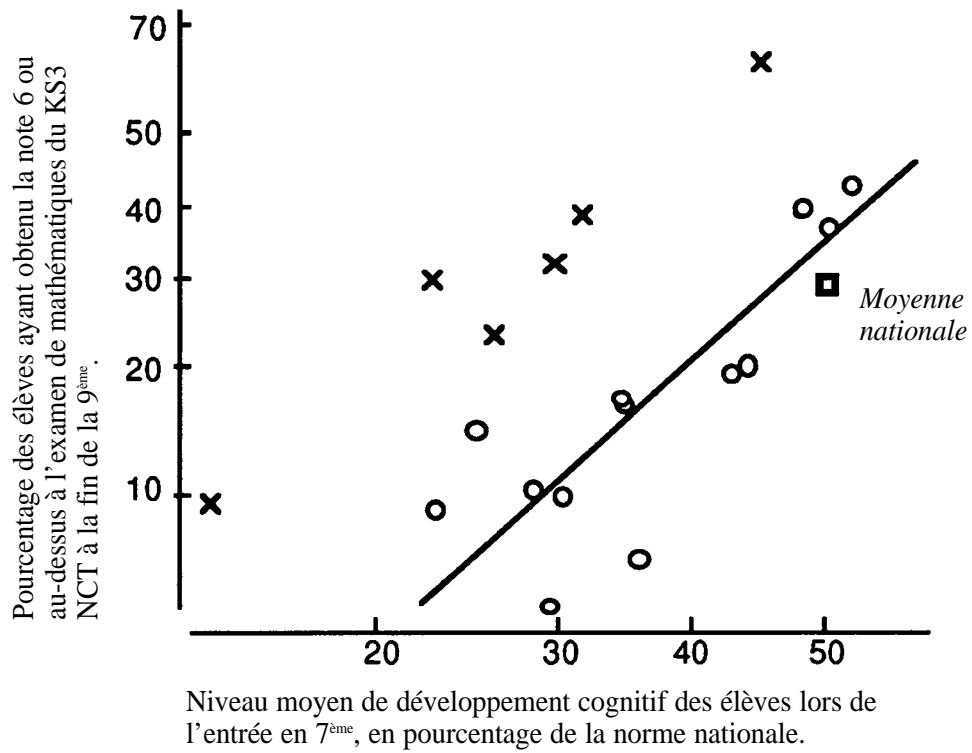
Les résultats au GCSE obtenus en 1995 par les élèves qui avaient pratiqué l'ACES pendant trois ans auparavant présentent un schéma assez semblable, bien que les écoles pour lesquelles nous disposons de données soient moins nombreuses pour le moment. Le schéma est analysé exactement de la même manière que les données relatives au KS3, sauf que la mesure utilisée pour déterminer la réussite moyenne au GCSE est le pourcentage des élèves qui ont obtenu les notes A, B ou C, sur une fourchette allant de A à G plus («a échoué»). Les notes allant de A à C sont en général considérées comme déterminant un bon niveau de réussite à cet examen et comme une raison de poursuivre des études dans la discipline. Les graphiques 4a à 4c résument les résultats obtenus au GCSE en 1995.

De toute évidence, par rapport à la norme dans les écoles de contrôle, l'intervention ACES a systématiquement conféré une valeur académique accrue aux élèves d'un niveau cognitif de départ donné, et l'effet sur la pensée de l'élève se manifeste au-delà du contexte scientifique dans lequel s'applique l'intervention. Nous ne sommes pas absolument certains de la nature précise de cet effet, et nous traiterons, dans la dernière partie de cette essai, de la relation entre les hypothèses théoriques sous-jacentes et les résultats obtenus.

FIGURE 3. Relation entre le niveau cognitif lors de l'entrée à l'école et les résultats obtenus au test KS3 NCT en fin de 9^{ème} dans les écoles ayant appliqué l'ACES (x) et dans les écoles de contrôle (o).



3b: Mathématiques



3c: Anglais

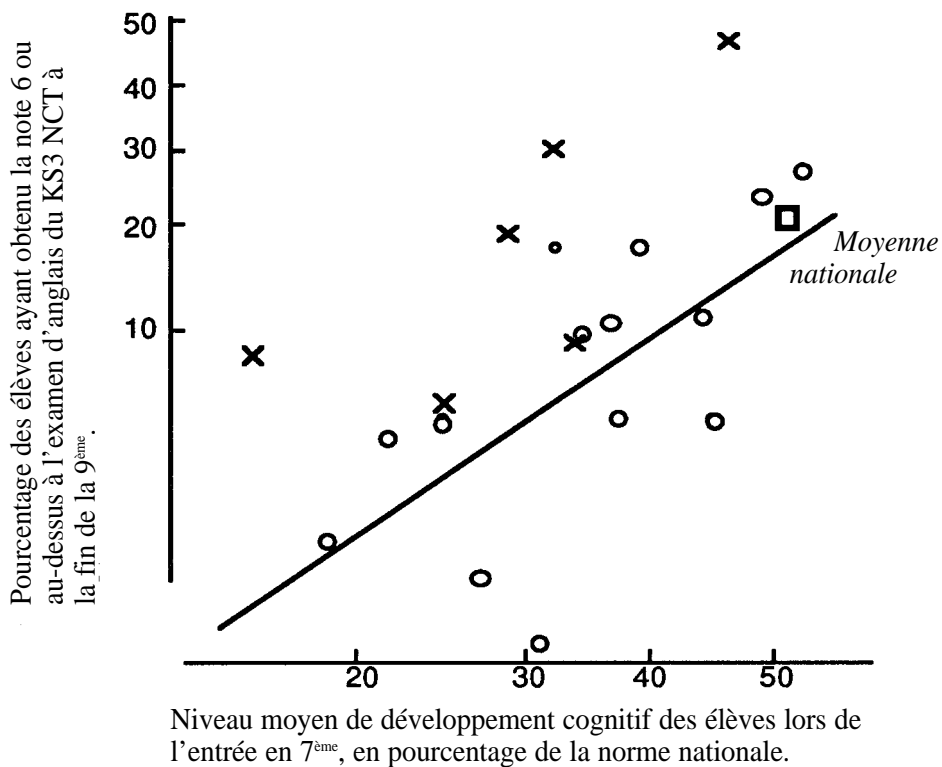
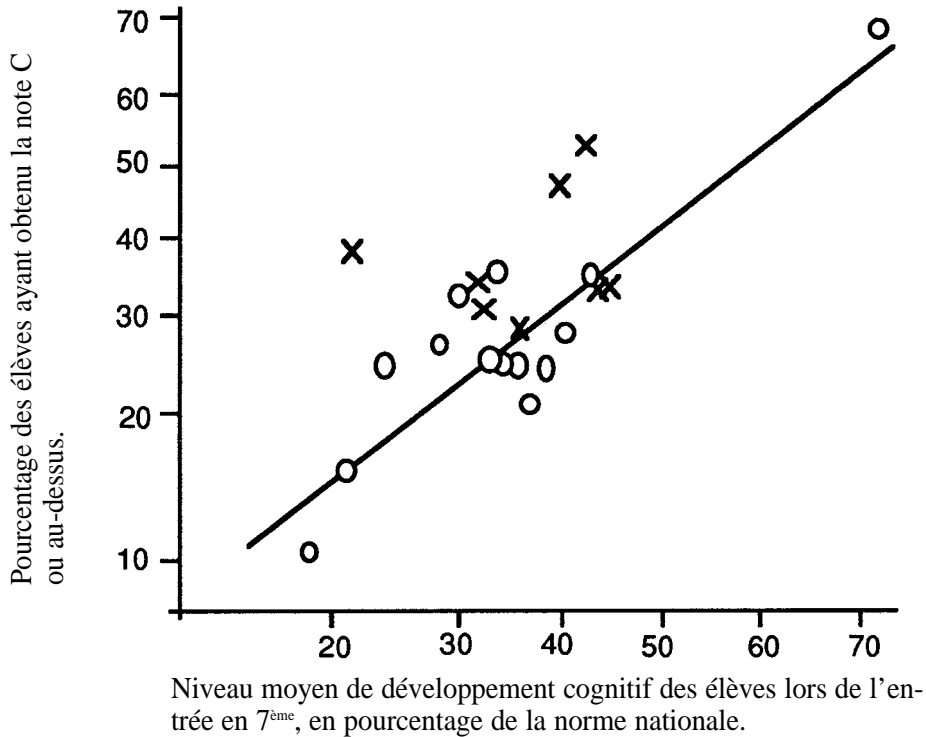
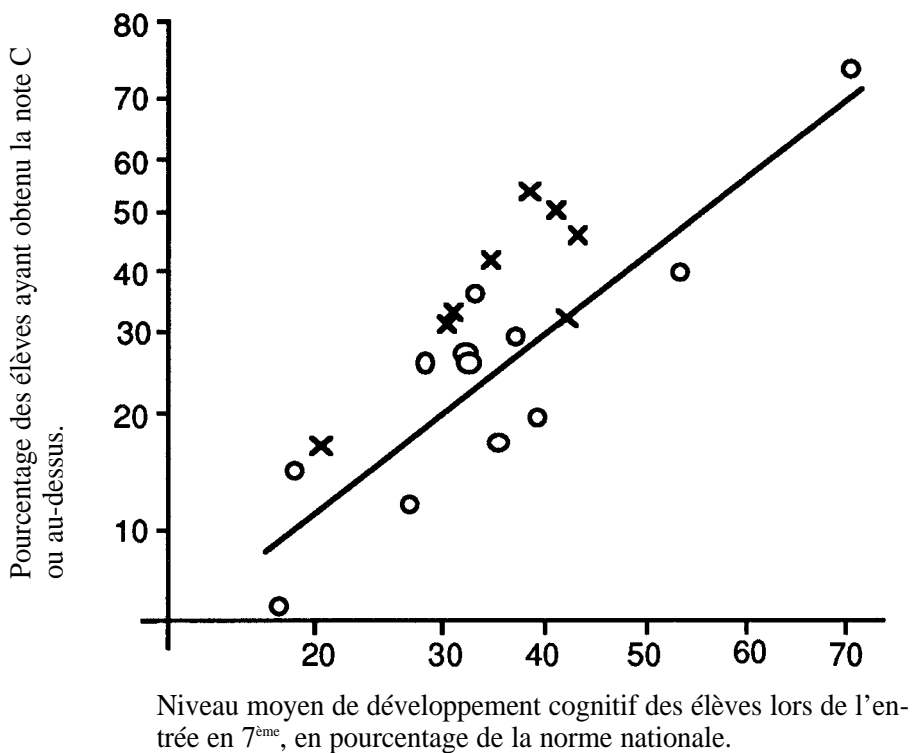


