

PERSPECTIVES

revue trimestrielle
d'éducation comparée

NUMÉRO QUATRE-VINGT-DIX-SEPT



DOSSIER :

Piaget et l'éducation

RÉDACTEURS INVITÉS :

MADELON SAADA-ROBERT/JEAN BRUN



BUREAU INTERNATIONAL D'ÉDUCATION

Vol. XXVI, n° 1, mars 1996

P E R S P E C T I V E S

revue trimestrielle d'éducation comparée

Vol. XXVI, n° 1, mars 1996

Éditorial *Juan Carlos Tedesco* 3

POSITIONS/CONTROVERSES

L'éducation et l'emploi *Jacques Lesourne* 9

DOSSIER : PIAGET ET L'ÉDUCATION

Avant-propos *Madelon Saada-Robert et Jean Brun* 21

PIAGET, LES MÉCANISMES DU DÉVELOPPEMENT ET LES APPRENTISSAGES SCOLAIRES

Les transformations des savoirs scolaires :

apports et prolongements

de la psychologie génétique *Madelon Saada-Robert et Jean Brun* 25

Le rationalisme situé : les fondements

biologiques et culturels de l'apprentissage

Lauren B. Resnick 39

Tête bien faite ou tête bien pleine ? Recadrage

constructiviste d'un vieux dilemme

Marcel Crahay 59

L'apprentissage, moteur du développement

Ludmilla F. Oboukhova 91

La théorie de Piaget et l'enseignement

de l'arithmétique

Constance Kamii 105

Développement et impact de la théorie piagétienne

sur l'éducation au Japon

Takehisa Takizawa 119

PIAGET ET LES ASPECTS SOCIAUX DES CONNAISSANCES

Piaget, la pédagogie et les perspectives interculturelles

Mohamed Lablou 127

À propos de l'acquisition des objets culturels : le cas

particulier de la langue écrite

Emilia Ferreiro 137

Piaget à l'école : le défi socioculturel

Eduardo Martí 147

PIAGET ET LA DIDACTIQUE

L'enseignement des mathématiques sous le regard

de l'épistémologie génétique

Gisèle Lemoyne 167

Quelques idées fondamentales de Piaget intéressant

la didactique

Gérard Vergnaud 191

TENDANCES/CAS

Les pratiques relatives au redoublement dans les

établissements d'enseignement publics

et privés au Liban

Karma A. El-Hassan 207

PROFILS D'ÉDUCATEURS

Auguste Comte (1798-1857)

Jacques Muglioni 221

Les articles signés expriment l'opinion de leurs auteurs et non pas nécessairement celle de l'UNESCO/BIE ou de la rédaction. Les appellations employées dans *Perspectives* et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part du Secrétariat de l'UNESCO aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

Prière d'adresser toute correspondance concernant le contenu de la revue au rédacteur en chef : Juan Carlos Tedesco, Directeur, *Perspectives*, Bureau international d'éducation, Case postale 199, 1211 Genève 20, Suisse.
Courrier électronique : j.tedesco@unesco.org

Pour en savoir plus sur le Bureau international d'éducation, ses programmes, ses activités, ses publications, on pourra consulter la page d'accueil du BIE sur Internet : <http://www.unice.org/ibe>

Toute correspondance concernant les abonnements doit être adressée à : Jean De Lannoy, Avenue du Roi 202, 1060 Bruxelles, Belgique. (Voir notre bulletin d'abonnement à la fin de ce numéro.)

Publié en 1996 par l'Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture, 7, place de Fontenoy, 75352 Paris 07 SP, France

Composé par ITALIQ, Bourg-en-Bresse, France

Imprimé par SADAG, Bellegarde, France

ISSN: 0304-3045

© UNESCO/BIE 1996

ÉDITORIAL

En 1996 seront célébrés le deux cent cinquantième anniversaire de la naissance de Johann H. Pestalozzi et le centenaire de la naissance à la fois de Jean Piaget, de Célestin Freinet et de Lev Vygotsky¹. De nombreuses activités sont prévues pour évoquer les pensées et les œuvres de ces quatre grands éducateurs, plusieurs de ces activités étant officiellement parrainées par le Bureau international d'éducation (BIE) de l'UNESCO. Par-delà le vrai sens de leurs accomplissements, évoquer simultanément les pensées de Piaget, de Freinet, de Vygotsky et de Pestalozzi nous place devant l'analyse de l'une des questions les plus importantes que soulève l'éducation aujourd'hui : le lien entre la recherche scientifique, que représentent fondamentalement les figures de Jean Piaget et de Lev Vygotsky, et l'innovation pédagogique, qu'incarnent Pestalozzi et Freinet.

Le nom de Piaget est intimement associé au BIE et à l'UNESCO. Secondé par son ami et collaborateur, le Catalan Pedro Roselló, Piaget a été directeur du BIE de 1929 à 1968, période pendant laquelle les rapports entre les peuples connurent de profonds changements, qui transformèrent la coopération internationale en une tâche nécessaire mais, en même temps, complexe et difficile. Bien que l'activité publique de Piaget ait occupé une place secondaire par rapport à sa production scientifique, il n'est pas inutile de dire — alors que nous commémorons le centenaire de sa naissance — qu'il a marqué, sa vie durant, un engagement décidé envers la coopération internationale en matière d'éducation.

Pour lui, coopération internationale et recherche scientifique ne sauraient être séparées. En témoignent ses discours et ses rapports alors qu'il était Directeur du BIE. Aussi bien les analyses que les propositions pédagogiques et didactiques, présentées par le célèbre Genevois pour orienter les activités éducatives des pays membres du BIE, reposaient sur ses hypothèses au sujet du développement cognitif, lesquelles résultaient de ses recherches scientifiques.

Même si l'impact des recherches de Piaget sur la psychologie de l'apprentissage a été d'une grande portée — et ce dossier de *Perspectives* en témoigne — on ne peut en dire autant de l'impact sur les pratiques pédagogiques qui ont accompagné l'activité éducative. À ce niveau, la situation actuelle ressemble beaucoup à celle

qui avait cours à l'époque où Piaget publiait ses découvertes théoriques : promouvoir une culture de paix dans un monde où l'on recourt à la violence pour résoudre les conflits, et développer, sous une forme universelle, une éducation de haute qualité pour que la production des connaissances ne s'oriente pas vers une concentration antidémocratique.

Pour relever ces défis — aujourd'hui comme hier —, il importe de rénover la base scientifique des méthodes d'enseignement, des contenus des programmes et de la formation des maîtres. L'expérience nous a cependant montré qu'une compréhension adéquate du développement cognitif est une condition nécessaire, mais nullement suffisante, de la réforme pédagogique. Celle-ci incorpore dans son processus des aspects sociaux, culturels, politiques, qui doivent être insérés dans le plan de recherche sur le développement cognitif, particulièrement lorsque le système scolaire joue un rôle important dans ce développement. Sous ce jour, les contributions de Pestalozzi et de Freinet, nonobstant les différences évidentes et substantielles d'époque et de contexte culturel, constituent une riche source d'enseignement : pour commencer, dans les deux cas, nous nous trouvons devant un vigoureux engagement politique en matière de démocratisation de l'éducation, aussi bien concernant les secteurs visés par les innovations pédagogiques que du point de vue des objectifs à terme de l'action éducative ; en second lieu, l'un et l'autre reconnaissent que le facteur clé du processus d'apprentissage est l'activité de l'élève ; et, pour finir, l'un comme l'autre ont la même préoccupation pour le caractère général de l'activité éducative où le cognitif, l'affectif et le manuel jouent des rôles de même importance dans le processus d'apprentissage conçu comme faisant partie du parcours global qu'adopte, pour se former, la personnalité.

Notre expérience du renouveau pédagogique nous a aussi démontré qu'il est indispensable de placer l'innovation en position clé dans les stratégies de la réforme. Le déficit, cependant, réside en l'introduction des pratiques novatrices dans l'ensemble des institutions d'enseignement et non pas seulement dans une sphère limitée. Faire adopter la personnalisation du processus d'apprentissage dans des systèmes d'éducation qui sont aux prises avec des pans entiers de la population constitue, aujourd'hui comme hier, le principal problème pédagogique à résoudre. Pour ce faire, il est essentiel que travaillent ensemble les spécialistes du développement cognitif, les politiques, les administrateurs et les éducateurs. La complexité du problème, qu'illustre la difficulté historique à le résoudre, suggère qu'on n'y trouve pas de solution simple, ni uniforme. Piaget et Vygotsky, Pestalozzi et Freinet nous ont laissé un héritage où, par-delà la connaissance, nous découvrons un legs important en termes d'engagement envers la résolution des problèmes de l'éducation.

Ce numéro de *Perspectives* renferme en outre un article fort intéressant de Jacques Lesourne sur l'un des thèmes les plus polémiques des débats en cours sur l'éducation et la société : le problème de l'emploi. L'articulation entre l'éducation et le monde du travail pose un problème qui devrait être réexaminé en fonction des expériences du passé et des défis nouveaux que soulèvent les changements survenus dans le processus de production. Cette livraison offre aussi une analyse du redou-

blement scolaire au Liban et, dans la section où la revue accueille les profils d'éducateurs célèbres, on pourra lire une étude sur l'un des philosophes les plus influents de la pensée européenne du XIX^e siècle : Auguste Comte.

JUAN CARLOS TEDESCO

Note

1. Sur ce sujet, voir : Michel Soëtard, « Johann Heinrich Pestalozzi (1746-1827) » dans *Perspectives : penseurs de l'éducation* (Paris, UNESCO), vol. 3, n^o 1-2, p. 297-310 ; Alberto Munari, « Jean Piaget (1896-1980) », *ibid.*, p. 311-327 ; Louis Legrand, « Célestin Freinet (1896-1966) » dans *Perspectives : penseurs de l'éducation*, vol. 1, n^o 1-2, 1993, p. 403-418 ; et Ivan Ivič, « Lev S. Vygotsky (1896-1934) » dans *Perspectives : penseurs de l'éducation*, vol. 4, n^o 3-4, 1994, p. 761-785.

POSITIONS/CONTROVERSES

L'ÉDUCATION ET L'EMPLOI

Jacques Lesourne

Écrire pour *Perspectives* soulève toujours un dilemme : doit-on aborder le problème traité à l'échelle du monde, au risque de proposer des généralisations hâtives ou des distinctions superficielles, ou vaut-il mieux se limiter à une zone géographique, voire à un pays, en courant le danger de sombrer dans le particularisme ?

Après réflexion, j'ai délibérément opté pour la seconde attitude en me cantonnant à la France. J'aborderai toutefois les relations entre l'éducation et l'emploi dans ce pays d'une manière telle que mon approche puisse servir à la réflexion de lecteurs d'autres nations ou d'autres continents.

De 1945 à 1967, l'économie française a été en situation de plein emploi. Le monde de l'éducation et le monde de l'économie s'ignoraient. Ils éprouvaient même une certaine aversion l'un pour l'autre, les enseignants suspectant les entreprises d'exploiter leurs salariés, les dirigeants de l'économie craignant que l'école ne forme que des contestataires. Chacun défendait son pré carré et les éducateurs veillaient à garder sous leur tutelle l'éducation et la formation. Leur préoccupation principale était de démocratiser l'enseignement en allongeant la durée des études et en élevant le niveau de sortie du plus grand nombre. Quant aux patrons, ils accordaient la priorité à la croissance, à l'investissement et, sous la pression des syndicats, à la codification des pratiques sociales. C'est aussi une période où salaires réels et protection sociale s'amélioraient considérablement.

Jacques Lesourne (France)

Professeur, depuis 1974, d'économie et de statistiques au Conservatoire national des arts et métiers et actuellement président de Futuribles International. Il a été, au cours de sa carrière, directeur général, puis président de la SEMA (1958-1975), groupe européen de conseil en gestion informatique et économique, directeur du projet Interfuturs à l'OCDE (1976-1979), directeur gérant du journal *Le Monde* (1991-1994). Membre associé de la Société d'économétrie, il a présidé notamment l'Association française de sciences économiques (1981-1983) et l'International Federation of Operational Research Societies (1986-1989). On peut citer, parmi ses nombreux ouvrages : *Le calcul économique, théorie et applications* (1972), *Les mille sentiers de l'avenir* (1981), *L'économie de l'ordre et du désordre* (1991).

En 1967, le chômage apparaît et atteint 1 %. Il se développe ensuite lentement jusqu'en 1974, en dépit d'une croissance économique qui reste forte, puis explose irrégulièrement de 1974 à 1986, date à laquelle il frappe 10,5 % de la population active. La croissance plus soutenue de la fin des années 80 se traduit par une diminution d'environ 300 000 personnes du nombre des chômeurs, mais le paysage s'assombrit à nouveau au début de la présente décennie, le point bas étant atteint en 1993 avec 12,6 % de la population active au chômage et les deux dernières années enregistrant une légère amélioration.

L'analyse de cette période de près de trente ans (1967-1995) conduit à évoquer, du point de vue des relations entre l'éducation et l'emploi, trois questions complémentaires :

1. Comment la société française a-t-elle vécu, à travers ses différents acteurs, cette montée du chômage et à quelles explications s'est-elle principalement ralliée au fur et à mesure que le phénomène se développait ?
2. Quel est *a contrario* le diagnostic que l'on peut porter sur l'évolution de l'emploi en France, et sur les raisons pour lesquelles les élites françaises se sont révélées incapables de s'accorder sur les causes du chômage et n'ont proposé que des politiques timorées, confuses, contradictoires et inconstantes ?
3. Comment, dans ces conditions, se présentent, au vu de l'expérience française, les orientations souhaitables d'une politique de l'éducation prenant en compte les problèmes d'emploi ?

J'espère qu'une réflexion abordant successivement ces trois questions aidera chacun de mes lecteurs à mieux appréhender les problèmes qui le préoccupent, même si le contexte politique, économique et social de référence est profondément différent.

Brève histoire de la montée du chômage

Lorsque, en 1969, Jacques Chaban-Delmas, nommé Premier Ministre par Georges Pompidou au lendemain de l'élection présidentielle, fait voter par le Parlement, à l'instigation de Jacques Delors, une loi sur la formation des travailleurs, l'objectif est non pas de combattre le chômage, mais d'améliorer la situation des salariés et d'élargir leurs possibilités de promotion.

Cinq ans plus tard, l'aggravation du chômage au lendemain du premier choc pétrolier est attribuée non pas à la qualification des travailleurs, au coût du travail, mais au ralentissement brutal de la croissance, engendré par la hausse du prix de l'énergie.

Ce n'est que dans la seconde moitié des années 70 qu'une relation commence à être établie entre la formation et l'emploi. Certains font remarquer que, à côté du chômage de croissance lente et du chômage d'ajustement résultant de la restructuration de l'appareil productif, se développe un chômage « classique » dû à ce que des chefs d'entreprise renoncent à embaucher parce que les coûts supplémentaires, immédiats aussi bien qu'anticipés, de ces recrutements leur semblent supérieurs à

la recette attendue¹. C'est cette situation qui semble expliquer l'apparition parmi les non-qualifiés, et notamment les jeunes, d'un chômage de longue durée.

Dès lors, est reconnue l'existence d'un lien entre formation et possibilité d'emploi, ce qui se traduit à la fois par des coopérations et des conflits entre les enseignants et les chefs d'entreprise. Conflits parce que les seconds accusent l'école de leur adresser des candidats inutilisables (sous-entendu : « à ce coût ») tandis que les premiers, tout en se préoccupant du sort de leurs élèves, font remarquer que le taux de chômage baisse quand augmente le niveau du diplôme obtenu. Coopérations parce que se diversifient les modalités de formation et se multiplient à la base les opérations concrètes entre entreprises et établissements d'enseignement professionnel.

La seconde moitié des années 70 voit aussi émerger le thème de la réduction de la durée du travail sur la base du raisonnement suivant : la quantité de travail nécessaire est fixée par le niveau du PIB (produit intérieur brut) ; or, par suite du volume de la population active, la quantité de travail offerte par les individus est supérieure. Il faut donc réduire la durée du travail proportionnellement au rapport demande de travail-offre de travail. Mais deux questions sont rarement évoquées : Tous les travailleurs offrent-ils un service équivalent ? Que devient la rémunération des travailleurs quand la durée du travail baisse ?

Quitte à réduire l'offre de travail, on propose aussi, à l'extrême droite, de renvoyer les femmes dans leurs foyers et les immigrés chez eux.

En 1981, avec l'élection à la présidence de François Mitterrand et l'arrivée au pouvoir d'une nouvelle majorité politique, le chômage est attribué pour l'essentiel au progrès technique, ce progrès que la tradition socialiste ne peut refuser. Dès lors, la politique se concentre pendant deux ans sur la relance de la croissance, l'abaissement de l'âge de la retraite et une réduction modeste de la durée légale du travail (de quarante à trente-neuf heures). Quant à la formation, elle est surtout évoquée en fonction de la nécessité d'adapter les travailleurs à une nouvelle civilisation technique.

C'est dans le même esprit que Jean-Pierre Chevènement, devenu en 1984 Ministre de l'éducation, annonce que des mesures vont être prises pour que, en l'an 2000, 80 % d'une classe d'âge atteigne le niveau du baccalauréat². On espère ainsi, en accroissant le niveau scolaire de la moyenne des jeunes, réduire leurs difficultés d'entrée sur le marché du travail.

De 1986 à 1991, le relèvement des taux de croissance de l'économie française va réduire le chômage et diminuer l'intensité du débat sur ses causes. Sera de plus en plus mentionnée, cependant, la concurrence des pays à faibles salaires tandis que s'animera le débat autour de l'éducation, les enseignants se plaignant de leurs conditions de travail, de leurs rémunérations et des restrictions budgétaires, l'opinion publique critiquant la lourdeur et l'inefficacité d'un système éducatif bureaucratique.

Dernière période enfin (1991-1995), mais la saga n'est pas terminée : la récession de 1991, la plus brutale qu'ait connue l'économie française depuis l'avant-guerre, augmente le chômage, notamment celui des jeunes et même celui des jeunes

diplômés. La société française prend peur. L'idée qu'il faut réduire le coût du travail non qualifié commence à faire son chemin, mais le gouvernement Balladur se heurte à une révolte des étudiants et des lycéens lorsqu'il propose des contrats de travail à salaire réduit, les CIP (contrats d'insertion professionnelle), pour faciliter l'emploi des jeunes : « Nous ne sommes pas des citoyens de seconde zone », pensent les moins de vingt-cinq ans.