FIGURE 4. Relation entre le niveau de développement cognitif lors de l'entrée à l'école et les résultats obtenus à l'examen GCSE en fin de 11^{ème} dans les écoles ayant appliqué l'ACES (x) et dans les écoles de contrôle (o).

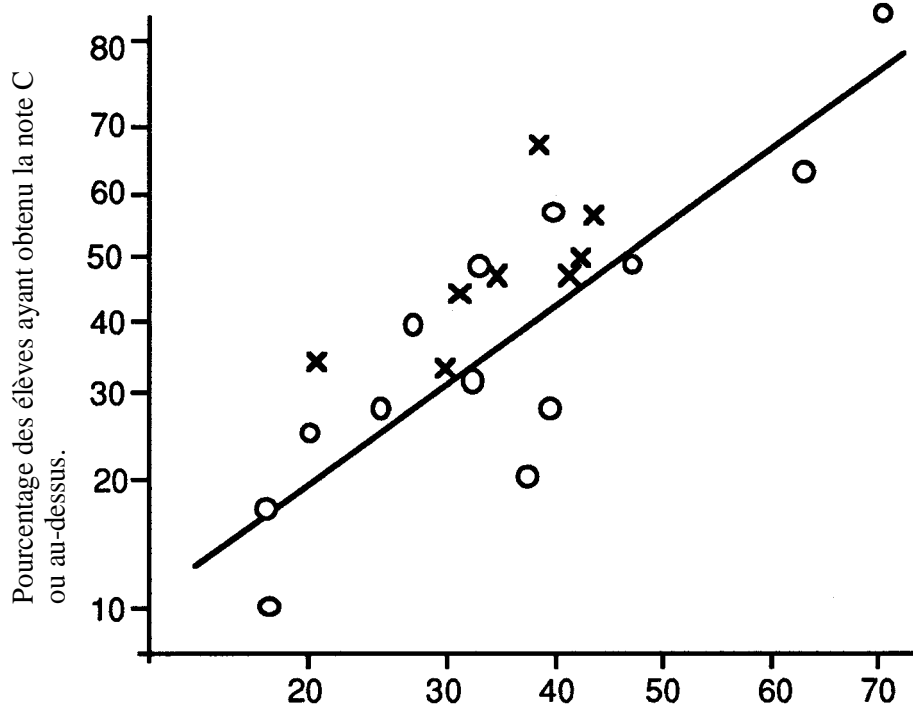
4a: Examen de sciences du GCSE, 1995



4b: Examen de mathématiques du GCSE



4c: Examen d'anglais du GCSE



Niveau moyen de développement cognitif des élèves lors de l'entrée en 7^{ème}, en pourcentage de la norme nationale.

Perfectionnement professionnel des enseignants dans le cadre de l'ACES

Nous avons déjà suffisamment évoqué la nature de l'intervention ACES pour que l'on comprenne qu'enseigner aux enfants à penser est un exercice subtil et complexe que l'on ne saurait réduire à une série d'activités pédagogiques spécifiques. Il n'existe d'ailleurs pas de programme d'enseignement totalement adapté aux enseignants, tout simplement parce que l'enseignement est une entreprise humaine et sociale entraînant une myriade d'interactions diverses entre enseignant et élève. Pour que l'enseignement soit efficace, chaque enseignant doit trouver le moyen de travailler avec l'immense diversité des personnalités et des intelligences qu'il rencontre chaque jour.

Si ces principes s'appliquent à l'enseignement en général, ils s'appliquent plus encore à l'enseignement au service de la pensée. Nous devons déterminer quels sont les besoins d'un enseignant de la pensée dans l'exercice de sa profession, comprendre la formation et l'expérience qui sont les siennes et décider de la manière dont on peut combler le fossé entre les premiers et les dernières. Nous envisagerons brièvement la formation initiale, mais nous nous pencherons surtout sur le perfectionnement en cours d'emploi des enseignants en exercice et sur le programme particulier qui a été mis au point dans le cadre de l'intervention ACES.