Pendant ce temps, les actions lancées par le gouvernement, les entreprises ou le système d'éducation progressent : un baccalauréat professionnel est créé à côté du baccalauréat classique et du baccalauréat technologique, l'objectif des « 80 % » est atteint avec quelques années d'avance sur la date prévue, l'apprentissage est promu, l'alternance entre école et entreprise favorisée.

Mais le mal du chômage résiste, il ronge la société française comme une lèpre. L'heure est aux propos sur l'exclusion, la fracture sociale, la mise en cause des élites.

Quelles leçons tirer de ce survol qui, dans sa brièveté, frôle la caricature ?

1. Un premier constat tout d'abord : la société française ne s'est jamais accordée sur les causes du chômage. Ceux qui font l'opinion se sont limités à des explications simples (et de ce fait simplistes) de la forme : « La cause du chômage, c'est ... » Cette carence intellectuelle a eu de graves conséquences car, dans une démocratie, le pouvoir politique peut difficilement agir s'il n'a pas un soutien suffisant.
2. Deuxième constat : il a fallu attendre près de vingt ans après le début du chômage pour que commencent à être écoutés ceux qui mentionnaient le coût du travail comme facteur de genèse de chômage classique. En effet, les traditions idéologiques françaises acceptent difficilement de reconnaître l'existence d'un marché du travail. Elles sont en effet influencées soit par le marxisme, soit par le catholicisme social. Or, pour le marxisme, la rémunération du travailleur résulte essentiellement du rapport de force qui s'établit entre l'employeur et les employés, tandis que, pour le catholicisme social, le travailleur doit recevoir le juste salaire qui lui permet d'élever sa famille. Dans aucun de ces deux cas, il n'est fait allusion à l'influence possible du coût du travail d'une catégorie d'individus sur le volume des emplois qui leur sont offerts.
3. Faute de convictions quant à la genèse du chômage, les gouvernements français successifs, soumis par ailleurs à de dures contraintes budgétaires, ont multiplié des plans à court terme pour l'emploi en n'accordant à chaque mesure que des ressources limitées. Implicitement, ils se sont comportés comme s'ils cherchaient à transmettre à la population le message suivant : « Nous avons tout essayé et nul, par conséquent, ne peut nous tenir rigueur de notre échec. »

Il était nécessaire de rappeler ce contexte avant de présenter le diagnostic qu'un économiste peut porter sur le chômage français.

Éléments d'un diagnostic

Par rapport à l'histoire du chômage telle qu'elle a été vécue par les contemporains, comment se présente au contraire le diagnostic que devrait porter, me semble-t-il, un économiste prenant du recul et analysant les faits dans leur complexité ?

Ce diagnostic, je vais le tenter en faisant simple et en éliminant, par souci de concision, les nombreuses observations qui étayaient le propos.

Pour commencer, trois constatations s'imposent :

1. Les services de travail qu'offrent les différents individus ne sont pas homogènes. Ils se segmentent par compétence, la compétence étant un mélange de savoir, de savoir-faire et de comportement, cette dernière composante étant souvent d'ailleurs prépondérante.
2. Dans l'économie française, un service du travail légalement effectué est associé à deux prix distincts : *un prix pour l'utilisateur*, qui comprend le salaire brut, les charges patronales et l'équivalent monétaire des diverses contraintes liées à l'emploi (c'est ce prix que les employeurs prennent en compte lors d'une offre d'emploi) ; *un prix pour le travailleur*, qui est égal à la différence entre le salaire brut, d'une part, les charges, les impôts et les coûts que doit assumer le travailleur, d'autre part (c'est ce prix que les individus considèrent lors d'une demande d'emploi).

Comme chacun sait, la différence entre ces deux prix est considérable. Par ailleurs, les employeurs et les travailleurs tiennent compte des possibilités de travail au noir avec les économies et les risques qui en résultent.

3. Les substitutions entre biens et services en fonction des prix sont un élément essentiel du fonctionnement de toute économie. Selon les cas, elles sont plus ou moins rapides. On observe des substitutions entre des services de travail de compétence différente, entre du travail et de l'équipement, entre du travail sur le sol national et des importations, entre la réalisation d'une production et la renonciation à cette production. Aucune idée n'est plus fausse que la croyance à l'existence d'un volume de travail associé, quels que soient les prix, à un niveau donné de production nationale. En économie, il n'y a pas de constante de Planck.

Ces préliminaires étant posés, trois enchaînements *économiques* sont intervenus dans la genèse du chômage en France.

1. Lorsque se transforment pour chaque compétence les courbes d'offre et de demande d'emploi, l'adaptation ne se fait pas immédiatement. D'où l'apparition d'un *chômage frictionnel* transitoire dont la durée dépend du fonctionnement du marché du travail et du comportement des acteurs.
2. En présence de coûts du travail rigides, deux formes de chômage très différentes peuvent se développer : un *chômage keynésien* ou *conjoncturel* dû à ce que les entreprises ne recrutent pas parce que la production supplémentaire qui en résulterait ne trouverait pas de débouché (cette forme de chômage, variable dans le temps, touche une grande variété de compétences ; la politique qui permet normalement de la combattre consiste à stimuler la

demande, une potion fort agréable à consommer même si elle engendre des effets pervers) ; *un chômage classique* ou *structurel* dû à ce que, pour certaines compétences, le coût du travail est tel qu'un recrutement engendre une production dont la vente ne couvre pas les dépenses supplémentaires (cette forme de chômage, qui résulte à la fois de la rigidité des prix des facteurs de production et de leurs niveaux relatifs, touche essentiellement les compétences faibles pour des raisons mentionnées plus loin).

Le chômage classique peut aussi résulter de comportements individuels lorsque des travailleurs jugent plus intéressant le couple allocation de chômage-loisir ou allocation de chômage-travail au noir que le couple salaire-travail légal.

3. Un enchaînement pervers peut s'établir entre le chômage keynésien et le chômage classique : un individu perdant son travail à la suite d'une récession peut découvrir que sa compétence était largement liée à l'entreprise qui l'employait et que, pour d'autres employeurs, sa compétence est beaucoup plus faible. Il se trouve dès lors en situation de chômage classique s'il s'efforce d'obtenir une rémunération comparable à celle qu'il avait précédemment.

Par l'intermédiaire de ces enchaînements agissent naturellement des facteurs qui ne sont pas exclusivement économiques :

- le progrès technique qui, avec l'émergence des technologies de l'information, change les courbes d'offre des diverses compétences et engendrerait, si les marchés du travail étaient flexibles, des variations dans les niveaux relatifs de rémunération des diverses compétences ;
- la concurrence internationale qui met en relation des pays où les distributions des compétences des individus sont différentes ; ainsi, l'existence dans le tiers monde de nombreux travailleurs non qualifiés et (en pourcentage) de rares travailleurs qualifiés élargit la dispersion des coûts du travail par compétence qui assurerait dans les pays développés l'absence de chômage classique ;
- les politiques macroéconomiques gouvernementales (notamment monétaires) qui ont un effet sur les niveaux d'activité économiques et les taux de change.

En dehors de sa composante frictionnelle, le chômage en France est donc un mélange de chômage conjoncturel, amplifié par la politique monétaire de 1992 à 1994, et de chômage classique, dû au niveau relatif du coût du travail des faibles compétences et à l'intérêt restreint de certains chômeurs pour un travail légal.

Ni la prétendue absence de besoins, ni l'offre de travail des femmes et des immigrés, ni la faiblesse de la croissance en tant que telle n'engendreraient de chômage si la politique macroéconomique était adaptée et si le coût du travail des diverses compétences était fonction de l'offre et de la demande correspondantes.

La forme la plus populaire de lutte contre le chômage — la réduction de la durée du travail à rémunération constante, donc à coût horaire du travail croissant — aurait à moyen terme des effets contraires à ceux recherchés car le rationnement du travail rare diminuerait dans un premier temps les possibilités de production, et donc les offres d'emplois pour les travailleurs de faible compétence.

Une politique efficace doit au contraire mélanger une politique monétaire plus incitative, un changement d'assiette des charges sociales, l'exigence de contreparties aux allocations de chômage, l'élimination des rigidités inutiles du marché du travail et des efforts de formation.

Malheureusement, ce diagnostic ne recueille pas le soutien d'une fraction suffisante de la société française pour des raisons multiples qui relèvent à la fois : i) de la difficulté de comprendre ; ii) des modèles idéologiques rappelés dans la première partie de cet article ; iii) de la stratégie de groupes sociaux qui craignent que des réformes mal ciblées ne leur soient défavorables.

Mais, en partant de ce diagnostic, il est possible de s'interroger sur les orientations d'une politique de l'éducation qui prendrait en compte les problèmes de l'emploi.

Quelle politique de l'éducation pour quelles orientations ?

Deux remarques préalables sont indispensables pour éviter tout malentendu :

Le système d'éducation n'est pas responsable de la montée du chômage en France.

Cette montée est due au refus de la société française dans son ensemble de s'adapter à un contexte économique et technique différent. Alors que les instruments choisis dans les années 50 au nom de la sécurité et de l'égalité engendraient de plus en plus d'effets pervers, la société française a refusé de modifier ces instruments pour poursuivre, dans le nouvel environnement, les mêmes valeurs sociales d'une manière plus efficace. C'est ce conservatisme qui exclut du marché du travail les individus aux compétences les plus faibles et qui place devant de redoutables difficultés l'enseignant, le chef d'entreprise et le travailleur : l'enseignant parce qu'il doit infléchir son action pour faciliter l'insertion professionnelle de ses élèves ; le chef d'entreprise parce qu'il est contraint de veiller à la rentabilité de sa société ; le travailleur parce qu'il doit veiller à améliorer sa compétence.

Le système d'éducation n'a pas pour objectif de former des travailleurs. Sa mission sociale est de donner à des hommes et à des femmes les meilleures chances de se réaliser en tant qu'êtres humains. Une finalité plus large. Toutefois, dans une situation difficile du marché de l'emploi, la capacité de trouver un travail (ou d'en retrouver un en cas de perte d'emploi) apparaît comme une condition quasi nécessaire de l'épanouissement personnel. Il faut donc en tenir compte dans les politiques de l'éducation, sans renoncer naturellement à l'objectif réel de ces politiques.

Ces préliminaires étant rappelés, l'expérience française attire l'attention sur les quelques considérations exposées ci-après.

Formation et compétence

Du point de vue de la lutte contre le chômage, la formation doit se proposer de modifier la compétence des individus en les faisant passer de catégories dont la compétence est abondante à l'échelle mondiale vers des catégories dont la compétence est plus rare à cette même échelle. Cette proposition doit être complétée par deux précisions :

- La compétence ne se réduit ni au savoir ni au couple savoir-savoir-faire. Elle implique un comportement mélangeant initiative et capacité de coopération. C'est ce comportement qui, joint au savoir et au savoir-faire, permet notamment à l'individu de s'adapter à des changements de l'environnement technique, économique ou social.
- La compétence n'est pas équivalente à la qualification souvent associée en France à la possession d'un diplôme, diplôme qui reflète principalement un savoir, parfois un savoir-faire et, dans une proportion moindre, un comportement.

Dans toute la mesure du possible, les politiques éducatives devraient donc faire leur place à l'apprentissage de comportements créateurs et coopératifs.

Position sociale et niveau des diplômes

La société française a, dans les deux derniers siècles, assimilé — notamment dans la fonction publique — position sociale et niveau du diplôme obtenu à la fin de l'adolescence. Cette assimilation est en train de craquer. Les entreprises privilégient de plus en plus la compétence et l'on peut penser que la corrélation salaire-niveau de diplôme sera dans l'avenir de moins en moins forte sur l'ensemble des individus.

En dépit de cette lourde tendance, les diplômes continuent à être très recherchés par les individus. On observe un véritable paradoxe du diplôme engendré par le processus suivant :

- Recevant un afflux de candidatures, les entreprises utilisent, lorsqu'il s'agit d'un premier emploi, le diplôme comme un signal indicatif de compétence. L'obtention d'un diplôme accroît donc la probabilité d'être recruté. Cette conjecture est conforme aux statistiques qui montrent que le taux de chômage baisse en fonction du niveau du diplôme. Une fois recruté, l'individu a de grandes chances d'acquérir de la compétence par l'exercice de son métier. L'avantage initial tend donc à se proroger même si les entreprises n'attachent plus d'importance au diplôme après quelques années d'expérience professionnelle.
- Dans ces conditions, les jeunes recherchent un diplôme pour pouvoir émettre en début de carrière un signal « audible » et ne pas être éliminés avant tout entretien.

Cursus traditionnel et réinsertion

Plus le pourcentage de diplômés augmente, plus la situation relative des non-diplômés se dégrade. Les difficultés psychologiques, familiales, pécuniaires rencontrées à l'adolescence ont donc tendance à constituer des handicaps plus lourds que par le

passé même si elles concernent une fraction décroissante de la population. Les individus correspondants sont souvent en révolte contre l'école. Bertrand Schwartz a bien montré qu'on ne peut espérer les instruire et faire leur éducation qu'en s'attaquant simultanément à leurs problèmes d'emploi, de formation et d'insertion sociale, ce qui est impossible dans les cursus traditionnels et suppose des procédures spécifiques.

École et entreprise

L'importance de l'insertion professionnelle des jeunes a contraint la France à repenser progressivement les relations entre l'école et l'entreprise. De nombreuses coopérations se sont développées à l'échelon local entre les établissements techniques, les universités et les grandes écoles, d'une part, et les dirigeants du monde industriel et commercial, d'autre part. À l'échelon national, de nouvelles lois ont été votées pour promouvoir la formation en alternance et l'apprentissage.

Mais, en l'absence d'une tradition comme en Allemagne, les obstacles à surmonter sont nombreux. En dehors des difficultés juridiques (nature du contrat de travail, protection sociale...), les entreprises françaises ne sont pas toujours organisées pour recevoir efficacement une population importante d'apprentis.

Par ailleurs, les travailleurs qui souhaitent poursuivre leurs études peuvent maintenant obtenir une validation de leurs acquis professionnels leur permettant d'accéder directement à la préparation de certains diplômes.

Formation professionnelle et insertion

Un débat récurrent porte sur l'ouverture de la formation professionnelle initiale, certains soutenant que, plus cette formation est ciblée, plus elle facilite l'entrée dans la vie professionnelle, d'autres que, plus elle est large, plus le travailleur peut s'adapter aux changements des structures productives. Il semble bien que la voie à suivre soit le plus souvent intermédiaire : une formation trop étroite rend les individus prisonniers d'une firme ou d'un secteur ; une formation trop large peut les désavantager par rapport à d'autres candidats lors de la recherche d'un premier emploi. Former à une certaine polyvalence dans le cadre d'un champ bien défini peut se révéler un compromis entre le professionnalisme et l'adaptabilité.

Les problèmes qui viennent d'être évoqués doivent cependant être replacés dans un cadre plus large. L'adaptation au marché du travail n'est pas le seul des défis posés au système éducatif français en cette fin de siècle. J'en citerai quelques autres, d'ailleurs bien identifiés : la globalisation économique et culturelle, l'émergence de technologies donnant naissance à une société d'information, le développement des approches pluridisciplinaires et systémiques, l'élargissement des interrogations éthiques à la suite du progrès scientifique et technique...

Ce constat invite à replacer les relations éducation-emploi dans une vision d'ensemble. Le chômage n'est pas dû à des insuffisances économiques et sociales. Il résulte d'un enchevêtrement d'enchaînements qui lui donnent ses différentes formes, mais, *a contrario*, l'éducation dans son ambition prométhéenne de modeler des hommes et des femmes doit s'adapter aux transformations techniques, éco-

nomiques et sociales qui, dans le monde contemporain, modifient les conditions d'emploi.

Notes

1. « Rapport de la Commission Emploi et relations du travail du VIII^e Plan », La Documentation française, Paris, 1980.
2. Ce qui signifie que 60 % à 65 % d'une classe d'âge obtenait le diplôme contre 28 % en 1985.

D O S S I E R

PIAGET ET L'ÉDUCATION

AVANT-PROPOS

À l'occasion du centième anniversaire de la naissance de Jean Piaget, l'UNESCO-BIE s'est proposée de consacrer le dossier de ce numéro de la revue *Perspectives à Piaget et l'éducation*. L'édition nous en a été confiée, avec le soin de représenter le plus largement possible la diversité géographique des chercheurs qui travaillent en liaison avec la théorie piagétienne. Ce numéro n'a pas été conçu comme une simple commémoration de l'œuvre de Piaget. Il nous a semblé plus proche de l'esprit dans lequel son œuvre s'est développée de mettre en évidence, avec les fondements puisés dans l'épistémologie et la psychologie génétiques, les discussions qui les prolongent à la lumière d'autres apports théoriques, et aussi les transformations dues à une reconsidération des concepts dans le domaine de l'éducation. L'organisation de ce volume spécial tourne autour des directions générales prises actuellement par cette partie de la recherche en sciences de l'éducation qui est liée à l'épistémologie et à la psychologie génétiques. Ces directions actuelles puisent aussi leur fondement dans les progrès scientifiques de la psychologie cognitive, de la psychosociologie interculturelle et de la didactique des disciplines. Nous avons ainsi divisé ce volume en trois parties : 1) Piaget, les mécanismes de développement et les apprentissages scolaires ; 2) Piaget et les aspects sociaux des connaissances ; 3) Piaget et les didactiques.

Dans la première partie, Lauren Resnick ouvre le débat sur les mécanismes du développement et des apprentissages, avec un essai d'intégration des théories qui portent sur les contraintes biologiques, d'une part, et sur les connaissances en situation, d'autre part. Marcel Crahay reprend différentes étapes des interprétations pédagogiques de la théorie de Piaget, autour de l'alternative classique : tête bien faite ou tête bien pleine ? Il aboutit à l'examen de certains concepts forts de la psychologie génétique à la lumière de certains aspects des développements récents de la psychologie cognitive anglo-saxonne, à propos notamment des résolutions de problèmes.

Ludmilla Oboukhova soulève la question, toujours fondamentale, des rapports entre apprentissage et développement, en montrant comment l'enfant construit des outils-médiateurs proposés par l'adulte, et comment ces outils se transforment en opérations intériorisées.

Constance Kamii, quant à elle, accorde une place primordiale au développement. Les apprentissages scolaires ne sauraient se concevoir qu'à la condition préalable que soient actualisées les connaissances sur le développement. Ainsi, dans l'enseignement de l'arithmétique, les savoirs doivent avant tout émerger des connaissances logico-mathématiques préalablement construites. Il s'agit pour elle d'appliquer la théorie piagétienne plutôt que de l'interroger.

Avec Constance Kamii, Takehisa Takizawa représente un courant soucieux de trouver chez Piaget des sources plus ou moins directes, susceptibles de fonder scientifiquement l'enseignement. Il montre, historiquement, comment la psychologie génétique s'est appliquée au Japon.

L'emprise de la culture sur les connaissances est au contraire clairement affirmée dans les trois chapitres de la seconde partie. Mohamed Lahlou pose à la fois les problèmes de l'insertion scolaire dans un contexte politique et social qui est celui de pays anciennement colonisés, les problèmes du statut des langues enseignées à l'école et leur rapport avec les langues maternelles, le problème de la langue maternelle comme véhicule des connaissances scolaires, et souligne le rôle moteur des interactions sociales dans le processus d'enseignement-apprentissage. Dans ces dernières, il relève l'importance de l'activité adaptatrice de l'enfant.

Emilia Ferreiro traite de l'acquisition des objets culturels, comme celle de la langue écrite, et s'interroge sur la capacité de la théorie piagétienne à rendre compte des apprentissages de tout objet de savoir. Elle conclut qu'il s'agit d'une « théorie générale des processus de construction de la connaissance ».

Plus proche d'une conception de la multiplicité des connaissances liées à des contenus de savoirs spécifiques, Eduardo Martí examine les rapports entre certains concepts fondamentaux de la psychologie génétique et ceux qui sont développés par un autre grand psychologue, né la même année que Piaget, Lev Vygotsky. Le constructivisme piagétien est retenu comme base incontournable de la réflexion sur l'enseignement-apprentissage, tout en étant relié à certaines thèses défendues par la théorie socioculturelle vygotskienne.

Les chapitres de la troisième partie, tout en intégrant, eux aussi, la dimension socioculturelle des savoirs, les placent dans le champ de la didactique comprise comme un système finalisé par l'intention d'enseigner un savoir culturellement constitué.

Gisèle Lemoyne consacre son chapitre aux conversions nécessaires entre connaissances de l'enfant et savoirs de l'élève. Elle enrichit la didactique des mathématiques avec les apports de l'épistémologie génétique, en présentant la problématique propre aux deux champs ainsi que des résultats expérimentaux qui témoignent de la fécondité de ces mises en rapport.

Gérard Vergnaud clôt ce dossier en se plaçant dans une perspective qui invite à un certain recul aussi bien par rapport à la didactique des mathématiques que par

rapport à l'épistémologie génétique. Il met en exergue certaines questions posées par la confrontation de ces deux champs, à savoir : la connaissance comme processus adaptatif, le développement des structures générales et les conceptualisations spécifiques, les actions en situation et les conceptualisations sous-jacentes.

Pour notre part, nous avons tenté d'ouvrir, par une simple introduction, la discussion sur les développements pédagogiques de la psychologie génétique, en exposant les travaux genevois, qui certes en sont issus mais qui la prolongent par une étude consacrée précisément aux interactions entre savoirs et situations, et en insistant par ailleurs sur le rôle des situations didactiques dans la structuration de ces savoirs chez l'élève.

Deux idées-forces ressortent de la majorité des chapitres. La première examine l'obstacle épistémologique pour la pédagogie, que constitue le concept de *structure d'ensemble généralisable*. En effet, la diversité des connaissances est relevée de façon quasi unanime, qu'elle concerne les processus cognitifs, la spécificité des contextes socioculturels ou celle du savoir en situation. La seconde idée-force porte justement sur l'importance des contenus spécifiques sur lesquels et dans lesquels se construisent les connaissances en contexte scolaire.

MADÉLON SAADA-ROBERT
JEAN BRUN

LES TRANSFORMATIONS DES SAVOIRS SCOLAIRES : APPORTS ET PROLONGEMENTS DE LA PSYCHOLOGIE GÉNÉTIQUE

Madelon Saada-Robert et Jean Brun

De la construction des connaissances aux transformations des savoirs contextualisés chez l'enfant

Quatre grandes périodes peuvent être relevées dans l'œuvre de Piaget en ce qui concerne l'évolution psychologique de la pensée chez l'enfant. Une première période pose les bases du raisonnement enfantin, non encore caractérisé par la construction des structures logiques, mais déjà par des formes authentiques non

Madelon Saada-Robert (Suisse)

Docteur en psychologie génétique, a été pendant de nombreuses années assistante de recherche et d'enseignement des professeurs J. Piaget et B. Inhelder à l'Université de Genève et au Centre d'épistémologie génétique sous la direction de Jean Piaget. Elle s'est ensuite spécialisée dans le domaine des représentations liées au fonctionnement des connaissances contextualisées, plus particulièrement chez de jeunes enfants en âge préscolaire. Elle est actuellement maître d'enseignement et de recherche en sciences de l'éducation dans la même université, et travaille dans le domaine de l'apprentissage de la langue écrite en situation scolaire.

Jean Brun (France)

Professeur en didactique des mathématiques à la Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation de l'Université de Genève. Docteur en troisième cycle de psychologie de l'Université Lyon-II, sa thèse a porté sur l'étude des rapports entre le développement intellectuel et l'enseignement rénové des mathématiques du début des années 70, en considérant les effets de cet enseignement. Ses recherches actuelles poursuivent l'étude de ces rapports en prenant en compte, cette fois, la situation d'enseignement elle-même, au niveau de la scolarité élémentaire (six à douze ans).

réductibles à celles de l'adulte (*La représentation du monde chez l'enfant*, 1926). Une seconde période, qui débute avec *La naissance de l'intelligence chez l'enfant* (1936) et qui culmine avec *La genèse des structures logiques élémentaires* (1959), définit les caractéristiques des structures logico-mathématiques propres aux différentes étapes du développement cognitif, tout en démontrant l'enracinement des opérations dans les actions. La troisième période opère une décentration des structures du sujet vers le pôle de l'objet en étudiant son rôle dans la construction des connaissances (*Les explications causales*, 1971 ; *La prise de conscience*, 1974). Enfin, la quatrième période revient à la question centrale des mécanismes du développement, en reliant les rapports assimilation-accommodation avec l'étude de *L'équilibration des structures cognitives* (1975) et les *Recherches sur l'abstraction réfléchissante* (1977).

Cette dernière période, qui se prolonge avec l'étude de thèmes plus psychologiques, ou du moins non strictement formalisables sur la base de modèles logico-mathématiques (*Recherches sur la généralisation*, 1978 ; *Recherches sur les correspondances*, 1980 ; *Vers une logique des significations*, 1987 [avec García]), nous intéresse plus particulièrement. Elle pose le problème fondamental du fonctionnement des connaissances, problème approfondi et enrichi par les études sur les liens entre structures profondes et savoirs en situations, et plus particulièrement sur le rôle des représentations (Inhelder, Cellérier *et al.*, 1992). À cause de leur impact sur la compréhension du fonctionnement cognitif des élèves en situations scolaires, nous allons, dans un premier temps, exposer brièvement les deux objets principaux de ces études (les représentations et leurs microgenèses), après avoir montré les axes de la psychologie génétique sur lesquels elles se fondent.

LES FONDEMENTS CONSTRUCTIVISTES ET INTERACTIONNISTES DE LA PSYCHOLOGIE GÉNÉTIQUE

Même si ces études remettent en question l'idée de la généralisation des structures contenue dans leur propre définition, et donc celle de leur transfert quasi évident dans des situations spécifiques, elles ne se fondent pas moins sur les deux axes centraux de la psychologie génétique : le constructivisme et l'interactionnisme. Tout d'abord, elles prolongent le constructivisme en l'étendant jusque dans les contextes d'apprentissage. En effet, ces études montrent que, dans leur fonctionnement, les connaissances, même acquises, ne sont pas simplement appliquées à une situation, mais qu'elles se reconstruisent en fonction de la structure de la situation. L'acquisition de toute nouvelle connaissance passe donc inévitablement par le fonctionnement de connaissances antérieures dans des situations spécifiques à travers lesquelles elles se transforment, se différencient, se mesurent même aux données de la situation et aboutissent à de nouveaux savoirs. Ensuite, elles prolongent l'interactionnisme en insistant sur le rôle structurant de la situation, qui doit être comprise dans ses aspects aussi bien sociaux que cognitifs.

LES MÉCANISMES DE LA CONSTRUCTION DES CONNAISSANCES
ET LE RÔLE DE L'INTERACTION AVEC L'OBJET

Quatre mécanismes sont au centre du fonctionnement cognitif en psychologie génétique. Les études sur les représentations en situations les reprennent, en insistant pour chacun sur le rôle structurant des situations dans lesquelles elles fonctionnent. Ce sont : les relations entre assimilation et accommodation, la prise de conscience, l'abstraction réfléchissante et l'équilibration.

Le rôle de l'accommodation par rapport à l'assimilation. En se concentrant sur l'apport de l'accommodation, qui intervient dans toute relation du sujet avec l'environnement, pour en capter les informations pertinentes, les études sur les représentations renversent le poids donné par la théorie piagétienne à l'assimilation, première, reproductrice et généralisatrice. Elles font de l'accommodation un pôle central d'ouverture sur l'environnement, avec ses propriétés et ses contraintes, qui indiquent au sujet la direction dans laquelle il va pouvoir s'y adapter.

La prise de conscience et le rôle du milieu extérieur. C'est le seul mécanisme à propos duquel Piaget insiste sur un mouvement de l'extérieur vers l'intérieur, qui va de la *périphérie* (situation spécifique) vers les *centres* (conceptualisation des informations par le sujet, et constitution parallèle des propriétés des objets). La prise de conscience est essentiellement définie comme conceptualisation des résultats de l'action et conceptualisation des propriétés de l'objet. Cette définition nous paraît trop restrictive, car il y a des informations tirées de la situation qui peuvent rester relativement implicites, sans passer par un niveau d'explicitation qui les formalise.

L'abstraction simple par rapport à l'abstraction réfléchissante. On peut dire en peu de mots que l'abstraction réfléchissante permet au sujet de reconsidérer (en *réflexion*) dans un ensemble cohérent, qui définit un niveau structural supérieur, des savoirs qui ont évolué de manière relativement isolée et qui sont tirés d'un niveau plus élémentaire. Par distinction, l'abstraction simple est celle qui permet au sujet de tirer des informations de la situation, soit certaines propriétés des objets à travers ses actions, soit des résultats de ses actions sur la situation. Pour Piaget, elle sert d'*aliment* à l'abstraction réfléchissante. Ces savoirs, constitués en relation directe avec la situation, vont être consolidés dans des situations différentes (c'est le *réfléchissement*, le mouvement d'abstraction d'un niveau vers un niveau plus complexe). Dans ce mécanisme, l'analyse piagétienne met l'accent sur l'abstraction réfléchissante, et tout particulièrement sur la reconstruction des structures, une fois que leurs éléments ont été tirés du niveau plus élémentaire. Une analyse plus fine des conduites de sujets en situation montre cependant que l'abstraction simple, à cause des significations que le sujet attribue aux différents paramètres de la situation, et en raison de sa confrontation à la réalité, joue un rôle constructeur plus important que l'analyse piagétienne ne le laisse entendre. En effet, chaque fois que l'enfant, ou l'élève en situation scolaire, ne peut utiliser une connaissance telle quelle pour résoudre un problème, et c'est en principe le cas chaque fois qu'il y a

apprentissage, il doit « faire parler la situation », lui donner du sens, pour en tirer les éléments nouveaux qui vont lui indiquer dans quelle direction il doit chercher une nouvelle solution possible, en construisant de nouveaux moyens pour y arriver (ou une nouvelle combinaison de savoirs acquis).

L'équilibration et le rôle de l'étape bêta. Lors d'une perturbation dans un raisonnement et dans la procédure qui lui est liée, qu'elle vienne de la situation (lorsqu'une conduite rencontre un obstacle par exemple ou lors de la prise en compte de propriétés nouvelles) ou qu'elle vienne des représentations du sujet (deux savoirs contradictoires par exemple), trois réactions peuvent se produire chez le sujet, qui se hiérarchisent en trois étapes aboutissant au dépassement du déséquilibre causé par la perturbation. Dans la première étape, alpha, le sujet annule la perturbation en l'évitant. Il retrouve alors l'équilibre de départ. Dans la deuxième étape, bêta, la perturbation est prise en compte mais le sujet ne peut pas encore la dépasser. Il va l'accepter mais seulement comme cas particulier, ou comme exception, ce qui ne change pas fondamentalement son système de pensée. Dans ce cas, le sujet reste dans une position de déséquilibre relatif... Dans la troisième étape, gamma, le sujet va non seulement prendre en compte la perturbation, mais il va l'intégrer à son système de pensée en le faisant évoluer. Il y aura alors dépassement de la perturbation et un nouvel équilibre sera trouvé, plus puissant que celui de l'étape alpha. Si Piaget s'est surtout attaché à trouver les conditions du dépassement des perturbations (étape gamma), les études récentes visent plutôt à montrer l'importance de l'étape bêta, celle qui permet au sujet une ouverture sur l'environnement, par la prise en compte possible des perturbations. Même s'il ne les dépasse pas encore, il est essentiel qu'il puisse les considérer, les lire, les accepter, ne fût-ce qu'à titre de cas particuliers. Et c'est en partie à travers cette lecture de nouvelles propriétés de la situation, « occultées » jusque-là, que le sujet va trouver la direction de la solution au dépassement de la perturbation.

L'ÉTUDE DES REPRÉSENTATIONS ET LES MICROGÉNÈSES DE RÉOLUTION DE PROBLÈME

L'équipe de recherche sur le fonctionnement cognitif en psychologie génétique (Inhelder, Cellérier *et al.*, 1992) a principalement porté son attention sur l'étude des représentations et celle de leurs microgénèses.

Les représentations y sont analysées comme l'interface des connaissances antérieures et des propriétés de la situation. C'est le lieu de formation des savoirs en situation et des procédures d'actions par lesquelles l'enfant va résoudre les problèmes posés dans la situation. Les représentations cognitives « situées » se définissent par la relation entre les unités les plus profondes du fonctionnement — *les connaissances acontextuelles* en mémoire à long terme : structures invariantes, schèmes, opérations, connaissances spécifiques tels que les scripts, schémas, etc. — et des unités plus externes : *procédures séquentielles* dépendantes des intentions et

projets du sujet. Entre les deux types d'unités, une interface est construite à travers les représentations *situées* au niveau de la mémoire de travail.

Toute situation se définit pour le sujet en un enchaînement de buts et de sous-buts, et en séquences de résolution, même sans solutions adéquates. Dans ce contexte, la microgenèse de résolution peut être considérée comme un changement de significations pour le sujet : une action donnée, définie comme schème acotextualisé, peut être spécifiée comme routine (lorsqu'elle est fonctionnellement rattachée aux objets de la situation indépendamment du but à atteindre), comme primitive (lorsqu'elle est considérée comme une clé du problème), ou comme procédure (lorsqu'elle est composée de primitives clés). Dans le cas d'un problème connu, ou d'un problème nouveau mais analogue, ces trois formes de l'action n'apparaissent pas toutes nécessairement ; une procédure correcte, utilisée comme routine, peut être spécifiée au cours d'un processus descendant. Dans le cas d'un problème entièrement nouveau, les trois formes d'action apparaissent dans la microgenèse de résolution. Quelques actions pertinentes apparaissent comme de la routine au cours d'un processus ascendant ; d'autres sont spécifiées comme primitives clés, et le contrôle revient alors à les composer en procédure.

L'étude des microgenèses, telle qu'elle a été entreprise par l'équipe des chercheurs genevois sur le fonctionnement cognitif, ne vise pas à regarder plus en détail ce que l'on sait de la macrogenèse, notamment telle qu'elle a été développée en psychologie génétique. Elle ne vise pas non plus à reconstituer la macrogenèse en plus petit, à retrouver les fameux trois stades en un bref moment où le problème serait résolu. L'étude des microgenèses aboutit plutôt à une meilleure compréhension des mécanismes de changements, jusque-là compris soit en termes généraux d'abstraction réfléchissante ou d'équilibration majorante avec ses trois niveaux alpha, bêta, gamma, soit en termes de transitions fines et de conflit cognitif par Inhelder et ses collaborateurs (Inhelder, Sinclair et Bovet, 1974). Ces mécanismes de changement sont essentiellement compris comme des changements de signification et des changements de contrôle par le sujet. L'étude des microgenèses vise également à comprendre comment s'opèrent les relations entre les composantes dites connexes, elle offre ce faisant une solution de rechange aux modèles connexionnistes qui pourraient s'appliquer aux cas où les composantes ont déjà été automatisées et qui expliqueraient comment se ferait leur actualisation, mais qui n'expliquent certainement pas comment les relations entre composantes se construisent, à travers leur fonctionnement en contexte. Enfin, l'étude des microgenèses montre aussi que les racines de base des structures ne se construisent pas par filiation isolée, mais plutôt, à l'intérieur de champs conceptuels (Vergnaud, 1985), par les relations d'interdépendance alternée et de réciprocité. Cela est possible parce que ces études sur les microgenèses ont été délibérément centrées sur les aspects fonctionnels de la formation et de l'actualisation des connaissances. Orienter la recherche vers les aspects fonctionnels et non pas exclusivement structuraux renvoie à une prise en compte du rôle de la situation considérée dans un rapport interactif avec le sujet ; donc, dans la dialectique des pôles construction-interaction de Piaget, on se trouve plus sur le pôle interaction, et en étudiant l'interaction on comprend mieux les

mécanismes de la construction ; c'est là qu'on rejoint des liens entre apprentissage et développement.

RÉSoudre DES PROBLÈMES SCOLAIRES

L'école s'insère dans un réseau de significations socio-institutionnelles définies bien qu'en mouvement. L'élève, l'enseignant et le savoir¹ en sont les protagonistes didactiques. Dans ce cadre, les situations-problèmes à travers lesquelles s'articule le rapport enseignement-apprentissage sont complexes. Elles s'inscrivent dans un contrat didactique qui va permettre à l'élève d'attribuer à une partie de ses connaissances concernées par le problème, qu'il va transformer en savoirs « situés », des valeurs particulières.

Les recherches récentes en psychologie génétique sur les représentations ne se sont pas occupées de résoudre des problèmes en situation scolaire. Or, se concentrer obligatoirement en situation scolaire sur l'articulation enseignement-apprentissage nous semble poser plusieurs problèmes spécifiques. Nous abordons ici celui des situations dites complexes, situations larges qui permettent l'*intégration* des savoirs sur des contenus spécifiques. L'intérêt de telles situations est triple.

Tout d'abord pour l'élève, elles lui permettent une entrée propre dans le problème, ouvert, un cheminement propre dans la résolution, et une gestion propre des buts et des composantes. Ainsi, l'activation des connaissances pertinentes et la construction des savoirs situés se dérouleront à travers de véritables micro-genèses (Saada-Robert, 1995).