LES BESOINS

Que demande-t-on aux enseignants de la pensée? L'enseignement visant à développer les facultés de raisonnement des enfants est la parfaite antithèse de celui qui s'appuie sur la mémorisation d'un contenu factuel. Le développement de la pensée critique, ou d'un raisonnement de niveau plus élevé chez les enfants exige, par définition, que ces enfants aient l'occasion d'exercer leur esprit, de s'engager dans une évaluation critique, de risquer de s'exprimer dans un climat amène, et de voir ensuite leurs opinions discutées d'une manière à la fois rationnelle et respectueuse. Il faut donc instaurer dans la classe un climat intellectuellement rigoureux, mais aussi sûr et amical, afin que les enfants se sentent suffisamment confiants pour prendre des risques cognitifs. Pour instaurer un tel climat, l'enseignant doit:

- disposer d'objectifs précis quant aux types de raisonnements qu'il cherche à développer dans le cours;
- être quelque peu familiarisé avec la théorie sous-jacente de l'accélération cognitive;
- comprendre en profondeur l'éventail des raisonnements et des arguments exprimés par ses élèves, et si possible, évaluer les niveaux intellectuels des arguments avancés par chacun d'entre eux;
- maîtriser une série de techniques telles que la question judicieuse, la suspension du jugement, le lancement du défi approprié à l'enfant et la capacité d'interpréter ses réponses pour connaître le type de pensée auquel il a recours.

Cette liste de «besoins» apparaît comme un programme de spécialisation pour chaque enseignant plutôt que comme un type d'enseignement radicalement différent de l'enseignement traditionnel. À vrai dire, tous les bons enseignants devraient avoir des objectifs précis, bien connaître le matériel qu'ils emploient, être à l'écoute des besoins des enfants et maîtriser la technique des questions et d'autres encore. Cependant, s'agissant de favoriser le développement de la capacité de raisonnement de l'enfant, chacune de ces aptitudes doit s'élever à un degré supérieur ou s'appliquer à des méthodes assez particulières et à des matériels distincts de ceux du programme d'enseignement traditionnel.

FORMATION PÉDAGOGIQUE INITIALE

Est-il réaliste de vouloir inclure l'acquisition d'aptitudes aussi spécialisées dans la formation initiale des enseignants? Celle des enseignants du primaire et du secondaire comporte déjà un programme très dense de perfectionnement des contenus, d'acquisition de techniques pédagogiques et de gestion, de confiance en soi, de théories pédagogiques et de notions fondamentales sur les objectifs de l'éducation. Que la composante pédagogique de la formation soit concentrée sur un programme de formation professionnelle d'une année, ou qu'elle soit progressivement dispensée sur une période plus longue correspondant à un cours d'enseignement supérieur, elle ne peut pas prétendre faire plus que de doter les enseignants des compétences et de la confiance dont ils ont besoin, et de faire office de processus de sélection pour tenter d'évincer de la profession ceux qui sont le moins aptes à l'exercer. Pour être efficace, l'enseignement du raisonnement exige un niveau de compétences et une expérience qui, de par leur nature, ne peuvent résulter d'un programme de formation pédagogique initial. Il arrive que certains enseignants soient naturellement «doués» et que, grâce à leur propre expérience d'élèves ou d'enfants simplement, ils aient acquis à un degré inhabituel la capacité d'aider les autres à développer leur capacité mentale, mais c'est de la majorité des étudiants en pédagogie dont nous traitons ici, qui, en principe, ne démontrent pas spontanément des talents aussi exceptionnels.

Certes, il serait souhaitable d'introduire certaines références à l'accélération cognitive dans les cours de formation pédagogique initiale, ne serait-ce que pour sensibiliser les étudiants à des possibilités futures, mais il ne faut pas trop attendre des effets de ces séances d'introduction sur les compétences pratiques de l'aspirant enseignant. Dans le cours supérieur de formation professionnelle initiale qui dure un an, qui est destiné aux enseignants des sciences et que nous dispensons à *King's College* à Londres, nous consacrons une journée aux méthodes et aux matériels de la Science de la pensée. Chaque année, la réaction des étudiants va d'un extrême à l'autre. Il y a ceux qui pensent que c'est le meilleur cours de l'année. «Pourquoi» demandent-ils, «ne pas nous avoir parlé de ces concepts auparavant? Pourquoi ne pas les appliquer à l'ensemble de l'enseignement?». Et puis il y a ceux qui y voient un fratras théorique n'ayant aucun lien avec leurs véritables préoccupations en matière de gestion de classe et d'enseignement des contenus.

D'un point de vue réaliste, on ne peut espérer former des enseignants de la pensée lors de la formation pédagogique initiale. Cependant, on peut sensibiliser les étudiants à la question et indiquer à ceux qu'elle intéresse les possibilités futures qui s'offrent à eux. Il faut compter quelques années de pratique pour bien asseoir les compétences en matière de gestion de la classe et de connaissance du contenu pédagogique. L'enseignant pourra ensuite songer à se perfectionner sur le plan professionnel, approfondir sa compréhension, et accroître ses compétences jusqu'au niveau requis pour stimuler efficacement la cognition générale des enfants.

PERFECTIONNEMENT PROFESSIONNEL EN COURS D'EMPLOI

Compte tenu de ce qui précède, on peut déduire que l'acquisition des compétences pédagogiques indispensables à l'enseignement en vue de l'accélération cognitive des élèves est fonction de la capacité des enseignants de se perfectionner en suivant des formations complémentaires en cours d'emploi. Certes, les problèmes inhérents à la motivation pour suivre ce type de formation, à son financement et à sa reconnaissance sont gigantesques, et cette monographie se concentre uniquement sur la théorie et la pratique sous-jacentes, que nous avons mises au point dans le cadre de l'ACES.

Recherche concernant l'efficacité des formations en cours d'emploi

Maints travaux de recherche ont tenté de cerner les facteurs qui font obstacle à l'efficacité des formations en cours d'emploi visant à modifier les méthodes d'enseignement. Selon Joyce et Showers (1980, 1988) un programme de formation en cours d'emploi conçu pour introduire une nouvelle méthode devrait:

- fournir des **informations** et une théorie concernant la méthode;
- prévoir la **démonstration** de la méthode par les formateurs;
- offrir aux participants l'occasion de la **mettre en pratique** pendant l'atelier;
- fournir une **information en retour** aux participants concernant leur performance pratique;
- leur offrir un **tutorat** lors de l'application de la méthode dans leur classe.

Joyce et Showers ont aussi fait observer que, de l'application d'un tel programme, on pouvait éventuellement attendre les résultats suivants:

- les enseignants acquièrent une meilleure **connaissance** de la méthode;
- leurs **compétences** s'accroissent s'agissant de l'appliquer. En d'autres termes, ils en sont davantage capables;
- leur **pratique de l'enseignement** s'en trouve modifiée. A ne pas confondre avec l'acquisition des compétences. En fait, non seulement ils peuvent appliquer la méthode, mais ils l'appliquent automatiquement.

Joyce et Showers ont entrepris une méta-analyse d'environ 200 études concernant les effets du perfectionnement du personnel enseignant. Ils expriment leurs conclusions sans ambiguïté. Elles sont résumées dans le Tableau No. 3.

TABLEAU 3. Effet moyen, en unités d'écart type, de diverses procédures de perfectionnement de l'enseignant sur les éventuels résultats de la formation en cours d'emploi.

Résultat:			
Caractéristique du cours	Connaissances	Développement des compétences	Pratique
Fourniture d'information	0,63	0,35	0,00
• démonstration	1,65	0,26	0,00
• mise en pratique		0,72	0,00
• information en retour	1,31	1,18	0,39
• tutorat à l'école	2,71	1,25	1,68

Source: Joyce et Showers, 1988, p.71.