Ensuite pour l'enseignant, les situations complexes assurent l'ancrage nécessaire de l'enseignement sur les représentations des élèves, pour autant que l'enseignant observe leurs procédures et les relie avec le champ conceptuel sous-jacent à chaque situation. À travers de telles observations et les régulations appropriées, la différenciation nécessaire à l'articulation de l'enseignement avec les diverses formes d'apprentissage pourra se dérouler.

Enfin pour le chercheur, l'intérêt de la complexité des situations scolaires repose sur le fait que leurs variables, dans leur dimension sociale et cognitive, sont intimement liées, et que le temps de résolution par l'élève, avec ou sans interactions réelles, permet l'étude des microgenèses de construction des savoirs situés.

La transformation des savoirs en situation

L'évolution des recherches en psychologie génétique accorde une place de plus en plus importante à la notion de s'agissant de comprendre la manière dont se construisent les connaissances (voir Inhelder *et al.*, 1992). On constate en effet que les connaissances acquises par un sujet ne contiennent guère, par elles-mêmes, leurs conditions d'application. La situation joue un rôle dans leur utilisation, et, par là même, dans leur construction. Le constructivisme psychologique apparaît alors comme fondamentalement interactionniste.

La recherche en didactique, du fait de son objet, demande que l'on étudie davantage le rôle que jouent les situations. Une situation d'enseignement est en effet surdéterminée par les savoirs qu'elle vise et par l'institution responsable de la transmission de ces savoirs. Les représentations qu'élaborent les élèves dans ces conditions portent la marque de cette surdétermination, de sorte que, dans un contexte d'enseignement, *le didactique participe à la définition du représentable*. On pourrait alors penser que le didactique est seulement un frein, ou même un obstacle, au développement naturel des connaissances des sujets, et en conséquence former le projet de refonder le didactique sur ce développement naturel, considéré comme seul porteur des « vraies » potentialités de l'enfant. Le développement serait normatif au point d'assurer la réappropriation, par les individus, des savoirs institués. L'expérience montre que le didactique résiste, qu'il n'est pas modelable à souhait, au gré des découvertes sur le développement de l'enfant, même si ces dernières ont un rôle très important à jouer pour l'enseignement. Le didactique demande à être considéré comme un objet d'étude en soi (Brun, 1994). Sans entrer ici dans une problématique générale du phénomène didactique, qui relève sans doute de l'anthropologie (Chevallard, 1991, 1992, 1994), limitons-nous à envisager ses conséquences sur la notion de situation comme lieu d'interactions cognitives. Nous le ferons du point de vue de la didactique des mathématiques.

Nous posons le problème suivant : à quelles situations peut correspondre la rencontre d'un sujet avec un savoir formel, nouveau pour lui ? Quelles sont les conditions de cette rencontre ? Nous disons bien seulement « rencontre » en référence à Mercier (1994). La psychologie génétique nous apprend que ce sujet a forgé des connaissances par ses propres mécanismes de développement (équilibration, abstractions simple et réfléchissante, prise de conscience) au contact de situations variées ; celles-ci, dans ce cas, renvoient à l'expérience globale du sujet. Ainsi le sujet se construit progressivement et se structure cognitivement. En situation, au sens large du terme, il utilise ses connaissances et en construit de nouvelles. Les études microgénétiques ont bien précisé les processus par lesquels l'enfant fait de nouvelles découvertes (voir Inhelder *et al.*, 1992).

Ce processus développemental rencontre le didactique au moment où s'exerce sur elle une intention sociale, qui est celle d'enseigner les savoirs que la culture transmet de génération en génération.

On entre alors dans une classe de situations particulières qui seront définies comme didactiques, à partir du moment où s'y rencontrent une connaissance en développement, une intention d'enseigner et un savoir « déjà là » (Rouchier, 1991). Les interactions entre ces trois instances définissent la « situation didactique », modélisation de la situation d'enseignement. Par rapport au schéma interactionniste « sujet x situation », la spécificité de la situation didactique demande donc à être précisée.

SAVOIRS ET SITUATIONS DIDACTIQUES

L'étude des conduites qu'adoptent les élèves face à un problème mathématique, en situation d'enseignement, exige que la signification de ces conduites soit rapportée aux caractéristiques de cette situation également. Ces caractéristiques sont d'ordre épistémologique, cognitif, mais aussi didactique. La situation, en effet, est chargée d'intentions et d'attentes de la part du maître ; elle se situe, de plus, à l'intérieur d'une progression de l'enseignement ; ces facteurs organisent et contrôlent la représentation que se forge l'élève du problème mathématique qui lui est soumis.

À cette étape de la réflexion, on se trouve face à au moins deux grandes orientations dans les choix d'une problématique de recherche : celle qui consiste à refuser d'entrer dans ce schéma et à pousser le plus loin possible l'hypothèse de la reconstruction autonome du savoir par le sujet (constructivisme radical), et celle qui consiste à se demander à quelles conditions peut s'opérer la rencontre entre le savoir déjà là, constitué culturellement, et les organisations de connaissances construites par le sujet épistémique. L'étude d'une situation didactique est précisément une étude de ces conditions (Mercier, 1994). L'articulation, par le truchement des situations, entre connaissance individuelle et savoir institué est alors au centre des questions didactiques.

Différents travaux expérimentaux concluent que le passage n'est, de fait, pas naturel entre connaissances dues à la psychogenèse et savoirs institués. Berthelot et Salin (1992) ont montré, par exemple, que les connaissances spatiales des élèves ne se transforment pas simplement, du seul fait du développement cognitif, en objets de savoir géométriques (elles peuvent même parfois faire obstacle), et que la description des savoirs institués n'est pas non plus suffisante pour rencontrer d'office les connaissances spatiales de l'élève, qui sont pourtant nécessaires à l'enseignement de ces savoirs. C'est un problème didactique toujours ouvert que d'articuler savoirs et connaissances (Conne, 1992) ; sa solution passe, entre autres, par la création didactique d'objets à enseigner, travail de transposition qui ne peut se faire sans cette épistémologie expérimentale que constitue la recherche en didactique.

Brousseau (1983) exprime ce projet lorsqu'il écrit (c'est nous qui soulignons) :

Nous admettons donc que la *constitution du sens*, tel que nous l'entendons, implique une interaction constante de l'élève avec des situations problématiques, interaction dialectique (car le sujet anticipe, finalise ses actions) où il engage des connaissances antérieures, les soumet à révision, les modifie, les complète ou les rejette pour former des conceptions nouvelles. *L'objet principal de la didactique est justement d'étudier des conditions que doivent remplir les situations ou les problèmes proposés à l'élève pour favoriser l'apparition, le fonctionnement et le rejet de ces conceptions* (p. 172).

Le sens d'un savoir mathématique dépend d'abord de l'état d'organisation des connaissances du sujet (voir Vergnaud, 1991). Ce sens se définit également par un ensemble de problèmes culturels pour lesquels le savoir (la notion de mesure par exemple) est nécessaire à la découverte d'une solution. Brousseau a étudié quantité de situations correspondant à de tels ensembles de problèmes ; il parle alors de

situations fondamentales. Or, la notion de situation fondamentale renvoie aux caractéristiques épistémologiques des situations didactiques. Le choix et l'agencement de telles situations, dans la durée d'un enseignement, s'inscrivent dans une épistémologie expérimentale qui pose la question : « Comment se transforment les savoirs, depuis leur origine jusqu'à leur enseignement ? »

La transformation des savoirs aux fins d'enseigner fait l'objet du processus de *transposition didactique* (Chevallard, 1985). À l'origine de cette transformation se trouve le mathématicien professionnel qui se livre lui-même à un travail de décontextualisation et de dépersonnalisation de son savoir, encore privé, afin de le rendre communicable à ses pairs et au-delà. Pris dans le projet d'enseignement et désigné comme étant « à enseigner », le savoir décontextualisé doit rencontrer de nouvelles personnes, les élèves. Mais, pour que la rencontre soit possible, ce savoir va devoir être recontextualisé, repersonnalisé. L'élève, en effet, est censé *produire lui-même la modification de ses connaissances*, comme nous l'apprend la psychologie génétique. Les savoirs ne peuvent donc se donner à lui, directement. C'est au moyen d'une contextualisation nouvelle, didactique cette fois, que l'élève pourra être mis à même de modifier lui-même ses connaissances. Au terme du processus, si la rencontre a été effective, il faudra encore convertir ce savoir personnel en savoir institué.

En effet si la modification personnelle des connaissances de l'élève est bien le motif essentiel de la situation didactique, cette dernière rend nécessaire également la reconnaissance d'un statut aux savoirs engagés par l'élève dans la situation. Les faits le montrent sans cesse lorsque l'on tente de réduire l'enseignement à une succession de tels apprentissages en situations. Cette nécessité provient à la fois de l'élève et du maître, ou plus exactement de la relation à laquelle ils sont tenus. Ils ont besoin de reconnaître mutuellement l'apprentissage et d'en prendre acte, ne serait-ce que pour pouvoir le réutiliser ensuite dans la progression de l'enseignement ; cette institutionnalisation des apprentissages est une condition de la durée de la relation didactique (et non une quelconque révérence obligée à l'institution). C'est pourquoi un travail de décontextualisation est nécessaire, pour rendre possible la reconnaissance culturelle des savoirs qui sont en jeu dans les rapports personnels de l'élève à la situation, et pour rendre possible la communication des savoirs au sein de la relation didactique, à la manière du mathématicien vis-à-vis de sa communauté scientifique au départ du processus de transposition qui vient d'être décrit.

Un déplacement s'effectue donc par rapport à la psychologie génétique : c'est le *sens des savoirs* qui devient l'enjeu de l'enseignement des mathématiques et qui est étudié par le chercheur. Ce déplacement est une différenciation de la problématique cognitive particulièrement intéressante. Pour la didactique, considérer les savoirs institués n'est pas faire l'impasse sur les connaissances du sujet en développement, connaissances dont on sait depuis Piaget, et on ne doit jamais l'oublier, la signification profondément épistémologique ; c'est prolonger, ou précéder, ces connaissances, selon le cas, du fait que des situations et des pratiques placeront les connaissances du sujet dans un rapport nouveau, celui précisément où peut se

« rencontrer la nécessité de savoir ». Cela ne préjuge encore en rien du caractère effectif de cette rencontre (Mercier, 1994).

La question prioritaire pour le didacticien est alors celle du choix des situations représentatives d'un savoir : quelles sont ces situations qui font rencontrer la nécessité de savoir, au-delà de la volonté du maître porteur du projet d'enseignement ? Que l'on ne se méprenne pas sur la signification des expressions « rencontrer la nécessité de savoir » ou « situations représentatives d'un savoir » ; elles ne renvoient pas à des positions empiriste ou platonicienne qui concevraient le savoir comme présenté avec la situation, ou caché dans la situation. Elle renvoie à une nécessité liée à des « pratiques », à des « jeux », qui sont sociaux, et qui font écho à d'autres pratiques, d'autres jeux, en d'autres lieux d'élaboration du savoir. Ainsi se transforment les savoirs. Les choix de situations nécessitent des études expérimentales qui sont le lot de la recherche didactique.

RÉSOLUTION DE PROBLÈMES ET SITUATIONS DIDACTIQUES

Une manière d'envisager la spécificité de la situation didactique est d'essayer de comprendre son rôle dans les processus de résolution de problèmes. La résolution de problèmes est une source de réflexion intéressante pour l'enseignement des mathématiques dans la mesure où l'activité du mathématicien consiste essentiellement à en résoudre. De ce fait, beaucoup d'efforts sont engagés dans l'enseignement pour transposer, auprès des élèves, ce type d'activité dans laquelle le mathématicien se reconnaît. Il est donc naturel que des recherches sur l'enseignement des mathématiques aient importé dans leur problématique les objets et les méthodes des psychologues qui étudient la résolution de problèmes. La question à se poser est de savoir si l'on peut transférer purement et simplement une problématique de la psychologie à la didactique. Les travaux de Schoenfeld (1985), par exemple, nous renseignent excellemment sur les processus généraux avec lesquels l'élève solutionneur de problèmes mathématiques utilise et forme ses connaissances face à un problème qui lui est soumis.

Il reste encore, nous semble-t-il, à comprendre le rôle joué par les situations mêmes dans lesquelles l'élève interagit avec le problème qu'on lui pose. Car ce rôle est sans doute décisif dans l'enseignement. Une analyse de la situation devient indispensable pour élargir ce qu'on appelle l'analyse de la tâche conçue comme la suite des opérations de pensée ou des processus nécessaires à la solution du problème. L'analyse de la situation fait intervenir les différents rapports possibles de l'élève avec le problème, compte tenu des choix faits dans l'organisation préalable de la situation didactique ; ces choix définissent en effet des rapports possibles. Si l'on se place du côté de l'élève, cela renvoie à la représentation qu'il se fait du milieu de fonctionnement de ses connaissances, ainsi qu'aux traitements qu'il pense pouvoir effectuer, et aux contrôles de la résolution qu'il en déduit.

Quel rôle joue ce milieu de fonctionnement dans les processus de résolution et comment évolue-t-il au fur et à mesure de cette résolution ? On peut considérer que ce milieu de fonctionnement exerce une forme de contrôle sur la résolution.

Le premier type de contrôle est celui qui est interne au sujet. Comme l'écrit Blanchet :

Pendant tout le temps de recherche, le sujet est attentif, il contrôle et évalue chaque élément, il confirme certains points de départ, remet d'autres points en question. Il s'agit d'une dialectique entre action, représentation et traitement. C'est le sujet qui contrôle cette dialectique, *même s'il n'est pas conscient de tous les éléments qui l'influencent*, même si le hasard peut aussi intervenir (Blanchet, 1994, p. 57, souligné par nous).

Parmi les éléments qui influencent ce contrôle cognitif, éléments auxquels s'intéresse précisément la recherche en didactique en agissant expérimentalement sur eux, figurent des contrôles venant cette fois de la situation : un contrôle *a priori*, tout d'abord, lié au processus de transposition, avec le choix de problèmes et de situations qui renvoient aux *pratiques* sociales effectives à la source de la production de mathématiques. Les savoirs sont d'abord, selon la formulation de Chevallard (1994), des savoirs en acte : « Tout savoir, écrit-il, est pour l'acteur, *savoir en acte*. Tout savoir est pratique sociale. Ne nous étonnons pas alors si tel mathématicien s'étonne de nous voir regarder comme un savoir — les mathématiques — ce qui est pour lui, d'abord, un *faire* » (1994, p. 176). À partir de là opère, comme nous l'avons vu, la transposition didactique. Les choix faits ensuite pour la mise en scène didactique des situations sont aussi des moyens d'agir sur le processus de résolution et de constituer le sens des savoirs ; ils font l'objet d'expérimentation lors de la création didactique des contenus à enseigner. Brousseau (1986) théorise cette mise en scène des situations au moyen des situations d'action, de formulation et de validation, qui réfèrent aux différentes fonctions du savoir, et par divers phénomènes didactiques, liés par exemple à l'épistémologie de l'enseignant, ou au contrat didactique (Brousseau, 1986 ; Schubauer-Leoni, 1986).

Dans nos premières tentatives expérimentales de compréhension de ces contrôles externes qui agiraient sur les représentations et les traitements des élèves, nous avons pu vérifier, par des analyses de protocoles d'observations, la part prise par quelques phénomènes didactiques dans le processus de résolution de problèmes (Brun et Conne, 1990). Dans des situations de mesure de distances, nous avons observé de quelle manière des pratiques sociales de mesurage, comme l'utilisation familière d'une règle graduée ou d'un double mètre, interféraient avec les connaissances des élèves sur la mesure dans le processus de résolution. Nous avons pu comprendre ensuite comment opérait une rupture de contrat face à laquelle la situation conçue plaçait les élèves, en les privant de leurs références habituelles sur les exercices de mesure. Cette rupture de contrat avait influencé le processus de résolution, tantôt en faisant obstacle tantôt en favorisant le fonctionnement des connaissances des élèves sur la mesure. Il ne faudrait pas croire, en effet, que ces phénomènes didactiques jouent seulement un rôle d'entrave par rapport à une activité de résolution de problèmes prétendue authentique.

La recherche en didactique invite à repenser certains aspects des modèles généraux qui décrivent les enchaînements réguliers de mécanismes de résolution de problèmes à l'œuvre chez un élève expert en cette résolution. Des phénomènes

didactiques peuvent interférer avec ces mécanismes et compliquer le modèle. Nous voyons la marque des conditions faites par la situation à ce solutionneur de problème particulier qu'est l'élève en interaction avec un problème en classe. Il y a là tout un champ d'investigation qui, avec ce choix de problématique, s'oriente vers la construction de situations didactiques expérimentales caractérisées par des objets de savoir mathématiques, plutôt que vers l'entraînement des élèves à une expertise générale en résolution des problèmes dont on souhaiterait les doter.

Note

1. Nous distinguerons dans ce texte le savoir situé de l'enfant et le savoir institué tel qu'il est transposé dans les situations-problèmes. Dans le fonctionnement du rapport didactique, ils se reflètent dès que l'enfant maîtrise la situation.

Références

- Berthelot, R. ; Salin, M. H. 1992. *L'enseignement de l'espace et de la géométrie dans la scolarité obligatoire*. Bordeaux, Université de Bordeaux-I. (Thèse de doctorat.)
- Blanchet, A. 1994. « Résolution de problèmes et didactique des mathématiques ». Dans : Brun, J ; Conne, F. (dir. publ.). *L'analyse de protocoles entre didactique des mathématiques et psychologie cognitive : comptes rendus des premières journées didactiques de La Fouly, 14-16 avril 1994*. Neuchâtel, Institut romand de recherches et de documentation pédagogiques, p. 49-67.
- Brousseau, G. 1983. « Les obstacles épistémologiques et les problèmes en mathématiques ». *Recherches en didactique des mathématiques* (Grenoble, France), vol. 4, n° 2, p. 165-198.
- . 1986. *Théorisation des phénomènes d'enseignement des mathématiques*. Bordeaux, Université de Bordeaux-I. (Thèse de doctorat d'État.)
- Brun, J. 1994. « Évolution des rapports entre la psychologie du développement cognitif et la didactique des mathématiques ». Dans : Artigue, M. et al. *Vingt ans de didactique des mathématiques en France*. Grenoble, La Pensée sauvage, p. 67-83.
- ; Conne, F. 1990. « Analyses didactiques de protocoles du déroulement de situations ». *Éducation et recherche*, n° 3, p. 261-286.
- Chevallard, Y. 1991. *La transposition didactique*, 1^{re} éd., 1985. Grenoble, La Pensée sauvage.
- . 1992. « Concepts fondamentaux de la didactique : perspectives apportées par une approche anthropologique ». *Recherches en didactique des mathématiques* (Grenoble, France), vol. 12, n° 1, p. 73-112.
- . 1994. « Les processus de transposition didactique et leur théorisation ». Dans : *La transposition didactique à l'épreuve*. Grenoble, La Pensée sauvage, p. 135-180.
- Conne, F. 1992. « Savoir et connaissance dans la perspective de la transposition didactique ». *Recherches en didactique des mathématiques* (Grenoble, France), vol. 12, n° 2/3, p. 221-270.
- Inhelder, B. et al. 1992. *Le cheminement des découvertes de l'enfant*. Neuchâtel et Paris, Delachaux et Niestlé.
- Inhelder, B. ; Sinclair, H. ; Bovet, M. 1974. *Apprentissage et structures de la connaissance*. Paris, Presses universitaires de France.