On notera qu'il s'agit là d'effets cumulatifs. Ainsi, nous ne disposons pas d'information sur l'effet relatif du tutorat qui n'inclut pas d'élément théorique; il est donc sage de s'abstenir de supposer que «la pratique est tout». En fait, l'expérience tend à montrer que c'est tout le contraire: si on n'offre pas aux enseignants la possibilité de comprendre pourquoi on leur demande de modifier leur pratique de l'enseignement, il s'y résoudront beaucoup plus difficilement. Cependant, le message qui se dégage des travaux de Joyce et Showers est clair. La formation d'un jour dispensée dans une université ou un centre de perfectionnement professionnel n'aura pas le moindre effet, aussi bien structurée et organisée qu'elle soit. La contribution des tuteurs dans les écoles est indispensable. Ces conclusions de la recherche viennent étayer l'expérience des formateurs d'enseignants en cours d'emploi qui s'entendent souvent dire: «Vos idées semblent excellentes, exprimées dans cette belle université, mais elles ne pourraient pas être appliquées dans l'école où j'exerce/ sur mes élèves». Beaucoup d'enseignants souhaitent, et c'est bien normal, que nous les convainquions que la théorie peut être appliquée dans leurs écoles, et le seul moyen d'y parvenir est d'aller travailler avec eux dans leur classe et de les aider à y appliquer l'enseignement de la pensée.

Formation professionnelle dans le cadre de l'ACES – apprendre par l'expérience et la recherche

Le programme de perfectionnement professionnel en cours d'emploi que nous avons conçu pour faire connaître l'ACES dans les écoles prend très au sérieux les résultats des travaux de Joyce et Showers, et il comprend des éléments de théorie, de pratique et aussi le tutorat des enseignants dans les écoles. Il comprend aussi des notions de gestion du changement dans les écoles.

Nous l'avons déjà dit, les méthodes de l'ACES s'inspirent des idées de Piaget relatives au conflit cognitif et à l'équilibration, et des idées de Vygotsky, relatives à la construction sociale et à la réflexion métacognitive sur le développement de la pensée propre. C'est pourquoi les méthodes que les enseignants doivent mettre en pratique, tout en étant expliquées par écrit, sont issues d'une théorie qu'il est indispensable d'avoir comprise pour utiliser à bon escient les compétences nécessaires.

Aucun guide pour enseignants, aussi bien fait soit-il, ne peut leur transmettre la richesse de l'expérience en classe qui leur est nécessaire pour élever de manière permanente le niveau de pensée général des élèves. Quel que soit le perfectionnement auquel ils aspirent dans l'exercice de leur profession, les enseignants doivent en principe comprendre le processus d'apprentissage; cependant, s'agissant de l'intervention visant la croissance cognitive de l'élève, c'est absolument essentiel. L'enseignant doit être à même de «lire» une réponse individuelle ou encore le progrès accompli pendant un cours, en fonction des niveaux de compréhension démontrés par les élèves et du défi qui leur a été lancé. Il doit aussi pouvoir leur offrir la stimulation dont ils ont besoin dans le contexte du cours et des objectifs cognitifs du programme. Ce processus ne répond à aucune règle spécifique et l'enseignant ne peut s'appuyer que sur sa compréhension croissante des principes de l'intervention ainsi que sur ses compétences professionnelles normales.

La construction à des fins propres de méthodes d'intervention est liée au sens de propriété que l'enseignant acquiert en appliquant les nouvelles méthodes. Tant qu'il n'a pas «fait sienne» la méthode, par le biais de sa propre interprétation idiosyncratique, influencée par sa propre personnalité et par l'environnement particulier de l'école, cette méthode ne sera qu'une «compétence rajoutée» qu'il perdra aisément lorsque la stimulation externe que constitue le programme de perfectionnement en cours d'emploi aura disparu. C'est l'enseignant qui crée et qui gère le programme d'enseignement dans la classe. Lorsqu'il a véritablement «pris possession» de la méthode d'accélération cognitive, il peut alors l'intégrer naturellement dans ce programme.

Le programme de perfectionnement professionnel (PP) de l'ACES est un cours de deux ans, parallèle à l'application initiale du programme de deux ans d'enseignement de la science de la pensée. Au cours de ces deux ans, les enseignants consacrent environ huit journées à leur formation dans notre centre de perfectionnement en cours d'emploi, et cinq ou six demi-journées supplémentaires, au cours desquelles nous travaillons avec eux dans leur classe. Le tableau 4 résume un programme type complet de ce perfectionnement. Le temps consacré, notamment, aux visites des tuteurs (experts en formation à l'ACES) dans les écoles rend ces programmes particulièrement onéreux. Ainsi, un programme de deux ans coûte en moyenne 6000 dollars des États-Unis par école. Au Royaume-Uni, la formation en cours d'emploi est désormais financée par des subventions accordées à chaque école afin qu'elle puisse gérer son propre budget dans ce domaine. Très souvent, les écoles considèrent que le perfectionnement ACES en cours d'emploi est un investissement rentable, que ce soit sur le plan du perfectionnement professionnel des enseignants en général, ou sur celui de l'amélioration de la performance des élèves.

Qui participe à ces cours? Par principe, et c'est très important, nous ne travaillons pas avec un seul enseignant, mais uniquement avec l'ensemble des enseignants en sciences dans une école. Souvent, nous devons expliquer au Directeur de l'école que, s'il souhaite que toute l'école s'intéresse à l'intervention, il est indispensable que tous les enseignants en sciences participent au programme. Nous avons renoncé – et nous ne sommes pas les seuls – à travailler avec un seul enseignant, car aussi enthousiaste qu'il soit, il se heurtera à des difficultés insurmontables à l'heure d'appliquer une méthode pédagogique entièrement nouvelle dans un environnement scolaire où tous ses collègues continueront d'enseigner précisé-

ment selon les méthodes traditionnelles. Il n'est pas réaliste d'imaginer qu'un seul enseignant puisse transmettre le contenu du programme de perfectionnement à ses collègues dans l'école, car par définition, il ou elle ne se situera qu'à un niveau légèrement plus élevé que ses collègues. Or, pour bien enseigner, il faut d'abord maîtriser très profondément la théorie et la pratique de ce que l'on enseigne. Par contre, si nous travaillons avec l'ensemble d'un département, la probabilité de voir les nouvelles méthodes et les nouveaux objectifs pédagogiques s'intégrer dans la culture de ce département et de l'école est beaucoup plus importante. Cette intégration en profondeur permettra de convaincre les membres du personnel enseignant qui, à l'origine, feraient preuve de scepticisme, ou de réticence au changement.

Etant donné qu'il n'est pas aisé pour une école de détacher tous ses enseignants en sciences pour qu'ils puissent participer aux journées du centre, qui ont lieu pendant des journées scolaires normales, l'école détache en principe deux enseignants. L'un d'eux est en général le coordonnateur ACES de l'école et l'autre est choisi selon un principe de rotation, de sorte que c'est une personne différente chaque fois. Ce système permet l'instauration d'un équilibre entre la continuité et la familiarisation du plus grand nombre possible d'enseignants du département avec le programme de perfectionnement. Pour compléter notre contribution dans l'école, les coordonnateurs de l'ACES sont encouragés à mettre au point leurs propres plans d'application, y compris les séances de perfectionnement à l'école qu'ils dispensent eux-mêmes. Afin d'atténuer la difficulté mentionnée plus haut, à savoir que l'enseignant doit pallier le fait qu'il ne se situe, en réalité, qu'à un niveau légèrement supérieur à celui de ses collègues, a) nous mettons à profit une partie du temps que nous passons à l'école pour aider le coordonnateur à concevoir et à dispenser ses cours de perfectionnement à l'école et b) nous dotons chaque école d'une enveloppe complète de matériel de perfectionnement (Adey, 1993).

L'enveloppe «CASE INSET» (Formation à l'ACES en cours d'emploi) a été mise au point après que notre première cohorte d'écoles et de formateurs ait achevé son cycle (1991-93). Cette enveloppe s'inspire des séances que nous avons mises au point au cours de ces deux années et elle doit beaucoup aux contributions de ce groupe particulier de formateurs. Elle comprend:

- un mode d'emploi et un avertissement quant à ce que l'on peut et ce que l'on ne peut pas attendre, raisonnablement, d'une enveloppe de matériel imprimé et de matériel audio-visuel;
- une liste des formateurs confirmés auxquels il est possible d'avoir recours, le cas échéant;
- une cassette video comprenant une introduction au projet destinée tant aux parents et au directeur de l'école qu'aux enseignants, et une série d'extraits de cours types de science de la pensée afin d'illustrer des concepts tels que le conflit cognitif, la construction et le transfert;
- un cours de perfectionnement professionnel, dont chaque séance aborde un point de théorie et un sous-ensemble d'activités relatives à la science de la pensée. Le cours comprend aussi un matériel de tutorat, des transparents pour projection, des références à la video et des exercices pour les enseignants. Ces exercices consistent en dix séances de 90 minutes, mais il est suggéré de les présenter sous d'autres formats au cas où l'on dispose de demi-journées ou de journées entières;

- du matériel divers. Il s'agit de notes détaillées fournissant des informations de base sur des aspects particuliers du modèle théorique sous-jacent, telles que les phases du développement cognitif de Piaget, la zone de développement proximal de Vygotsky, les cinq piliers de la sagesse de l'ACES, les normes nationales de développement cognitif et les mesures de valeur ajoutée.

Nous dispensons aussi un programme de formation parallèle pour les formateurs à l'ACES. Ces formateurs viennent souvent des facultés de pédagogie des universités, des services consultatifs des pouvoirs locaux, des écoles concernées, ou encore ce sont des consultants indépendants. Certains directeurs estiment que le fait que leur école devienne un centre d'apprentissage en ACES constitue un avantage. Les formateurs assistent à un grand nombre des mêmes séances que les enseignants des écoles, mais ils doivent aussi participer à des séances qui leur sont propres et qui sont consacrées à la gestion du changement dans les écoles, à la recherche en matière de perfectionnement professionnel et à l'élaboration de plans d'action destinés aux programmes de formation qu'ils proposent de dispenser. Nos «visites» aux formateurs ont pour objectif de les observer et de les soutenir dans leur travail avec les enseignants. Les lauréats du programme destiné à la formation des formateurs sont accrédités pour dispenser eux-mêmes leur propres cours de formation à l'ACES. Nous ne conseillons pas aux formateurs de former d'autres formateurs, car nous estimons qu'il y aurait là un effet multiplicateur de trop.

ÉVALUATION DU PERFECTIONNEMENT PROFESSIONNEL

En général, on peut évaluer l'efficacité du programme de perfectionnement professionnel à l'aune des gains académiques des élèves des écoles qui y participent. (Voir la section intitulée «Expérimentation et évaluation»). Cependant, l'établissement d'un lien particulier entre le cours de perfectionnement professionnel, le perfectionnement de la pratique des enseignants et les gains cognitifs réalisés par les élèves constitue une forme d'évaluation beaucoup plus complexe. Nous avons pourtant commencé à l'appliquer, compte tenu d'un certain nombre de facteurs tels que l'appui de la direction, l'appropriation de la méthode par les enseignants, leur compréhension de la théorie, et les niveaux de communication au sein de l'école en tant que variables assurant la médiation entre l'apport du cours de perfectionnement professionnel et les résultats en termes de changement pour l'enseignant et pour l'élève. Les données sont rassemblées au moyen d'entrevues, de questionnaires et d'observation, et les résultats préliminaires laissent entrevoir d'importantes corrélations: a) entre la mesure dans laquelle les enseignants ont véritablement recours à l'ACES et les effets sur les enfants à qui ils enseignent; b) entre le volume des discussions pertinentes qui ont lieu dans l'école concernant ces méthodes et l'effet général sur l'école; c) entre la motivation des responsables de la direction de l'école pour appliquer l'ACES et l'effet du programme à long terme. L'évaluation continue du programme de perfectionnement professionnel demeure un grand domaine de recherche.

TABLEAU 4. Programme type de perfectionnement professionnel dans le cadre de l'ACES: durée: deux ans.

Année/mois	Dans le centre	A l'école	Objectifs/activités
1-juin	2 jours		Introduction à la théorie sous-jacente. Réalisation des six premières activités. Programme d'évaluation et administration du test préalable. Mise au point du projet de chaque école.
1-septembre		½ journée	Rencontre avec le Directeur. Rencontre avec tous les enseignants en sciences, esquisse des principes, du calendrier et des conditions requises. Prévoir suffisamment de temps pour les questions, afin que chacun puisse faire part de ses préoccupations.
1-sept.-dec.		½ journée	Tutorat et/ou enseignement de groupe avec les enseignants qui commencent l'application du programme dans leurs classes.
1-janvier	2 jours		Information en retour des écoles qui ont commencé le programme. Approfondissement de la théorie. Activités suivantes. Questions liées à la gestion du changement dans les écoles.
1-jan.-juin		½ journée	Tutorat et/ou enseignement de groupe avec les enseignants dans leur classe. Eventuellement, réunions avec tout le département.
1-mai	3 jours		Conférence dans le centre: une journée pour les seuls participants au programme de perfectionnement. Deux jours avec beaucoup d'autres. Partage d'expériences, travaux sur le transfert à d'autres matières, élaboration de matériels propres de «science de la pensée».
2-oct.	1 jour		Activités suivantes. Mise à jour des programmes scolaires, autres questions de gestion.
2-oct.-mai		2x ½ journée	Tutorat et/ou enseignement de groupe avec les enseignants dans leur classe. Eventuellement, réunions avec tout le département.
2-juin	1 jour		Test de contrôle après l'intervention, recueil de données. Esquisse d'un nouveau plan et d'un système de suivi.

Politique générale et publicité

AU ROYAUME-UNI

Sans aucun doute, l'ACES est un grand succès académique et ses effets sur la performance des élèves sont démontrés. Dans un contexte politique où l'on accorde une haute priorité à l'amélioration des normes de l'éducation, on pourrait penser qu'une innovation de ce type ferait l'objet d'un appui financier considérable de la part du gouvernement. Voilà qui serait mal comprendre, au Royaume-Uni, la relation qui existe entre, d'une part, le rôle d'orientation du Ministère de l'Éducation et la politique qu'il a instaurée, et d'autre part, l'application du programme d'enseignement au niveau local et au niveau de l'école. Depuis le début des années 90, une grande partie des fonds disponibles pour le perfectionnement du personnel enseignant, pour l'achat des manuels scolaires et autres matériels et même pour le recrutement des enseignants, a été dévolue à chaque école. Le directeur, supervisé par un Conseil d'administrateurs de l'école (désignés sur une base volontaire) assume la responsabilité du budget de l'école et maîtrise donc la prise de décision pour ce qui est de l'innovation en matière de programmes d'enseignement et de perfectionnement du personnel enseignant.