- Mercier, A. 1994. « Le milieu et la dimension adidactique des relations didactiques ». Dans : Brun, J. ; Conne, F. (dir. publ.). *L'analyse de protocoles entre didactique des mathématiques et psychologie cognitive : comptes rendus des premières journées didactiques de La Fouly, 14-16 avril 1994*. Neuchâtel, Institut romand de recherches et de documentation pédagogiques, p. 1-19.
- Piaget, J. 1926. *La représentation du monde chez l'enfant*. Paris, Alcan.
- . 1936. *La naissance de l'intelligence chez l'enfant*. Neuchâtel, Paris, Delachaux et Niestlé.
- . 1971. *Les explications causales*. Paris, Presses universitaires de France.
- . 1974. *La prise de conscience*. Paris, Presses universitaires de France.
- . 1975. *L'équilibration des structures cognitives*. Paris, Presses universitaires de France.
- . 1977. *Recherches sur l'abstraction réfléchissante*. Paris, Presses universitaires de France.
- . 1978. *Recherches sur la généralisation*. Paris, Presses universitaires de France.
- . 1980. *Recherches sur les correspondances*. Paris, Presses universitaires de France.
- ; García, R. 1987. *Vers une logique des significations*. Genève, Murionde.
- ; Inhelder, B. 1959. *La genèse des structures logiques élémentaires*. Neuchâtel et Paris, Delachaux et Niestlé.
- Rouchier, A. 1991. *Étude de la conceptualisation dans le système didactique en mathématiques et en informatique élémentaires : proportionnalité, structures itéro-récurrentes, institutionnalisation*. Orléans, Université d'Orléans. (Thèse de doctorat d'État.)
- Saada-Robert, M. 1995. « Microgenetic analysis of adult-child interactions in school writing » [Analyse microgénétique des interactions adulte-enfant dans les écrits scolaires]. *Infancia y aprendizaje* (Madrid), n° 72, p. 95-113.
- Schoenfeld, A. H. 1985. *Mathematical problem-solving* [La solution de problèmes en mathématiques]. Londres, Academic Press.
- Schubauer-Leoni, M. L. 1986. *Maître-élève-savoir : analyse psycho-sociale du jeu et des enjeux de la relation didactique*. Genève, Université de Genève. (Thèse de doctorat.)
- Vergnaud, G. 1985. « Concepts et schèmes dans une théorie opératoire de la représentation ». *Psychologie française* (Montrouge, France), vol. 30, n° 3/4, p. 245-252.
- . 1991. « La théorie des champs conceptuels ». *Recherches en didactique des mathématiques* (Grenoble, France), vol. 10, n° 2/3, p. 133-170.

LE RATIONALISME SITUÉ :

LES FONDEMENTS BIOLOGIQUES

ET CULTURELS DE L'APPRENTISSAGE

Lauren B. Resnick

Dans le présent article, j'examine les rapports entre deux points de vue, apparemment contradictoires, qui commandent chacun de plus en plus l'attention des psychologues et des spécialistes des sciences sociales. Le premier, que j'appelle rationalisme conceptuel, privilégie la recherche des fondements biologiques de certains concepts essentiels, et peut-être universels, du développement humain. Les tenants du second point de vue, qu'on en est venu à appeler « cognition située », soutiennent que la connaissance s'acquiert dans des situations sociales et historiques particulières, et s'harmonise avec celles-ci, et que l'élaboration conceptuelle ne peut être appréhendée qu'en fonction des contextes situationnels de l'action. Je fais valoir ici que les points de vue rationaliste et situationniste, loin d'être contradictoires, ont en commun d'importantes prémisses épistémologiques et peuvent — et peut-être même doivent — être combinés pour donner naissance à une théorie du développement et du fonctionnement cognitifs. J'expose un point de vue sur l'apprentissage et le développement que j'appelle « rationalisme situé », je l'illustre

Lauren B. Resnick (États-Unis d'Amérique)

Professeur de psychologie à l'Université de Pittsburgh, où elle dirige le prestigieux Learning Research and Development Center. Spécialiste de renom international en science cognitive de l'apprentissage et de l'enseignement. Elle a fait récemment des recherches sur l'évaluation, sur la nature et le développement des capacités de réflexion, ainsi que sur le rapport entre apprentissage scolaire et compétence quotidienne. Elle a fait partie de la Commission des sciences du comportement et des sciences sociales et du Conseil pour l'enseignement des sciences mathématiques au National Research Council. Parmi ses publications récentes, il convient de mentionner : *Education and learning to think* [Éducation et apprentissage de la pensée] (1987) et *Learning in school and out* [L'apprentissage à l'école et en dehors de l'école] (1987).

de quelques exemples empruntés à l'apprentissage des mathématiques et des sciences, et j'envisage ses implications pour l'éducation.

Rationalisme conceptuel : état de préparation biologique à l'apprentissage

Ces dernières années, l'idée qu'il existe une base biologique de la pensée et de l'apprentissage humains a suscité un regain d'intérêt (voir, par exemple, Gelman et Carey, 1991 ; Hirschfeld et Gelman, 1994). Ce nouvel axe de réflexion découle d'une recherche sur le développement du langage, sur l'élaboration des concepts dans la première enfance et sur les processus de cognition et d'apprentissage chez les animaux. Les tenants de cette ligne de pensée partent du postulat que l'apprentissage et le développement cognitif sont soumis à un ensemble de contraintes biologiques. Reste donc à faire la preuve que certains aspects de la connaissance, bien que relevant de l'apprentissage en ce sens qu'ils passent par une interaction avec le milieu sur une certaine période de temps, n'en sont pas moins biologiquement préférés ou « préparés ». Ces schémas ou ces structures schématiques préparés, très spécifiques, sont la base à partir de laquelle les individus développent une connaissance qui soit mature. En simplifiant, on peut dire que chaque espèce est spécialisée pour certaines formes de connaissance. Cette connaissance biologiquement préférée s'accorde avec les exigences adaptatives de l'espèce. Elle prépare les jeunes à s'initier productivement aux situations qu'ils ont le plus de chances de rencontrer en grandissant et à tirer la leçon de leur comportement dans ces situations. Très développé jusqu'à une date récente en tant que théorie de l'acquisition du langage, l'argument selon lequel il existe des structures biologiques « câblées », qui guident et contraignent les enfants en très bas âge lorsqu'ils interprètent leurs toutes premières expériences, est désormais avancé également pour les concepts mathématiques, physiques et sociaux fondamentaux.

Suivant les traditions philosophiques, on peut utilement qualifier cette position de « rationaliste » ; elle a trouvé notamment son expression dans les épistémologies de Platon et de Kant. Les rationalistes se distinguent des associationnistes et autres empiristes en ce qu'ils postulent non seulement une base biologique pour toute connaissance, mais aussi des totalités (ensembles de relations dont le tout est supérieur à la somme des parties) considérées comme des unités fondamentales de cognition. D'où la notion d'un schéma, d'un « dessein » organisateur qui superpose une structure aux fragments. Au nombre des grands rationalistes qui avaient quelque chose à dire sur l'éducation et l'apprentissage figurent Wertheimer, pour qui les desseins organisateurs étaient des *gestalts* perceptuelles, et Piaget, pour qui les mêmes desseins étaient des structures logiques.

J'appelle les rationalistes d'aujourd'hui « rationalistes conceptuels » parce qu'ils s'intéressent davantage aux fondements conceptuels de la pensée qu'à ses fondements perceptuels ou purement logiques. Les rationalistes conceptuels prétendent que la préparation biologique est éminemment « spécialisée », que les tout

jeunes enfants sont biologiquement prêts à tirer profit de caractéristiques très spécifiques offertes par l'environnement. Ils pensent que l'état de préparation de l'espèce va au-delà des perceptions (réconnitions censées être à peine traitées — voir Neisser, 1976). Ils s'intéressent à l'état de préparation au raisonnement sur les nombres et les quantités, aux concepts de causalité, aux notions de poids, de mouvement et de rigidité, aux idées psychologiques et sociales de base. Ces concepts comptent parmi ceux que Piaget a étudiés dans ses premiers travaux, mais il devait ensuite mettre l'accent sur les structures logico-déductives beaucoup plus larges qui sous-tendent selon lui les aptitudes évolutives des individus à raisonner et à apprendre. Pourtant, Piaget était sans nul doute rationaliste quand il soutenait que les humains sont biologiquement préparés à développer ces structures de raisonnement particulières.

Ranger Piaget, comme je le fais, au nombre des grands rationalistes surprendra sans doute plus d'un lecteur parce qu'il est courant d'opposer sa théorie constructiviste du développement cognitif à des vues plus déterministes au plan biologique. C'est ainsi qu'on évoque souvent les débats célèbres entre Piaget et Chomsky (Piattelli-Palmarini, 1980) pour illustrer cette distinction entre les structures linguistiques « intrinsèques » définies par Chomsky et la théorie psychogénétique du développement conceptuel exposée par Piaget.

Mais, à l'instar de ce dernier, les rationalistes conceptuels d'aujourd'hui ne prétendent pas que les concepts « câblés » arrivent tout naturellement à maturité. Pour que se réalise le patrimoine biologique, des conditions environnementales particulières doivent être réunies. Les structures préparées ne remplacent pas l'apprentissage, mais bien plutôt le rendent possible en contraignant et guidant l'attention, de sorte que, parmi les nombreux stimuli qui les atteignent, les enfants retiennent ceux qui concourent à la formation de concepts particuliers. Le rationalisme conceptuel est la théorie selon laquelle les enfants peuvent apprendre par eux-mêmes si leur environnement leur procure les éléments voulus. Les enfants paraissent choisir par eux-mêmes le genre de stimuli auquel prêter attention, et se livrer aux modes d'activité qui, à la longue, engendreront un concept stable et utile. L'apprentissage et le développement se produisent lorsque des individus préparés à certains concepts rencontrent des environnements comportant le genre d'éléments dont ils ont besoin pour élaborer ces structures préparées.

Les rationalistes conceptuels d'aujourd'hui, tout occupés qu'ils sont à identifier les structures schématiques particulières de la connaissance, peuvent ne pas utiliser le langage du constructivisme. Mais leurs théories relatives à une auto-instruction surveillée par des structures schématiques directrices sont généralement compatibles avec la position constructiviste de Piaget. Comme Piaget, les rationalistes conceptuels prêtent relativement peu d'intérêt aux différences individuelles ou aux variations culturelles dans le développement. Les concepts préparés qu'ils étudient sont censés être universels pour l'espèce. Et, comme Piaget encore, ils accordent relativement peu d'attention aux processus sociaux, bien que ceux-ci soient considérés comme faisant partie du milieu environnant qui permet aux enfants d'élaborer leurs schémas préparés. Au surplus, et toujours comme Piaget,

les rationalistes conceptuels font porter exclusivement l'accent sur l'apprentissage individuel et le développement cognitif. Dans leurs théories, les structures biologiquement préparées qu'ils étudient sont véhiculées par chaque membre de l'espèce, et chaque individu doit interagir avec l'environnement pour produire des élaborations personnelles des structures préparées.

Cognition située : état de préparation socioculturel

L'accent rationaliste sur l'individu biologiquement doté contraste fortement avec le point de vue selon lequel la cognition et, partant, l'apprentissage sont intrinsèquement sociaux. Le terme « cognition située » en est venu à évoquer un ensemble peu structuré de théories et de perspectives proposant une vision contextuelle et sociale de la nature de la pensée et de l'apprentissage. Ceux qui étudient la cognition située prennent comme point de départ la nature distribuée de l'activité cognitive — le fait que, dans des circonstances normales, l'activité mentale implique une coordination sociale. L'accomplissement d'une tâche ou la solution d'un problème nécessitent presque toujours une coordination avec autrui. La compétence d'un individu ne tient pas seulement à son savoir, elle tient aussi à la manière dont ce savoir s'accorde à celui des autres avec lesquels l'activité doit être coordonnée. Par ailleurs, les gens partagent souvent l'activité avec les outils (voir, par exemple, Hutchins, 1991) et même avec le matériel physique quotidien sur lequel ils raisonnent (Lave, 1988). La répartition des tâches cognitives s'effectue donc non seulement entre des personnes, mais aussi entre des personnes et des outils. Être compétent, c'est être capable d'utiliser un outil donné d'une façon donnée.

Les outils eux-mêmes renferment une part de l'intelligence indispensable à l'accomplissement des tâches. La nature distribuée de l'exécution compétente des tâches signifie que la compétence dépend fortement de la situation. On doit savoir se comporter dans telle situation particulière, avec tels outils particuliers et telles personnes particulières. La perspective de la cognition située tend donc à nous éloigner d'une recherche des structures générales de la connaissance et à nous orienter vers l'étude d'environnements spécifiques pour l'activité cognitive et la connaissance correspondant à ces environnements. Elle met l'accent, en même temps, sur la nature sociale de l'activité et du développement cognitifs.

Dans la perspective de la cognition située, le social imprègne imperceptiblement même des situations qui apparaissent comme étant le fait d'individus se livrant à une activité cognitive personnelle. Les interprétations sociales de la situation (par exemple : Quelles sont les règles du jeu ? Qui est responsable ? Quels sont les enjeux ?) influent sur la nature et le cours de la réflexion. Et les outils de l'activité mentale (qui vont des appareils de mémoire externe et des instruments de mesure aux tables de conversions arithmétiques, aux dictionnaires, aux thésaurus et aux cartes) matérialisent l'histoire intellectuelle d'une culture. Dans les outils sont intégrées des théories, et les utilisateurs acceptent ces théories — bien que souvent inconsciemment — quand ils se servent de ces outils. C'est ce que fait très bien ressortir Latour (1987), qui reconstitue le processus de mise en question d'une

conclusion scientifique. Comme les structures biologiquement préparées, les outils dont on se sert, s'ils sont les auxiliaires de la pensée et du progrès intellectuel, limitent et réduisent en même temps l'éventail de ce qui peut être pensé. Par ces voies invisibles, l'histoire d'une culture, histoire sociale par excellence, s'inscrit dans chaque acte individuel de cognition (Cole, 1985).

De même que les outils physiques, les théories, implicites et explicites, favorisent et restreignent tout à la fois la réflexion. Cette remarque est devenue banale, s'agissant des sciences cognitives. Ce sur quoi les individus raisonnent, la connaissance qu'ils appliquent à une tâche cognitive, voilà ce qui fournit les cadres ou les schémas interprétatifs qui permettent au raisonnement et à la résolution de problèmes de se poursuivre. Ces convictions — les schémas que les individus utilisent pour raisonner — ne sont pas des constructions purement individuelles. Elles sont au contraire fortement teintées par les croyances et les schémas de raisonnement propres à la culture au sein de laquelle vivent les individus.

Les théories et même les modes de raisonnement sont déterminés eux-mêmes par le contexte social. Les instruments cognitifs comprennent aussi les formes de raisonnement et d'argumentation acceptées comme normatives dans une culture donnée. Mead (1934) et Vygotsky (1978) ont l'un et l'autre suggéré que la meilleure façon de concevoir les mécanismes de la pensée est de les considérer comme des intériorisations de comportements manifestés d'abord extérieurement et interagissant avec d'autres. Mead voyait dans la pensée une « conversation avec l'autre généralisé ». Il voulait dire par là que, lorsque nous pensons en notre for intérieur, nous tentons de répondre — intérieurement et indirectement — aux réponses, imaginées, des autres à nos idées et à nos arguments. L'idée fondamentale de Vygotsky était que, pour comprendre le développement psychologique individuel, il est nécessaire de comprendre le système de relations sociales dans le cadre duquel l'individu vit et évolue. Ce système est lui-même le produit d'un développement qui se poursuit depuis des siècles, de sorte que l'individu est, en fait, historiquement situé ; il est l'héritier d'une longue évolution culturelle. De tous les instruments qui constituent, selon Vygotsky, le patrimoine de chaque individu, le principal est le langage, vecteur de toute réflexion (voir Wertsch, 1985).

Cognition et rationalisme situés : comptes rendus incomplets de la pensée et de l'apprentissage humains

Les rationalistes conceptuels et les théoriciens de l'apprentissage situé peuvent les uns et les autres rassembler des preuves convaincantes à l'appui de leurs vues. Chacun des deux groupes, dans les limites de sa vision propre, paraît offrir un compte rendu cohérent du développement intellectuel humain. Mais chacun maintient sa cohérence en limitant l'éventail des questions qu'il est disposé à aborder. Les rationalistes conceptuels cherchent des concepts apparemment universels et concentrent leur attention sur le moment où ces concepts ont commencé à se for-

mer. Ils ne s'intéressent guère aux formes variées que peut revêtir la connaissance chez les adultes, ni à la question de savoir comment une connaissance plus spécifique, modelée par la culture, pourrait se développer à partir de structures biologiquement préparées.

Les situationnistes, en revanche, s'intéressent à la manière dont la culture, l'histoire et les contextes sociaux immédiats façonnent l'activité cognitive, et tout particulièrement aux différents systèmes culturels de connaissance. Ils proposent des théories — comme celle de Vygotsky — pour expliquer comment la participation à des formes particulières d'activité sociale débouche sur une compétence cognitive personnelle. Pour autant, ces théories socio-historiques de la cognition ne nous apprennent rien ou presque sur la contribution que chacun peut apporter au développement. Elles ne prennent en considération ni le point de départ biologique du développement (c'est-à-dire les contraintes auxquelles le patrimoine biologique peut soumettre les orientations d'un développement cognitif modelé socialement) ni les voies complexes par lesquelles les concepts construits par l'individu pourraient entrer en jeu dans la cognition socialement partagée.