Le financement d'une école est fonction du nombre des élèves qu'elle attire, et les parents disposent d'une marge considérable s'agissant de choisir l'école dans laquelle ils souhaitent envoyer leurs enfants. Ce choix est influencé par la situation géographique de l'école, par sa réputation (facteur intangible, dû largement au bouche à oreille), par les amitiés de l'enfant et surtout, par les résultats académiques de l'école. Toutes les écoles publient annuellement les résultats obtenus par leurs élèves aux examens nationaux. C'est une sorte de barème indiquant la réussite relative de celles dont les élèves obtiennent des pourcentages élevés de bonnes notes, assurant ainsi qu'ils donnent la pleine mesure de leur potentiel. Récemment, on s'est efforcé de prendre en compte les différences qui prévalent entre les zones socio-économiques dans lesquelles se situent les écoles, lors de l'évaluation de l'effet de «valeur ajoutée» produit par l'école sur la performance académique de ses élèves. Cependant, avec ou sans cette prise en compte, il est évident que la performance académique reflétée dans les résultats obtenus aux examens nationaux est un facteur déterminant du choix des parents, donc du nombre d'élèves, et par conséquent, du financement de l'école.

Cette économie de marché en éducation, inaugurée par un gouvernement conservateur et poursuivie par l'actuel gouvernement travailliste, exerce une profonde influence sur les mécanismes novateurs dans les écoles. Ainsi, dans un système centralisé, c'est le Ministère national de l'Éducation ou bien les pouvoirs locaux qui décident d'abord d'introduire une innovation, et fournissent ensuite aux écoles les fonds nécessaires pour ce faire, tandis que dans une économie de marché, ce type de décision se prend au niveau de l'école.

L'importance de ce qui précède est évidente pour l'application de l'ACES dans les écoles du Royaume-Uni. C'est l'école qui décide d'acheter – ou non – le programme. Il faut donc convaincre les directeurs d'école et de départements

des sciences du bien-fondé de l'investissement en temps et en argent qu'il représente. Le coût actuel du programme de perfectionnement professionnel est d'environ 6000 dollars des États-Unis par école, auquel il faut ajouter le coût du recrutement des enseignants remplaçants pour permettre le détachement des enseignants titulaires les jours prévus à cet effet. L'investissement en temps peut apparaître plus onéreux encore, puisque pour appliquer l'ACES, il faut prévoir un cours de 60 ou de 70 minutes toutes les deux semaines, qu'il faut bien sûr prélever sur le temps imparti au programme traditionnel d'enseignement des sciences.

Cela ne veut pas dire que les autorités locales de l'éducation et le Département national de l'Éducation et de l'Emploi n'aient manifesté aucun intérêt à l'égard de l'ACES et de son potentiel. Nombre de pouvoirs locaux, et notamment la très importante Autorité de la Ville de Birmingham, ont lancé des programmes couvrant toute leur juridiction pour encourager leurs écoles à participer à la formation à l'ACES. En diffusant des informations, en fournissant des fonds supplémentaires et en négociant des programmes spéciaux de formation avec les centres de perfectionnement professionnel, on a réussi à permettre l'accès à l'ACES à de nombreuses écoles qui l'auraient autrement trouvé trop onéreux. Au niveau national, le gouvernement a clairement dit que l'ACES va dans le sens de sa politique d'amélioration des normes éducatives. Dans un récent Livre Blanc (Département de l'Éducation et de l'Emploi, 1997), la contribution de l'accélération cognitive à la performance académique des élèves fait l'objet d'une reconnaissance spécifique.

Nous avons discuté avec le Directeur responsable de l'Autorité en matière de qualifications et de programme d'enseignement quant à une éventuelle inclusion de certains aspects de l'accélération cognitive dans le Programme d'enseignement national. Nous sommes d'avis que l'intervention en faveur du développement d'une pensée d'ordre plus élevée ne profiterait pas nécessairement du fait qu'elle serait considérée comme un objectif d'apprentissage dans le cadre du Programme d'enseignement national. Elle risque d'être réduite à une simple formule; quant au programme d'enseignement national, il ne constitue pas le cadre idéal pour instaurer des changements radicaux en matière de pédagogie. Au lieu de cela, nous avons proposé que toute révision future de ce programme soit assortie d'une déclaration dans le préambule, aux termes de laquelle le programme d'enseignement national ne doit pas être considéré comme excluant tout autre matériel; au contraire, il prévoit une allocation de temps à des matériels et à un enseignement allant au-delà du traditionnel, afin de permettre aux écoles de mettre au point leurs propres innovations et de les adopter. En tentant d'inscrire l'accélération cognitive dans le programme d'enseignement, on risquerait de lui enlever toute sa valeur, tandis qu'en prévoyant un espace de temps dans le programme sans la mentionner, on offre aux écoles la possibilité de l'adopter quand elles sont prêtes, et qu'elles ont délibérément choisi de le faire.

Nous avons décidé d'offrir à l'ACES une publicité discrète. Nous informons régulièrement sur ses résultats lors de conférences destinées aux universitaires et aux enseignants, et nous publions très régulièrement aussi des essais et des articles dans des magazines sur l'éducation, des ouvrages et des monographies comme celle-ci. À deux reprises, comme nous devons faire part de résultats par-

ticulièrement impressionnants, nous avons rédigé des articles de presse et avons fait l'objet d'une publicité très encourageante dans la presse et les médias nationaux. Mais ce type de publicité est éphémère et il provoque souvent des questions de la part de personnes qui pensent qu'il y a peut-être une solution facile au problème de l'élévation du niveau de la pensée et des normes académiques. Nous devons leur expliquer que l'accélération cognitive est un processus délicat, qui exige un investissement considérable, en temps et en efforts, de la part des enseignants et des élèves pendant au moins deux ans.

En dépit du temps, du coût et des efforts qu'exige le processus, la demande des écoles pour la formation à l'ACES s'est accrue régulièrement depuis notre premiers cours en 1991, et nous estimons que désormais, 10% au moins des écoles secondaires du Royaume-Uni ont entrepris une formation systématique dans ce sens. Une proportion beaucoup plus élevée encore a acheté le matériel nécessaire et effectuera les activités aussi bien que possible, avec un peu ou pas du tout d'appui sur le plan du perfectionnement professionnel.

L'ACES HORS DU ROYAUME-UNI

Il n'a pas été facile de suivre la piste de l'ACES hors du Royaume-Uni et nous ne pouvons citer ici que quelques exemples qui ont été portés à notre attention. Dans la plupart des cas, l'ACES est introduite sur une base expérimentale et à titre d'essai, et il est encore trop tôt pour analyser les résultats.

Aux États-Unis, une école de district en Arizona a adopté l'ACES en tant que cours de sciences des élèves de 1^{ère} année dans ses neuf écoles secondaires. Etant donné que l'on disposait d'une heure d'enseignement par semaine, on a mis au point un grand nombre de cours du type «science de la pensée» pour constituer un programme complet.

Au Malawi, l'ACES a été introduite dans quelques écoles secondaires sur une base expérimentale. Il a fallu procéder à des adaptations pour permettre à des classes de cinquante ou soixante élèves de mener à bien les activités, et résoudre la difficulté relative que constituait l'obtention d'équipement de laboratoire. Deux universitaires du Centre pour le Programme d'enseignement du Ministère de l'Éducation de la Malaisie ont passé un mois avec nous à pour se familiariser avec l'ACES et avec le programme de perfectionnement professionnel, afin de le tester dans leur pays.