Dans l'ensemble, ceux qui étudient aujourd'hui la cognition située se soucient davantage de détailler la manière dont les gens coordonnent l'activité cognitive dans des situations sociales et instrumentales particulières, que de rendre compte des structures personnelles de la connaissance. L'un des problèmes qui se posent dans le cadre de la théorie de la cognition située tient au fait que l'individu semble disparaître. La compétence individuelle est remplacée par des modes de comportement sociaux et institutionnels. Le savoir et le savoir-faire individuels — caractéristiques que les individus conservent d'une situation à une autre — sont remplacés par une cognition émergente qui n'appartient à personne et disparaît quand le moment d'émergence est passé.

Rationalisme situé : l'apprentissage comme mise au point de structures préparées

Les contrastes que nous venons d'esquisser signifient que ni la cognition située ni le rationalisme conceptuel ne peuvent, à eux seuls, rendre compte très complètement de l'apprentissage, de la compétence ou de l'action. Ensemble, pourtant, ils peuvent faire ce qu'aucun des deux ne paraît pouvoir faire seul, à savoir rendre compte de la manière dont les individus assimilent à la fois les concepts universels pour lesquels ils paraissent être biologiquement préparés et l'éventail bien plus ouvert de connaissances et de modalités d'action culturellement spécifiques, caractéristique de l'âge mûr. La conjonction théorique que je propose — et que j'appelle « rationalisme situé » — peut être considérée soit comme réintroduisant l'individu dans une théorie radicale de la cognition située, soit comme introduisant le social dans une théorie des contraintes biologiques s'exerçant sur l'apprentissage individuel. Il s'agit fondamentalement d'abord d'élargir la notion de structures préparées pour inclure celles qui sont socialement préparées, puis d'indiquer comment les struc-

tures préparées introduites dans la situation par les individus qui participent pourraient fonctionner pour engendrer un apprentissage contextuellement spécifique et une cognition socialement distribuée.

Les rationalistes conceptuels soutiennent que l'apprentissage a lieu quand des structures préparées sont élaborées au cours de l'interaction avec l'environnement. Les structures préparées dirigent et contraignent l'attention vers les aspects environnementaux particuliers qui favoriseront l'élaboration de concepts particuliers. Elles rendent l'individu sensible à des éléments particuliers des situations. De là à penser que les structures résultant de participations passées à des situations culturellement spécifiques vont pareillement « contraindre » les modalités selon lesquelles les individus accèdent à des situations nouvelles, il n'y a qu'un pas. Dans une situation de participation à l'environnement, les structures préparées sont modifiées et élaborées par cette participation. La participation à une situation modifie donc les structures qui préparent les individus à la situation suivante. C'est ce processus d'élaboration que nous appelons « apprentissage ».

Les travaux des rationalistes conceptuels ont mis l'accent sur les élaborations qui aboutissent à des structures nouvelles relativement permanentes, c'est-à-dire sur celles qui se révéleront être en accord avec les apports de nombreuses situations à venir sur une longue période de temps. La position rationaliste située n'appelle qu'un léger changement de perspective, changement qui ne remet aucunement en cause la position sous-jacente qui tient que l'élaboration de structures préparées est la base de l'apprentissage. Elle implique que, dans toute situation de participation, la connaissance n'est élaborée qu'autant qu'elle est nécessaire pour agir avec succès dans cette situation particulière. Les nouvelles élaborations conceptuelles ne sont « générales » ou permanentes que dans la mesure où les situations futures en permettront l'usage. Dans des circonstances données, on règle son comportement et, partant, sa connaissance sur ce qu'exigent ces circonstances.

L'apprentissage, pour le rationaliste situé, est affaire d'adaptation à la situation immédiate : il s'agit de devenir compétent dans la situation où l'on exerce une activité. La situation est définie par inclusion. Par « situation », il faut ainsi entendre tout ce qui est dans le milieu physique et le matériel utilisé, les objectifs sociaux, institutionnels et personnels en jeu, les autres participants, et le langage utilisé. Bref, une bonne part de ce que l'on regarde traditionnellement comme contexte de l'apprentissage est considérée, dans la théorie de la pratique située, comme une composante essentielle de l'apprentissage et, par voie de conséquence, de ce qui est appris.

Au cœur de ma position se trouve donc l'idée que l'apprentissage consiste à passer par des situations successives dans lesquelles l'individu devient compétent. Les individus développent cette compétence située dans chaque situation à partir de leurs structures préparées. Ces structures ont des racines à la fois biologiques et socioculturelles. L'aspect biologique est prédominant au cours des premiers mois et des premières années de la vie. Par la suite, l'aspect socioculturel prend progressivement le dessus, à mesure que s'étoffe, pour chaque individu, l'histoire personnelle des situations vécues et que se modifient successivement les structures initiales

biologiquement préparées. (Voir Gardner, 1991, et Johnson, 1987, où l'on trouvera des arguments convaincants selon lesquels des schémas antérieurs ayant une base plus purement biologique ne disparaissent pas complètement chez les adultes.)

Les processus d'apprentissage sont les mêmes, que les structures préparées soient, dans un cas donné, principalement biologiques ou principalement socioculturelles. En fait, puisque la socialisation dans une culture s'amorce dès la naissance, il n'existe probablement pas ensuite d'exemple qui puisse être qualifié de purement biologique ou de purement socioculturel dans sa préparation. Dans chaque situation nouvelle, apprendre, c'est commencer à agir dans l'environnement à partir des éléments particuliers fournis par cet environnement. Les actions initiales de l'individu sont fructueuses ou non. Si elles sont par trop infructueuses, c'est-à-dire s'il n'y a aucune espèce de congruence entre ses structures préparées et les apports de l'environnement, il réagira très vraisemblablement en quittant cet environnement, soit physiquement si cela est possible, soit en « se débranchant » quand un départ physique effectif n'est pas possible. Si la congruence est parfaite, il n'y a pas besoin d'apprendre. Il suffit d'agir.

Mais si la congruence est partielle (suffisamment pour permettre la participation de l'individu, mais pas assez pour lui fournir un jeu d'actions tout prêt), un processus d'« accord » avec le milieu s'amorce. Cette mise en accord est ce que j'entends par « apprentissage ». Elle donne la capacité d'agir « parfaitement » dans le milieu. Mais, puisque c'est un processus de mise en accord, il engendre une compétence spécifiquement située. La compétence développée ne sera pas parfaite dans tout autre milieu spécifique. Vouloir préciser les mécanismes de mise en accord irait au-delà de ce que les tenants de la cognition située comme du rationalisme conceptuel ont tenté d'étudier jusqu'ici. Les modèles de cognition connexionnistes (Rumelhart, McClelland et PDP Research Group, 1986) donnent malgré tout une idée de ce que pourrait être ce processus. Dans les modèles connexionnistes, un système cognitif apprend en propageant l'activation simultanément à travers des nœuds multiples. Aucun nœud ne renferme à lui seul le sens ou la connaissance : le sens est émergent, il est le fruit de l'activité en cours au sein du réseau. L'état du réseau (ses nœuds, la force et la direction de ses liaisons) au début d'un épisode interagit dans la situation avec les nouveaux stimuli pour engendrer un mode d'activité particulier. On peut considérer cette activité comme le processus de mise en accord. Elle provoque un changement dans le réseau. Le réseau modifié réagira d'une façon un peu différente, même à des stimuli analogues, au début de l'épisode suivant et se réglera de nouveau lui-même, dans un cycle plus ou moins continu d'apprentissage lié à des situations spécifiques.

Des structures schématiques aux concepts scientifiques

Je veux montrer maintenant comment l'idée de rationalisme situé fonctionne dans deux domaines bien étudiés de la connaissance. Je n'entends pas explorer des histoires personnelles ou faire une description détaillée du processus de mise en

accord, car les recherches que cela exige — recherches macrolongitudinales et microlongitudinales combinées — n'ont pas encore été poussées très loin. Il est possible, en revanche, sur la base d'un corpus de recherches, d'énoncer quelques hypothèses plausibles sur les relations entre les structures de connaissance biologiquement préparées et celles qui sont élaborées culturellement, et ce dans différents domaines.

Il existe, logiquement et empiriquement, deux sortes au moins de relations entre ces deux structures de connaissance :

- Les formes acceptées culturellement peuvent être compatibles avec les structures biologiquement préparées. Par exemple, on peut élaborer certains concepts de base de l'arithmétique et de l'algèbre à partir des principes fondamentaux du calcul et d'une certaine connaissance du matériel physique, dont tout porte à croire qu'ils sont au nombre des structures biologiquement préparées dont disposent tous les enfants en bas âge.
- Les concepts scientifiques comme les concepts acceptés culturellement peuvent contredire des croyances enracinées dans les structures biologiquement préparées. Cela paraît être le cas pour de nombreux concepts dans le domaine de la physique, où les contradictions donnent lieu à des « malentendus » et à des difficultés systématiques quand il s'agit d'apprendre des concepts scientifiques. Cela peut être également le cas pour certains concepts mathématiques, tels que les fractions ou les proportions.

On peut s'attendre à ce que l'apprentissage soit de nature très différente selon que les concepts culturels sont compatibles ou incompatibles avec les structures biologiquement préparées. Nous devrions à tout le moins nous attendre à trouver des différences entre les deux pour ce qui est de la facilité à apprendre. On devrait retrouver ces différences sur les trois points suivants : l'âge auquel les enfants faisant partie d'une société donnée acquièrent les concepts culturels, la façon dont la connaissance des concepts est répartie dans la population et la mesure dans laquelle la maîtrise des concepts paraît dépendre de l'enseignement formel. S'agissant des concepts utilisés ici à titre d'exemples, ces indicateurs permettent tous les trois de faire la distinction entre le compatible et l'incompatible. Les idées non newtoniennes sur le monde physique prévalent chez tous sauf chez les plus instruits ; on commence à apprendre la physique classique relativement tard, avant tout dans le cadre de l'enseignement formel, et la plupart des élèves se heurtent alors à de grosses difficultés. Au contraire, les concepts mathématiques de base, dérivés des connaissances sur le calcul et le matériel physique, sont facilement assimilés par les jeunes et par quiconque, ou presque, participe à n'importe quel type d'économie de marché.

Les exemples que je viens d'évoquer, empruntés à la physique et aux mathématiques, sont des cas prototypes, des exemples où l'on a conduit les recherches assez loin pour être en mesure de dire précisément si l'on a affaire à une relation compatible, ou au contraire incompatible, entre les structures préparées et les structures culturellement élaborées. Dans d'autres cas, on ne voit pas très bien quelle sorte de transformation — qu'il s'agisse de l'élaboration d'un concept biolo-

giquement préparé ou de son remplacement par une idée nouvelle — il faut opérer pour aboutir à un concept culturellement accepté. Pour beaucoup des concepts acquis les plus importants, il y aura vraisemblablement un mélange de relations compatibles et incompatibles avec plusieurs structures préparées différentes. Si l'on veut toutefois examiner la question des relations entre structures culturellement élaborées et structures préparées, il est utile de se concentrer d'abord sur ces domaines nets, prototypes.

Composition additive de nombres entiers positifs : origines des principes algébriques dans les structures biologiquement préparées

Une bonne partie de l'arithmétique élémentaire a pour base conceptuelle le fait que tous les nombres sont des compositions additives d'autres nombres. Ce caractère compositionnel des nombres permet de comprendre intuitivement les propriétés fondamentales du système numérique. Ces propriétés sont notamment la commutativité et l'associativité de l'addition, les classes d'équivalence des paires additives (composition additive), la complémentarité de l'addition et de la soustraction (élément opposé), et certaines règles de distribution. Les enfants comprennent ces propriétés étonnamment tôt, comme le montrent au plus haut point les études consacrées aux résultats qu'ils obtiennent en arithmétique « inventée » (voir Resnick, 1986, pour un résumé de ces études). Invités à résoudre des problèmes pour lesquels ils ne disposent pas d'algorithmes, les enfants inventent des règles opératoires dont on peut démontrer qu'elles appliquent implicitement ces principes. Un raisonnement de même ordre est utilisé par les adultes peu instruits qui se livrent à des opérations arithmétiques dans le cadre de leur travail quotidien (voir notamment Schliemann et Acioy, 1989). Combinés, ces deux axes de recherche mettent en évidence un corpus de connaissances mathématiques dont l'acquisition semble être facile et, probablement, universelle. Je montrerai dans la section suivante comment une paire de principes algébriques pourrait plausiblement être une élaboration de structures biologiquement préparées remontant à un très jeune âge.

Commutativité et associativité

Dans la théorie des nombres, la commutativité et l'associativité sont des propriétés distinctes, mais il semble que les enfants y voient une seule et même autorisation de combiner les nombres dans n'importe quel ordre. C'est ainsi qu'on avait demandé à un enfant de sept ans et sept mois, qui considérait cette autorisation comme allant de soi, d'additionner 45 et 11, puis, aussitôt après, 11 et 45. Il avait tout simplement répété ce qu'il avait répondu la première fois en disant : « Ce sont les mêmes nombres, il faut donc qu'ils égalent la même chose » (Resnick, 1986, p. 166). Resnick et Omanson (1987) ont mis en évidence chez des élèves de seconde et de troisième années une application implicite plus complexe de la com-

mutativité et de l'associativité. En combinant le temps de réaction et les données obtenues dans le cadre d'un entretien, ils ont montré que plusieurs enfants faisaient des additions comme $23 + 8$ en décomposant 23, ce qui donnait $(20 + 3) + 8$, puis en recomposant comme suit : $(20 + 8) + 3$. Puisque l'on peut recombinaison très vite $(20 + 8)$ en 28 quand on connaît la valeur de position, les enfants pouvaient recourir à un mode de calcul très simple : « vingt-huit... vingt-neuf, trente, trente et un ».

Deux ensembles de structures schématiques semblent fournir les fondements biologiques de l'apprentissage de la commutativité et de l'associativité. Le premier comprend les structures qui sous-tendent les règles du dénombrement et de la quantification numérique. Il a été analysé de façon approfondie par Rochel Gelman et ses collègues (Gelman et Gallistel, 1978). Le second est un schéma protoquantitatif partie/tout. Il appartient à un ensemble de structures permettant de raisonner qualitativement sur les quantités du matériel physique, qui ont été admises comme hypothèses par Resnick et Greeno (1992 ; Resnick, 1992). Bien que les recherches nécessaires sur les nouveau-nés et les enfants en bas âge n'aient pas encore été faites, nous pouvons admettre comme hypothèse plausible une structure schématique qui aide les enfants à comprendre comment le matériel physique qui les entoure se morcelle et se recombine. Cette structure spécifierait que les quantités matérielles sont additives. Cela signifie qu'on peut couper une quantité en morceaux qui, pris ensemble, égalent la quantité initiale, ou bien qu'on peut mettre deux quantités ensemble pour constituer une quantité plus grande, puis unir cette quantité plus grande à une autre encore dans un processus d'additivité hiérarchique. Cette connaissance protoquantitative permet aux enfants de porter des jugements sur les relations entre les parties et les tous. Les enfants savent, par exemple, qu'un gâteau entier est plus gros que n'importe lequel de ses morceaux. Ils savent aussi que l'ordre dans lequel des assortiments de bonbons de couleurs différentes sont mis dans un sac ne change pas à la quantité totale des bonbons (Irwin, 1996). Cette dernière connaissance, relative à l'ordre, est la base d'un début de compréhension de la commutativité et de l'associativité, qu'on peut exprimer sous forme d'équations protoquantitatives :

- 1) partie 1 + partie 2 = partie 2 + partie 1
- 2) (partie 1 + partie 2) + partie 3 = partie 1 + (partie 2 + partie 3).

La connaissance des principes du dénombrement et du schéma protoquantitatif partie/tout n'entre guère en jeu apparemment, du moins au début, dans l'esprit des enfants. Les jeunes enfants vont compter pour déterminer combien il y a d'éléments dans un ensemble, mais, en règle générale, ils ne pensent pas spontanément à recourir au calcul pour résoudre des problèmes faisant intervenir des compositions ou des décompositions d'ensembles. Une certaine forme d'incitation sociale — d'enseignement informel, si l'on veut — paraît nécessaire pour amener les enfants à combiner leur mode de calcul et leurs structures de connaissance de la partie et du tout. Quand ils le font, cependant, il en résulte une nouvelle structure préparée, qu'on peut qualifier de « schéma quantifié partie/tout ». Ce schéma permet aux enfants d'utiliser le calcul et les nombres pour raisonner plus précisément sur les quantités de matériel physique. Ils sont capables désormais de préciser de combien

un ensemble est augmenté, par exemple, ou combien il reste exactement quand un ensemble de neuf unités est morcelé et que trois unités sont enlevées.

Toutes les relations entre les tous et les parties qui étaient présentes dans le schéma protoquantitatif sont maintenues dans le nouveau schéma quantifié. Mais les relations s'appliquent désormais à des quantités précises, quantifiées de matériel, si bien que les enfants peuvent raisonner maintenant en recourant à des équations quantifiées comme celles-ci :

$$3) \quad 4 \text{ pommes} + 7 \text{ pommes} = 7 \text{ pommes} + 4 \text{ pommes}$$

$$4) \quad (3 \text{ pommes} + 5 \text{ pommes}) + 4 \text{ pommes} = 3 \text{ pommes} + (5 \text{ pommes} + 4 \text{ pommes}).$$

Bien que les nombres jouent un rôle dans ces équations quantifiées, ils fonctionnent à ce stade comme des adjectifs, c'est-à-dire comme des termes qui décrivent les propriétés des quantités de matériel physiquement ou mentalement manipulées. À la longue, toutefois, ils commencent à avoir une vie propre. Ils deviennent eux-mêmes des objets, des entités mathématiques sur lesquelles on peut raisonner. Quand cela arrive, le même schéma fondamental partie/tout peut organiser la connaissance autour des relations entre les nombres eux-mêmes. Les principes de commutativité et d'associativité s'appliquent alors non pas au matériel physique, mais aux entités mathématiques construites mentalement :

$$5) \quad 4 + 7 = 7 + 4$$

$$6) \quad (3 + 5) + 4 = 3 + (5 + 4).$$

Le stade final de l'élaboration du schéma partie/tout est son extension aux nombres en général, au lieu de nombres particuliers. À ce stade, les enfants comprennent que la commutativité et l'associativité sont toujours vraies pour l'addition, quels que soient les nombres. Ainsi :

$$7) \quad n + m = m + n$$

$$8) \quad (n + m) + p = n + (m + p).$$

Dans cette séquence, la structure relationnelle de l'équation protoquantitative initiale (la « structure schématique ») est maintenue de bout en bout, mais la structure de connaissance est élaborée par des changements successifs dans les objets mis en rapport (d'abord, le non-quantifié, puis les ensembles dénombrés, puis des nombres particuliers et enfin les nombres en général). Les formes algébriques du raisonnement et de la représentation sont des outils de pensée transmis socioculturellement qui permettent les élaborations individuelles tout en les soumettant à certaines contraintes.

Les lois newtoniennes du mouvement : formes culturelles qui contredisent les structures biologiquement préparées

Par contraste avec les concepts numériques fondamentaux, certaines lois scientifiques de la physique semblent inviter les gens à remplacer plutôt qu'à élaborer leurs structures préparées pour interpréter le mouvement des objets. Un corps de recherches substantiel documente aujourd'hui la difficulté surprenante que même

des gens instruits éprouvent à apprendre certaines des lois fondamentales du mouvement établies par Newton (voir, par exemple, Halloun et Hestenes, 1985 ; McCloskey, 1983 ; Viennot, 1979). Au cours des premières années de recherche sur les conceptions naïves, on avait attribué aux élèves des théories de substitution organisées, que l'on a souvent rapprochées de celles des physiciens classiques et médiévaux. Ces dernières années, le point de vue a prévalu selon lequel il faut voir dans les conceptions spontanées des élèves non pas des théories systématiques, mais plutôt des séries d'explications improvisées. Procédant à la plus complète et à la plus radicale des révisions, diSessa (1993) affirme qu'il n'y a pas un principe (ou ensemble de principes) organisateur unique qui serait à l'origine des explications naïves de la physique. Tout se passe plutôt comme si ces explications étaient construites à partir d'un ensemble de primitives phénoménologiques auxquelles on fait appel en réponse à des situations particulières. Quelques-unes des primitives de diSessa peuvent être assimilées aux types de croyances relatives aux objets et au mouvement que les spécialistes de la cognition infantile (notamment Carey et Spelke, 1994) ont mis en évidence chez les très jeunes enfants. Il est probable — bien que diSessa ne s'interroge pas sur leur origine — que ces primitives sont enracinées dans les structures schématiques qui préparent les enfants en bas âge à apprendre par l'interaction avec le monde physique. Dans ce monde physique concret, les mouvements s'éteignent naturellement : garder un objet en mouvement exige l'application d'un effort, et les mouvements sont éprouvés différemment selon qu'ils sont verticaux ou horizontaux.

Un autre type d'analyse (Nersessian et Resnick, 1989) donne à penser que, bien que les explications particulières puissent être locales et improvisées, comme le prétend notamment diSessa, certaines présuppositions fondamentales sous-tendent et encadrent les explications naïves de la physique. Les gens n'ont pas conscience d'avoir ces présuppositions et, en temps normal, ne les expriment pas, même quand ils sont soumis aux investigations approfondies auxquelles on procède souvent dans les études sur les conceptions en matière de physique. En fait, précisément parce que ces conceptions sont des présuppositions, dont on pense qu'elles vont de soi, elles sont de puissants assimilateurs de données nouvelles et peuvent créer de graves obstacles épistémologiques (Bachelard, 1980) à l'apprentissage de concepts scientifiques qui appellent des ontologies nouvelles (voir Carey et Spelke, 1994).

J'examine ici deux présuppositions implicites qui pourraient bien avoir pour bases des structures biologiquement préparées et qui, prises ensemble, peuvent rendre compte de la plupart des observations qui ont été recueillies sur les idées fausses concernant le mouvement par impulsion et le mouvement en chute libre. Nersessian et Resnick (1989) ont répertorié les résultats publiés des recherches sur les conceptions naïves en matière de physique, dans le sens d'une analyse épistémologique de la mutation historique que la physique a connue avec la loi d'inertie de Newton. Notre analyse identifie deux présuppositions partagées par les scientifiques prénewtoniens et les penseurs naïfs d'aujourd'hui. Les tenants de la première, que nous appelons « présupposition de la stase », estiment que certaines

situations appellent des explications et que d'autres sont naturelles, et se passent donc d'explication. Les tenants de la seconde, qu'on peut appeler « présupposition de l'action », établissent les critères d'une explication acceptable.

Selon la présupposition de la stase, être au repos est un état naturel des objets. Cela signifie qu'un objet au repos n'appelle aucune explication. Il est, c'est tout. Le mouvement, au contraire, est un changement d'état et, en tant que tel, exige une explication. Notre analyse donne à penser que les conceptions naïves courantes concernant le mouvement par impulsion et le mouvement en chute libre sont toutes basées sur la présupposition implicite que le mouvement appelle une explication. Les penseurs naïfs en matière de physique qui se fondent sur cette présupposition ressemblent aux scientifiques prénewtoniens. Aristote, Buridan, et même Galilée dans la première partie de sa vie, considéraient le mouvement comme un processus. Il était distinct du repos, qu'ils considéraient comme un état. Leur ontologie, comme celle des élèves contemporains, comprenait ainsi deux catégories distinctes : celle des états et celle des processus ; le repos et le mouvement appartenaient à des catégories différentes. Dans la physique inertielle newtonienne, cependant, le mouvement uniforme rectiligne est placé dans la catégorie des états. Le changement affectant le mouvement (accélération) est considéré comme un processus, mais non le mouvement lui-même. Pour élaborer une explication newtonienne, il faut donc démolir une croyance ancienne, fondamentale, une croyance qui s'enracine probablement dans l'expérience corporelle (voir Johnson, 1987) de la différence entre le repos et l'effort.

Cette expérience physique fondamentale engendrerait aussi la présupposition de l'action. Les penseurs naïfs en matière de physique paraissent croire que les explications d'événements physiques, comme le mouvement, doivent comporter la spécification d'un mécanisme. Ils cherchent un agent causal qui provoque l'événement. Cela cadre très bien avec ce que nous découvrons sur les structures biologiquement préparées du raisonnement causal. Cela contraste nettement, en revanche, avec la structure des explications scientifiques qui ont cours en physique depuis Newton. La physique scientifique accepte comme explications fondamentales les expressions des relations mathématiques entre des entités formellement définies. Les équations de contrainte qui expriment les lois physiques ne précisent pas les actions. La force, par exemple, s'accroît parce que la masse ou l'accélération s'accroît et non pas parce que la masse ou l'accélération sont des agents du changement.

La définition du mouvement comme un changement affectant un état et la nécessité de faire intervenir des agents causals dans les explications ne sont pas exprimées par les sujets, pas plus que la relation entre le changement et le besoin d'explication. Ces définitions et présuppositions implicites doivent être inférées du modèle général des réponses obtenues dans les recherches sur les préconceptions. La croyance courante qui suppose que le mouvement implique une force fournit un bon exemple de la manière dont les préconceptions peuvent avoir leurs origines dans les présuppositions relatives à la stase et à l'action.

Toutes les études consacrées aux conceptions naïves dans le domaine de la physique font état d'une variante ou d'une autre de la croyance selon laquelle, si un objet est en mouvement, il faut qu'il y ait une force agissant sur l'objet. Cette croyance s'accorde naturellement avec la présupposition qui veut que le mouvement appelle une explication et avec l'hypothèse que l'explication doit désigner précisément un agent causal. Si le mouvement doit être expliqué et si les explications exigent des agents causals, il existe alors un nombre limité de possibilités.

Si l'on croit qu'il doit y avoir un agent du changement quand il y a mouvement, on cherchera d'abord probablement des agents extérieurs : impulsions, tractions, poussées, toutes sortes d'actions mécaniques directes d'un corps sur un autre. Pourtant, les situations présentées aux élèves dans les enquêtes sur la physique naïve sont habituellement des situations où l'objet se meut sans qu'aucune force extérieure agisse sur lui. Dans ces situations, il n'y a qu'une seule possibilité : l'agent doit être à l'intérieur de l'objet. Cela se traduit par la conception souvent exprimée qu'un certain type de force est emmagasiné dans l'objet en mouvement. Les sujets expriment cette idée en des termes variés, certains empruntés au vocabulaire scientifique (énergie, inertie, force, voire force potentielle), d'autres au langage de tous les jours (dynamisme, puissance).

Considérons maintenant les structures biologiquement préparées éventuelles qui pourraient donner naissance à ces croyances. La réactivité des enfants en bas âge aux informations sur les agents extérieurs du mouvement a été mise en évidence par Carey et Spelke (1994), et par d'autres. En outre, l'expérience, chez les enfants en bas âge, de la dépense corporelle d'énergie et l'observation de son rapport avec les résultats constatés dans le monde physique pourraient, de façon plausible, être interprétées à l'aide de structures schématiques, produisant un concept de mouvement interne générateur d'énergie. Ainsi, les conceptions naïves de la physique mises en évidence pourraient bien être des élaborations de structures biologiquement préparées. L'adoption d'une perspective scientifique newtonienne exige que ces structures soient remplacées.

Rationalisme situé et éducation

La distinction entre les concepts compatibles et les concepts incompatibles avec les structures biologiquement préparées a pour corollaire la nécessité de deux approches différentes de l'enseignement et de l'instruction. Dans la perspective de concepts compatibles, l'« enseignement » consiste en grande partie à aider les enfants à élaborer leurs concepts initiaux, biologiquement guidés, en formes culturelles particulières. Il s'agit d'« exposer » délibérément les enfants à des situations nouvelles où ils auront l'occasion d'utiliser les concepts, plutôt que de les entretenir directement d'idées nouvelles, même s'il faut tenir l'expérience du langage et des outils conceptuels propres à une culture pour un aspect essentiel de cette « exposition » (voir Resnick et Greeno, 1992). La plupart des éducateurs qui épousent une philosophie « constructiviste » — ils sont nettement la majorité aujourd'hui — partent, me semble-t-il, de la supposition implicite selon laquelle ce que les enfants

savent déjà quand ils entrent dans une situation d'apprentissage est compatible avec les nouveaux concepts qu'il leur faudra apprendre. Sur la base de cette supposition, on peut raisonnablement s'attendre à ce que les constructions cognitives des enfants aillent sans trop de résistance vers les formes culturellement acceptées auxquelles ils sont exposés.

Toutefois, dans le cas où la connaissance culturelle contredit les concepts biologiquement préférés, l'éducation doit suivre une voie différente : elle restera constructiviste, parce que la parole, à elle seule, n'est pas opérante, mais elle sera beaucoup moins tributaire de la découverte et de l'exploration par les enfants laissés seuls à eux-mêmes. Dans la perspective de concepts incompatibles, il est nécessaire de trouver des moyens d'aider les enfants à remplacer plutôt qu'à élaborer les croyances initiales. Nous n'avons pas encore découvert de très bons moyens d'y parvenir. Dans l'enseignement de la physique, par exemple, où l'on observe depuis un certain temps déjà un phénomène de résistance aux concepts scientifiques, on a d'abord pensé qu'en confrontant empiriquement les élèves, avec l'inadéquation de leurs concepts initiaux, on les inciterait à rejeter les vieilles idées et à s'ouvrir aux idées nouvelles. Cela n'a pas conduit à de très bons résultats. La plupart du temps, les élèves trouvent le moyen de réinterpréter les données empiriques pour les faire cadrer avec leurs conceptions initiales (Champagne, Klopfer et Anderson, 1980 ; Johsua et Dupin, 1987). Même quand ils reconnaissent l'inadéquation de leurs idées initiales, l'expérience et les données physiques ne leur font pas directement venir à l'esprit de nouveaux concepts scientifiques. Certains chercheurs ont essayé d'utiliser des analogies — incorporées d'ordinaire dans des modèles physiques spéciaux — pour enseigner les nouveaux concepts. Leurs succès, dont il a été fait état (par exemple Brown et Clement, 1989 ; Sayeki, Ueno et Nagasaka, 1991 ; White, 1992), ont toujours exigé beaucoup de temps, de la part des enseignants comme de celle des élèves, pour que ces derniers apprennent des concepts très limités. Selon une autre approche qui a été proposée (Chi, 1992 ; Chi et VanLehn, 1991 ; Ohlsson, 1992), on enseignerait directement aux élèves certains concepts scientifiques de base, puis on les guiderait dans un processus consistant à appliquer ces concepts à de nombreux cas. Il s'agirait pour les élèves d'appliquer d'abord ces concepts de façon assez mécanique jusqu'à ce qu'ils finissent par y croire à cause du pouvoir intellectuel qu'ils leur procurent. À ce stade, mais pas avant, il pourrait être profitable d'opposer les nouveaux concepts aux concepts initiaux, enracinés biologiquement. L'idée est séduisante, mais elle a encore besoin d'être mise à l'épreuve.

Par-delà les problèmes que pose l'enseignement de concepts particuliers, l'approche rationaliste située de l'apprentissage et du développement ouvre de nouvelles perspectives à la problématique traditionnelle de l'éducation. Les différences individuelles et le transfert, en particulier, qui sont deux constructions essentielles dans la psychologie de l'éducation, peuvent être utilement réinterprétés. Ces deux constructions mentales ont été classiquement définies comme des assemblages d'aptitudes relativement stables. Depuis des décennies, le débat s'est focalisé sur deux questions : Comment décrire ces aptitudes ? Comment s'assemblent-elles ? Le

schéma rationaliste situé suggère qu'il serait utile de voir dans les histoires personnelles, et non pas dans des aptitudes considérées hors de tout contexte, des déterminants importants de la façon dont les individus agiront dans une situation particulière.

Quand les individus passent d'une situation à l'autre, ils conservent avec eux l'histoire de leurs expériences antérieures, c'est-à-dire l'histoire de leurs modes de comportement. Ces histoires comprennent les structures de connaissance élaborées, ainsi que des penchants affectifs et sociaux, qui se sont formés au cours de la mise en accord avec des situations antérieures. La manière dont un individu aborde une situation nouvelle est influencée par son histoire personnelle, constituée de toutes les situations passées. Les situations vécues comme analogues à une situation passée évoqueront au début — pas forcément de façon consciente — des modes de comportement qui se sont formés par la pratique et par la « mise au point » dans la situation précédente. Si ces modes de comportement se révèlent efficaces — c'est-à-dire s'ils se traduisent par un comportement fructueux dans la situation nouvelle — ils seront pratiqués et élaborés plus avant. D'après cette analyse, le « transfert » serait le phénomène par lequel une structure préparée interagit avec les éléments offerts par la situation nouvelle pour engendrer une action située en accord avec ce que les éducateurs ont défini comme étant la réponse « juste ». L'absence de transfert signifierait que les éléments de la situation et les structures préparées engendrent une action « accordée » qui ne correspond pas aux attentes des éducateurs.

Deux éléments distinguent cette notion d'histoires personnelles des points de vue traditionnels en matière de transfert des connaissances théoriques et pratiques. Premièrement, ce que l'individu apporte à une situation nouvelle est bien plus complexe et organique qu'une série de savoir-faire. C'est tout un ensemble de dispositions, d'interprétations et de représentations qui, ensemble et interactivement, engendrent une réaction initiale. Deuxièmement, l'histoire personnelle d'un individu n'est déterminante que lorsqu'il entre dans la situation nouvelle. Après quoi, tous les éléments de cette situation nouvelle — personnes, instruments, ressources matérielles — façonnent une nouvelle pratique située. La cognition émerge dans la situation et elle est propre à celle-ci. Pour autant, l'individu n'est pas perdu, car il sort de la confrontation avec un reste de préparation utile pour la situation suivante.

L'idée d'histoire personnelle, en tant qu'outil de réflexion sur les différences individuelles et le transfert, donne à penser que nous pourrions utilement concevoir l'éducation comme un effort pour organiser des séquences de situations dûment conçues, susceptibles de préparer les individus à s'accorder et à s'adapter aux types de situations naturelles qu'ils rencontreront hors des établissements d'enseignement désignés. L'enseignement formel actuel s'acquitte très mal de cette tâche (voir Resnick, 1987). La situation particulière de la classe — qui implique un travail personnel plutôt que socialement partagé et une activité mentale isolée de l'engagement dans l'univers social et physique — favorise l'acquisition de connaissances théoriques et pratiques qui permettent aux élèves d'opérer en milieu sco-

laire, mais qui peuvent rarement être transférées dans les mondes du travail, de la participation civique et de la vie personnelle. Changer cet état de choses, profondément et efficacement, exigerait une forme de théorie qui est, à l'heure actuelle, largement absente de la réflexion psychologique et qui n'a été que vaguement élaborée dans des domaines des sciences sociales, à savoir une théorie des situations. Cette théorie définirait les dimensions — sociales, cognitives et matérielles — des situations, sans perdre de vue la question de savoir comment l'activité menée dans une situation peut préparer les individus à entrer dans une autre. Élaborer une théorie de cet ordre, qui tienne compte des contraintes à la fois biologiques et sociales auxquelles est soumis l'apprentissage constitue l'objectif fondamental de ceux qui voudraient appliquer les concepts du rationalisme situé à l'éducation.

Références

- Bachelard, G. 1980. *La formation de l'esprit scientifique*. Paris, Vrin.
- Brown, D. E. ; Clement, J. 1989. *Overcoming misconceptions via analogical reasoning : abstract transfer versus explanatory model* [Vaincre les idées fausses par le raisonnement analogique : transfert abstrait contre modèle explicatif]. (Document présenté à l'American Educational Research Association, San Francisco, Californie, mars 1989.)
- Carey, S. ; Spelke, E. 1994. « Domain-specific knowledge and conceptual change » [Connaissance spécifique à un domaine et changement conceptuel]. Dans : Hirschfeld, L. A. ; Gelman, S. A. (dir. publ.). *Mapping the mind* [Dresser la carte de l'esprit]. New York, Cambridge University Press, p. 169-200.
- Champagne, A. B. ; Klopfer, L. E. ; Anderson, J. H. 1980. « Factors influencing the learning of classical mechanics » [Les facteurs influençant l'apprentissage de la mécanique classique]. *American journal of physics* (College Park, Maryland), vol. 48, p. 174.
- Chi, M. T. H. 1992. « Conceptual change within and across ontological categories : examples from learning and discovery in science » [Le changement conceptuel dans et à travers les catégories ontologiques : exemples tirés de l'apprentissage et de la découverte en science]. Dans : Giere, R. (dir. publ.). *Cognitive models of science*. Minneapolis, Minnesota, University of Minnesota Press, p. 129-160. (Minnesota studies in the philosophy of science.)
- ; VanLehn, K. A. 1991. « The content of physics self-explanations » [Le contenu des auto-explications de la physique]. *Journal of the learning sciences* (Hillsdale, New Jersey), vol. 1, p. 69-105.
- Cole, M. 1985. « The zone of proximal development : where culture and cognition create each other » [La zone de développement de proximité : où la culture et la cognition se créent l'une l'autre]. Dans : Wertsch, J. V. (dir. publ.). *Culture, communication, and cognition : Vygotskian perspectives* [Culture, communication et cognition : perspective vygotkienne]. Cambridge (Royaume-Uni). Cambridge University Press, p. 146-161.
- diSessa, A. A. 1993. « Toward an epistemology of physics » [Vers une épistémologie de la physique]. *Cognition and instruction* (Hillsdale, New Jersey), vol. 10, p. 105-225.
- Gardner, H. 1991. *The unschooled mind : how children learn, how schools should teach* [L'esprit non scolarisé : comment apprennent les enfants, comment devraient enseigner les écoles]. New York, Basic Books.