En Europe, un groupe d'écoles aux alentours d'Utrecht applique l'ACES avec l'aide d'un formateur du Royaume-Uni et d'un autre, de l'École Britannique de Bruxelles. Une version hollandaise du matériel est en cours d'élaboration. Un petit groupe d'écoles de Brême viennent de commencer à appliquer la version allemande de la science de la pensée, avec l'aide de l'Université de Brême. Un étudiant qui prépare son doctorat à l'Université de Postdam a comparé des écoles appliquant l'ACES et d'autres ne l'appliquant pas, à Londres, avec des écoles de Postdam (Burrmann et Adey, à paraître).

Il est possible que le recours à l'ACES en dehors du Royaume-Uni soit beaucoup plus important que ne le montrent ces quelques exemples.

Conclusion

L'accélération cognitive par l'enseignement des sciences est une approche à long terme de l'accroissement général de la capacité intellectuelle dans la population des jeunes adolescents. A long terme, car son application exige deux ans d'intervention dans le programme d'enseignement, et à plus long terme encore en ce qui concerne l'évaluation, puisque les effets se manifestent jusqu'à trois ans après la fin de l'intervention. Par conséquent, l'intégration de l'ACES dans la pédagogie des écoles sera inévitablement un processus lent. Cependant, la demande est déjà importante et il y a tout lieu de croire qu'elle augmentera pendant encore de nombreuses années. Le succès de l'ACES est attribuable à deux éléments, à savoir, l'interaction entre la théorie et la pratique dans sa conception et son application, et la notion d'un «programme d'enseignement» comprenant à la fois du matériel imprimé et un perfectionnement professionnel des enseignants. Nous nous proposons d'approfondir ci-après la définition de ces deux éléments.

THÉORIE ET PRATIQUE

Dans la partie de cette monographie intitulée «Psychologie sous-jacente», nous décrivons la base théorique de l'ACES, qui s'inspire des notions relatives au développement cognitif de Piaget issu de l'équilibration après le conflit, ainsi que des idées de Vygotsky sur la langue comme véhicule de l'apprentissage et sur le rôle de la construction sociale dans l'acquisition des connaissances et dans le développement de l'intelligence. C'est là la science de la pensée. Le modèle théorique que nous avons mis au point a fait office de pierre de touche lors de la phase de l'élaboration du matériel et comme référence lors de la conception des activités. Il continue de jouer un rôle essentiel dans le processus de perfectionnement professionnel des enseignants, car on leur présente cette théorie comme une explication du type de pédagogie qu'ils doivent adopter. Nous ne leur demandons pas de faire quelque chose sur une simple base empirique et «parce que ça marche», mais plutôt parce que la théorie prédit que cela va marcher, et parce que, s'ils comprennent mieux ce qu'ils font, ils pourront faire leur cette pédagogie et l'adapter à leur style d'enseignement.

Nous reconnaissons que notre théorie n'est pas, et probablement ne sera jamais considérée comme «démontrée». Ainsi, Leo et Galloway (1995) ont observé que les effets produits par l'ACES sur la performance académique sont peut-être dûs autant à des facteurs de motivation qu'aux processus cognitifs exposés dans notre théorie de base. Le fait est que le fondement théorique peut être testé et qu'il est susceptible d'être modifié à la lumière de nouvelles expériences et de nouveaux résultats. La pratique des enseignants de l'ACES et la théorie sous-jacente à cette pratique sont inextricablement mêlées, et ensemble, elles ont le potentiel de stimuler encore le développement de la pratique et de continuer d'informer la théorie.

NOTRE «PROGRAMME D'ENSEIGNEMENT»

Il y a presque un quart de siècle, (1975), Laurence Stenhouse nous a permis d'élargir la notion de «programme d'enseignement» et de la faire passer d'une série de brochures d'orientation destinées aux enseignants et aux élèves à toutes les transactions qui ont lieu dans la classe. Sous cet angle, on ne peut donc pas décrire un programme d'enseignement simplement en termes de textes et d'objectifs, car il embrasse aussi tout le processus de l'enseignement et les méthodes employées par l'enseignant. Sans doute, les responsables de l'élaboration du programme d'enseignement ont une idée de ce qu'ils souhaitent voir se passer dans la classe, mais il leur est impossible de la traduire simplement en du matériel écrit que les enseignants pourraient ensuite «appliquer» parfaitement et en toutes circonstances.

S'agissant de l'ACES, nous ne pensons pas qu'il suffira aux enseignants de lire les matériels publiés pour opérer un changement radical dans leur pédagogie. C'est pourquoi nous estimons que, pour être efficace, l'application de l'ACES exige un programme de perfectionnement professionnel destiné aux enseignants ainsi que l'adoption des diverses activités décrites dans la science de la pensée.

Sans aucun doute, bien des enseignants réussiront à faire de réels progrès vers la pratique de l'ACES sans profiter du programme de perfectionnement professionnel, et nous reconnaissons volontiers qu'il est difficile et cher, pour les écoles situées ailleurs que dans le Nord de l'Europe, d'y avoir accès. C'est pourquoi nous nous refusons à en faire une condition de vente de «la science de la pensée». Cependant, l'intégration de ce perfectionnement professionnel et des matériels du programme demeure un idéal, et l'une des causes du succès de l'ACES là où il a été bien appliqué.

L'ACCÉLÉRATION COGNITIVE: PERSPECTIVES

Il semble que pour l'ACES, l'avenir immédiat soit à l'expansion. Davantage de formateurs et davantage d'écoles au Royaume Uni, et davantage de méthodes novatrices pour rendre le programme accessible au reste du monde. Cependant, les principes de l'ACES pourraient être appliqués de manière plus générale. Pour le moment, le programme cible les 11-14 ans et il s'inscrit dans le contexte de l'enseignement des sciences. Nous avons, en quelque sorte, mis les sciences au service de la pensée. Mais la théorie sous-jacente ne se limite pas au domaine des sciences, non plus qu'aux adolescents. Par conséquent, les deux domaines d'expansion future sont les autres disciplines et les autres groupes d'âge.

Autres disciplines

Piaget et Inhelder ont décrit un ensemble particulier de schémas sous-jacents aux opérations formelles, mais les caractéristiques générales de ces dernières, à savoir la capacité de penser dans l'abstrait et la pensée multivariable, peuvent

s'exprimer dans différents types de schémas. C'est là l'affaire des spécialistes des diverses disciplines, qui sont très familiers de la nature de la construction de la connaissance dans la matière qu'ils enseignent. Cela a déjà été fait pour les mathématiques et il existe un projet parallèle à l'ACES, mais beaucoup plus jeune, appelé «Accélération cognitive par l'enseignement des mathématiques» ou ACEM (Adhami, Johnson & Shayer, 1998). En outre, un petit groupe d'enseignants d'anglais et d'histoire ont commencé à travailler sur d'éventuelles opérations formelles dans leurs disciplines. Les schémas comprendront probablement l'analyse de points de vue multiples, la capacité de s'identifier à un personnage de la littérature ou de l'histoire et la compréhension de la manière dont un auteur ou les circonstances peuvent former ce personnage. Il faudra procéder à beaucoup de travaux d'analyse et de tests dans ce domaine avant qu'il puisse constituer la base d'un programme d'accélération cognitive, mais les repères sont déjà en place.

On peut se demander pourquoi le contexte d'une discipline est absolument nécessaire. Ne pourrait-on pas aborder la capacité de penser à un niveau supérieur directement, sans l'aide d'un contexte? Nous croyons bien que non, car lorsque l'on pense, il faut penser à quelque chose, et la pensée se nourrit de matière. Pour les jeunes notamment, les principes de la pensée s'appuient sur un grand nombre de références concrètes, et pour les appliquer, ils ont besoin, dans la vie réelle, d'un contexte. Avec l'ACES, nous avons montré que si l'on entre au royaume de la pensée d'ordre supérieur par la «porte» des sciences, on pense mieux, en général; il n'est que de constater les progrès des performances en mathématiques et en anglais. Il reste encore à prouver que, si l'on y entre par une autre «porte», par exemple l'ACEM, ou bien le programme d'accélération cognitive par l'enseignement de l'anglais, qui reste à mettre au point, l'effet inverse sera le même, et la performance en sciences s'en trouvera améliorée.

Autres tranches d'âge

Tous nos travaux dans le contexte de l'ACES ont visé l'accès au niveau de pensée qui permet les opérations formelles. Cependant, les principes du conflit cognitif, de la construction de modèles et probablement de la métacognition sont également applicables au développement des opérations concrètes. L'âge d'accession aux opérations formelles se situe entre 11 et 14 ans, mais le stade opératoire-concret se précise entre 5 et 6 ans. Nous venons de commencer un nouveau projet, solidement financé par l'une des municipalités de Londres, qui s'adresse aux enseignants et aux enfants (entre 5 et 7 ans) des deux premières années de scolarité au Royaume-Uni. Nous aborderons les schémas des opérations concrètes, la sériation, la classification croisée, la combinaison de deux variables et la conservation du volume déplacé. Il va de soi que le contexte de la classe de première année et le perfectionnement des enseignants exigeront une approche très différente de celle que nous avons utilisée dans l'ACES, mais potentiellement, les bénéfices qui pourraient résulter de l'application du processus d'accélération cognitive à tous les enfants, et dès les premières années de scolarité, sont énormes. En matière d'accélération cognitive, c'est là la perspective qui nous intéresse le plus.

Contacts

Pour de plus amples renseignements concernant les programmes d'accélération cognitive, veuillez vous adresser en premier lieu à M. Philip Adey, Directeur du Centre pour l'amélioration des processus de la pensée, King's College, London School of Education, Franklin-Wilkins Building, Waterloo Road, London SE1 8WA, Royaume-Uni. Adresse électronique: philip.adey@kcl.ac.uk

RÉFÉRENCES

- Adey, P.S. 1984. The core curriculum: cage or support? *School science review* (Hatfield, UK), vol. 65, n° 230, p. 144–48.
- . 1993. *The King's-BP CASE INSET pack*. Londres, BP Educational Services.
- Adey, P.S.; Shayer, M. 1993. An exploration of long-term far-transfer effects following an extended intervention programme in the high school science curriculum. *Cognition and instruction* (Mahwah, NJ), vol. 11, n° 1, p. 1–29.
- ; ———. 1994. *Really raising standards: cognitive intervention and academic achievement*. Londres, Routledge.
- Adey, P.S.; Shayer, M.; Yates, C. 1992. *Thinking science*. Philadelphia, PA, Research for Better Schools. (Édition États-Unis.)
- ; ———; ———. 1993. *Naturwissenschaftlich denken*. Traduction de: H.A. Mund. Aachen, Aachener Beiträge zur Pädagogik.
- ; ———; ———. 1995. *Thinking science: the curriculum materials of the CASE project*. 2^e ed. Londres, Thomas Nelson & Sons.
- Adhami, M.; Johnson, D.C.; Shayer, M. 1998. *Thinking mathematics: the curriculum materials of the CAME project*. Londres, Heinemann.
- Brown, A.L. 1987. Metacognition, executive control, self-regulation and other more mysterious mechanisms. Dans: Kluwe, R.; Weinert, F., eds. *Metacognition, motivation and understanding*. Londres, Lawrence Erlbaum.
- Burmann, U.; Adey, P.S. A paraître. The development of learning strategies under specific teaching conditions. Soumis au *European journal of psychology of education*.
- Department for Education and Employment. 1997. *Excellence in schools*. Londres, The Stationery Office.
- Epstein, H.T. 1990. Stages in human mental growth. *Journal of educational psychology* (Washington, DC), vol. 82, p. 876–80.
- Inhelder, B.; Piaget, J. 1958. *The growth of logical thinking*. Londres, Routledge & Kegan Paul.
- Joyce, B.; Showers, B. 1980. Improving in-service training; the messages of research. *Educational leadership* (Alexandria, VA), vol. 37, n° 5, p. 379–85.

- Joyce, B.; Showers, B. 1988. *Student achievement through staff development*. New York, Longman.
- Larkin, J., et al. 1980. Expert and novice performance in solving physics problems. *Science* (Washington, DC), vol. 208, June, p. 1335–42.
- Leo, E.L.; Galloway, D. 1995. Conceptual links between cognitive acceleration through science education and motivational style: a critique of Shayer and Adey. *International journal of science education* (Londres), vol. 18, n° 1, p. 35–49.
- Renner, J.W., et al. 1976. *Research, teaching, and learning with the Piaget model*. Norman, OK, University of Oklahoma Press.
- Shayer, M.; Adey, P. 1984. *La Ciencia de enseñar Ciencias*. Madrid: Narcea, D.L.
- ; ———. 1992a. Accelerating the development of formal thinking II: Postproject effects on science achievement. *Journal of research in science teaching* (New York), vol. 29, n° 1, p. 81–92.
- ; ———. 1992b. Accelerating the development of formal thinking III: testing the permanency of the effects. *Journal of research in science teaching* (New York), vol. 29, n° 10, p. 1101–15.
- Shayer, M., et al. 1978. *Science reasoning tasks*. Slough, UK, National Foundation for Educational Research.
- Stenhouse, L. 1998. *Investigación y desarrollo del curriculum*. Madrid: Morata.
- Vygotsky, L.S. 1978. *Mind in society*. Cambridge, MA, Harvard University Press.

M O N O G R A P H I E S I N N O D A T A

Cette série d'études de cas portant sur des approches et des projets novateurs en éducation s'inscrit dans la tradition du Bureau international d'éducation (BIE), qui consiste à informer de diverses manières sur les changements et l'innovation dans la pratique éducative. Cette série doit être perçue comme un complément d'INNODATA, la banque de données du Bureau sur les innovations éducatives disponibles sur l'Internet. Ces monographies offrent au lecteur des informations plus détaillées sur certaines des innovations de la banque de données, qui ont eu un succès considérable jusqu'à ce jour, et dont on estime qu'elles sont du plus grand intérêt pour les décideurs et les praticiens de l'éducation partout dans le monde. Ces études de cas sont rédigées par des personnes qui ont une connaissance approfondie des innovations qu'elles décrivent et qui, parfois, ont participé directement à leur création et à leur mise au point.

En diffusant une information de qualité sur les initiatives exemplaires qui ont été prises en matière de pratique éducative et qui sont éventuellement applicables dans une diversité de contextes, le BIE poursuit son objectif, qui est de contribuer à l'amélioration de l'enseignement primaire et secondaire partout dans le monde. Ces études de cas sont également disponibles sur le site du BIE sur l'Internet:

<http://www.ibe.unesco.org>

Ce site fournit aussi régulièrement une information mise à jour sur toutes les activités du Bureau dans le cadre de son nouveau programme visant à renforcer la capacité des pays d'adapter le contenu de l'éducation aux défis que lance le XXI^{ème} siècle.

Le BIE remercie Mr. Philip Adey qui a rédigé la présente étude de cas.