- Gelman, R. ; Carey, S. (dir. publ.). 1991. *The epigenesis of mind : essays on biology and cognition* [L'épigenèse de l'esprit : essais sur la biologie et la cognition]. Hillsdale, New Jersey, Erlbaum.
- Gelman, R. ; Gallistel, C. R. 1978. *The child's understanding of number* [La compréhension que l'enfant a des nombres]. Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press.
- Halloun, I. A. ; Hestenes, D. 1985. « Common sense concepts about motion » [Les idées que se forme le bon sens sur le mouvement]. *American journal of physics* (College Park, Maryland), vol. 53, p. 1056-1065.
- Hirschfeld, L. A. ; Gelman, S. A. (dir. publ.). 1994. *Mapping the mind* [Dresser la carte de l'esprit]. New York, Cambridge University Press.
- Hutchins, E. 1991. « The social organization of distributed cognition » [L'organisation sociale de la cognition distribuée]. Dans : Resnick L. B. ; Levine, J. M. ; Teasley, S. D. (dir. publ.). *Perspectives on socially shared cognition* [Perspectives sur la cognition socialement partagée]. Washington, D.C., American Psychological Association, p. 283-307.
- Irwin, K. C. 1996. « Children's understanding of the principles of covariation and compensation in part/whole relationships » [La compréhension qu'ont les enfants des principes de covariation et de compensation dans les relations tout et partie]. *Journal for research in mathematics education* (Reston, Virginie), vol. 27, n° 1, p. 25-40.
- Johnson, M. 1987. *Body in the mind : the bodily basis of meaning, imagination, and reason* [Le corps dans l'esprit : la base corporelle de la signification, de l'imagination et de la raison]. Chicago, Illinois, University of Chicago Press.
- Johsua, S. ; Dupin, J. J. 1987. « Taking into account student conceptions in a didactic strategy : an example in physics » [La prise en compte des conceptions estudiantines de la stratégie didactique : exemple emprunté à la physique]. *Cognition and instruction* (Hillsdale, New Jersey), vol. 4, p. 117-135.
- Latour, B. *La science en action*, Paris, Éd. La Découverte, 1939.
- Lave, J. 1988. *Cognition in practice : mind, mathematics and culture in everyday life* [La cognition dans la pratique : l'esprit, les mathématiques et la culture dans la vie quotidienne]. Cambridge (Royaume-Uni), Cambridge University Press.
- McCloskey, M. « L'intuition en physique ». *Pour la science* (Paris), juin 1983, n° 68, p. 68-76.
- Mead, G. H. 1934. *Mind, self, and society* [L'esprit, le moi et la société]. Chicago, Illinois, University of Chicago Press.
- Neisser, U. 1976. *Cognition and reality : principles and implications of cognitive psychology* [Cognition et réalité : principes et implications de la psychologie cognitive]. San Francisco, Californie, W. H. Freeman.
- Nersessian, N. ; Resnick, L. B. 1989. *Comparing historical and intuitive explanations of motion : does 'naive physics' have a structure ?* [Comparaison des explications historiques et intuitives du mouvement : la « physique naïve » a-t-elle une structure ?] (Document présenté à la onzième conférence de la Cognitive Science Society, Ann Arbor, Michigan, août 1989.)
- Ohlsson, S. 1992. « The cognitive skill of theory articulation : a neglected aspect of science education ? » [La capacité cognitive de l'articulation de la théorie : aspect négligé de l'éducation scientifique ?]. *Science and education* (Dordrecht, Pays-Bas), vol. 1, p. 181-192.

- Piattelli-Palmarini, M. (dir. publ.). 1980. *Language and learning : the debate between Jean Piaget and Noam Chomsky* [Langage et apprentissage : le débat entre Jean Piaget et Noam Chomsky]. Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press.
- Resnick, L. B. 1986. « The development of mathematical intuition » [Le développement de l'intuition mathématique]. Dans : Perlmutter, M. (dir. publ.). *Perspectives on intellectual development* [Perspectives sur le développement intellectuel]. Hillsdale, New Jersey, Erlbaum, p. 159-194. (The Minnesota symposia on child psychology, vol. 19.)
- . 1987. « Learning in school and out » [L'apprentissage à l'école et en dehors de l'école]. *Educational researcher* (Washington, D.C.), vol. 16, n° 9, p. 13-20.
- . 1992. « From protoquantities to operators : building mathematical competence on a foundation of everyday knowledge » [Des protoquantités aux opérateurs : construire la compétence mathématique en se basant sur la connaissance de tous les jours]. Dans : Leinhardt, G. ; Putnam, R. T. ; Hattrup, R. A. (dir. publ.). *Analysis of arithmetic for mathematics teaching* [Analyse de l'arithmétique pour l'enseignement des mathématiques]. Hillsdale, New Jersey, Erlbaum, p. 373-429.
- Resnick, L. B. ; Greeno, J. G. 1992. *Conceptual growth of number and quantity* [La croissance conceptuelle du nombre et de la quantité]. (Manuscrit inédit.)
- Resnick, L. B. ; Omanson, S. 1987. « Learning to understand arithmetic » [Apprendre à comprendre l'arithmétique]. Dans : Glaser, R. (dir. publ.). *Advances in instructional psychology* [Avancées en psychologie de l'enseignement]. Hillsdale, New Jersey, Erlbaum, vol. 3, p. 41-95.
- Rumelhart, D. E. ; McClelland, J. L. ; PDP Research Group. 1986. *Parallel distributed processing : explorations in the microstructure of cognition* [Transformations opérées en parallèle : explorations de la microstructure de la cognition]. Cambridge, Massachusetts, Bradford Books/MIT Press, vol. I et II.
- Sayeki, Y. ; Ueno, N. ; Nagasaka, T. 1991. « Mediation as a generative model for obtaining an area » [La médiation, modèle générateur pour obtenir un domaine]. *Learning and instruction* (Tarrytown, New York), vol. 1, p. 229-242.
- Schliemann, A. D. ; Acioly, N. M. 1989. « Mathematical knowledge developed at work : the contribution of practice versus the contribution of schooling » [Les connaissances mathématiques développées au travail : contribution de la pratique et contribution de la scolarité]. *Cognition and instruction* (Hillsdale, New Jersey), vol. 6, p. 185-221.
- Viennot, L. 1979. « Spontaneous reasoning in elementary dynamics » [Le raisonnement spontané en dynamique élémentaire]. *European journal of science education* (Basingstoke, Royaume-Uni), vol. 1, p. 105-221.
- Vygotsky, L. S. 1978. *Mind in society* [L'esprit dans la société]. Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press.
- Wertsch, J. V. 1985. *Vygotsky and the social formation of mind* [Vygotsky et la formation sociale de l'esprit]. Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press.
- White, B. 1992. « Thinkertools : causal models, conceptual change, and science education » [Outils du penseur : modèles causals, changement conceptuel et éducation scientifique]. *Cognition and instruction* (Hillsdale, New Jersey), vol. 10, p. 1-100.

TÊTE BIEN FAITE OU TÊTE BIEN PLEINE ?

RECADRAGE CONSTRUCTIVISTE

D'UN VIEUX DILEMME

Marcel Crahay

L'école fait-elle acquérir des savoirs morts ?

Dès 1929, dans son ouvrage *The aims of education*, A. N. Whitehead soulignait combien nous devons prendre garde à ne pas encombrer l'enfant de savoirs morts. Il écrivait : « Lorsque nous essayons de simuler l'activité de pensée de l'enfant, nous devons nous méfier par-dessus tout de ce que j'appellerais des idées inertes, c'est-à-dire les idées qui sont simplement reçues par l'esprit de l'enfant sans être utilisées ou mises à l'épreuve, ou encore associées dans de nouvelles combinaisons » (p. 1). Il dénonçait ainsi le formalisme des pratiques d'enseignement les plus courantes qui, à cette époque, dotaient les élèves de connaissances qu'ils étaient incapables d'utiliser pour résoudre des problèmes quotidiens.

Avant lui, William James donnait, dans un livre intitulé *Talks to teachers on psychology* (1912), un exemple, observé en classe, de connaissances inertes :

Un jour, une de mes amies visitait une école et fut amenée à observer une classe de géographie. Afin de jauger où en étaient les enfants, elle prit au hasard une page du manuel et leur posa la question suivante : *Supposons que vous creusiez un immense trou dans le sol, d'une profondeur de plus de cent pieds. À votre avis quelle sera la température au fond de ce trou :*

Marcel Crahay (Belgique)

Professeur de pédagogie expérimentale et de psychologie de l'éducation à l'Université de Liège, Marcel Crahay a succédé au professeur G. de Landsheere. Il a également enseigné pendant trois années à l'Université de Genève. Il est notamment l'auteur, avec A. Delhaxhe, d'une série d'ouvrages intitulés *Agir et interagir à l'école maternelle*. Ces ouvrages sont destinés aux enseignants et présentent une approche « piagétienne » de l'éducation préscolaire. Les intérêts actuels du professeur Crahay englobent toute la scolarité obligatoire, son objectif restant le même : tirer parti des apports de la psychologie génétique pour élaborer des dispositifs pédagogiques profitables à tous les enfants.

plus chaude ou plus froide qu'à la surface du sol ? Aucun des élèves de la classe ne pouvait répondre. Alors, l'institutrice dit : *Je suis sûre qu'ils connaissent mais je pense que vous ne posez pas bien la question. Laissez-moi essayer.* Elle prit alors le livre et demanda : *Dans quel état est l'intérieur du globe ?* Elle reçut une réponse immédiate de la moitié de la classe : *L'intérieur du globe est dans un état de fusion incandescente* (p. 150).

Plus récemment, Barnes (1976) et, à sa suite, Bransford (1986) ont repris le concept d'idées inertes, soutenant que la plupart des connaissances que nous acquérons à l'école restent des éléments étrangers à notre réflexion personnelle. Selon le premier de ces auteurs, « une connaissance scolaire est une connaissance que quelqu'un d'autre nous présente. Nous l'assimilons partiellement, suffisamment pour répondre aux questions du maître, mais elle reste la connaissance de quelqu'un d'autre, pas la nôtre » (p. 81). Toujours selon le même auteur, il faut distinguer la connaissance transmise par l'école de celle que l'individu construit dans l'action. Ce dernier type de connaissance constituerait un savoir plus solide et plus profondément assimilé par les élèves qui les mobiliseraient pour rendre significatifs les événements qui composent leur quotidien.

Aujourd'hui, les choses n'ont guère changé : de nombreux travaux en didactique des mathématiques et de la physique montrent que les étudiants peuvent répondre de façon appropriée à des questions sollicitant de façon explicite le savoir académique qui leur a été enseigné, mais échouer dans la résolution de problèmes qui impliquent l'utilisation de ces connaissances¹. Aux États-Unis, les évaluations à large échelle du rendement scolaire indiquent que, malgré une amélioration des habiletés élémentaires, les processus cognitifs supérieurs sont, eux, moins bien maîtrisés (National Assessment of Educational Progress, 1981, cité par Glaser, 1986). De tels constats soulignent l'incapacité de l'école à faire acquérir par les élèves des savoirs mobilisables pour résoudre des problèmes.

Tête bien faite vaut-elle mieux que tête bien pleine ?

Ces mêmes constats appellent assurément un ajustement des systèmes d'enseignement. Lequel ? Telle est la question à laquelle il faut répondre avec rigueur.

Pour certains, la réponse va de soi : on accorde trop d'importance à l'acquisition de connaissances alors qu'il faudrait mettre l'accent sur le développement de démarches intellectuelles. C'est notamment la réponse qui est donnée par le document *Les socles de compétences dans l'enseignement fondamental et au premier degré de l'enseignement secondaire*, diffusé en 1994 par le Ministère de l'éducation de la Communauté française de Belgique. On y lit :

L'enseignement vise à rendre les acquisitions scolaires exploitables en dehors du cadre des cours ou des disciplines. La connaissance chez les jeunes reste, cependant, fortement désarticulée : ils savent beaucoup de choses, mais isolées, fragmentées, détachées les unes des autres ; [...] L'école se voit donc obligée de se fixer des priorités nouvelles et des stratégies différentes : elle doit plus que jamais aller au-delà de la simple transmission des connaissances. Il lui incombe [...] de privilégier le développement de savoir-être, de savoir-réfléchir,

de savoir-faire, tout en tenant compte de l'âge des élèves, de leur niveau d'abstraction, de la diversité de leur mode d'apprentissage, et du temps nécessaire à ce travail quotidien de formation. Cette perspective réclame la mise en œuvre explicite [...] de stratégies pédagogiques susceptibles de favoriser la maîtrise progressive par tout élève de compétences transversales. Ces compétences transversales constituent le fondement de l'apprentissage et du développement personnel, intellectuel et professionnel (p. 97).

Dans la foulée de cette prise de position, on trouve plus loin dans le document une longue liste de démarches intellectuelles présentées indépendamment de tout contenu.

Quand de telles vues émanent d'une réflexion collective, elles témoignent d'une certaine ambiance intellectuelle. Dans le monde de l'enseignement, l'acquisition de connaissances n'est plus à la mode. La tentation est grande dès lors de renouer avec les vieux démons du formalisme et de ressusciter l'opposition manichéenne entre transmission des connaissances et formation de la pensée. N'est-ce pas de cette dérive que procèdent les techniques d'éducabilité cognitive, aujourd'hui à la mode dans certains milieux pédagogiques : le Programme d'enrichissement instrumental (PEI), les Ateliers de raisonnement logique (ARL), les Cubes de Mialet, etc., sans parler des recettes de A. de la Garanderie (1982, 1984). Ces techniques postulent à des degrés divers qu'il est possible d'entraîner les outils cognitifs qui sont à la base de nos activités mentales. Les exercices proposés portent sur un matériau dont le contenu importe peu ; ce qui est pertinent ce sont les processus sous-jacents : catégorisation, comparaison, raisonnement... Ils prennent ainsi souvent l'allure d'exercices assez abstraits, à forte connotation logique, tels qu'on en rencontre dans les tests d'intelligence générale. L'utilisation d'un matériel le plus vide possible de contenu est supposée, d'une part, éviter la référence à des échecs antérieurs et, d'autre part, exercer des fonctions cognitives applicables à toute tâche complexe.

L'idée n'est pas neuve. N'a-t-on pas longtemps justifié les cours de latin en arguant qu'ils offraient une gymnastique intellectuelle propre à développer l'esprit des élèves ? N'est-ce pas le même mérite que d'aucuns attribuent aux mathématiques, voire à l'informatique ? Bien plus, la sagesse populaire n'a-t-elle pas fait sien le précepte de Montaigne : « Tête bien faite vaut mieux que tête bien pleine ».

Dans *L'évolution pédagogique en France*, Durkheim (1990) propose une critique judicieuse de cet aphorisme célèbre. Il montre notamment combien Montaigne doutait de la capacité de la pédagogie à former le jugement qui, pour lui, est en fait une caractéristique des âmes bien nées. Ainsi, Durkheim rappelle que :

Nombreux et bien connus sont les passages où Montaigne compare l'esprit à un vase où l'on verse la science. Or, de même que la forme d'un vase ne dépend pas du liquide qu'il renferme, la forme de l'esprit n'est pas moins indépendante de la science qu'il se trouve contenir. La science ne saurait le modeler. Ce n'est pas elle qui fait la droiture du jugement, de même que l'on peut posséder un jugement droit sans aucune espèce de science (1990, p. 257).

La diffusion des *Pensées* de Montaigne ne correspond pas vraiment à un succès de librairie ; cet auteur est rarement lu dans le texte par les enseignants. Si ses déclarations sont si souvent citées, c'est qu'elles proposent une expression adéquate de convictions largement partagées. L'une d'entre elles est qu'il est possible de définir des démarches intellectuelles indépendamment de tout contenu. Plus exactement, celui-ci jouerait le rôle de prétexte, d'objet ou encore d'occasion pour développer la pensée.

Il faut dès à présent inviter les pédagogues à relire Durkheim, qui, au début de ce siècle, posait des questions qui restent pertinentes à l'heure actuelle et y apportait une réponse qui préfigure les leçons de la psychologie contemporaine.

Est-ce que nous ne revenons pas à la pédagogie formaliste après l'avoir condamnée ? L'aptitude générale à réfléchir, à juger, à raisonner, c'est, semble-t-il, un ensemble d'aptitudes toutes formelles, indépendantes de toute matière déterminée. Jusqu'à présent, nous n'avons même pas indiqué que l'école secondaire dût enseigner ceci plutôt que cela, telle connaissance positive plutôt que telle autre. Ne serait-ce pas que la nature de ces connaissances, leur importance est à nos yeux chose secondaire, plus ou moins indifférente, et notre idéal pédagogique ne va-t-il pas ressembler étrangement à celui que poursuivaient les écoles de la scolastique ou les collèges des humanistes ? Ne va-t-il pas consister à former l'esprit d'une manière générale plutôt qu'à le meubler et à le nourrir ?

Nullement, car il est impossible d'apprendre à un esprit à réfléchir sans que ce soit sur un objet déterminé. On ne réfléchit pas à vide. L'esprit n'est pas une forme creuse que l'on peut façonner directement, comme on façonne un verre que l'on remplira ensuite. L'esprit est fait pour penser les choses, et c'est en lui faisant penser des choses qu'on le forme (1990, p. 364).

La tonalité du présent article est donnée. À nos yeux, la définition de démarches intellectuelles ne peut se concevoir indépendamment de connaissances ou de contenus à maîtriser ou de situations problématiques à affronter. Plus précisément encore, il n'y a pas de sens à définir des démarches ou aptitudes intellectuelles dont l'élève devrait être capable sans préciser le champ de connaissances ou de situations dans lequel cette démarche doit être mobilisée. Tout au long de cet article, nous nous efforcerons d'emboîter le pas à Durkheim et à consolider sa position par des arguments issus des recherches psychologiques contemporaines et, plus particulièrement, de la théorie constructiviste de Piaget. Autrement dit, on s'attachera à montrer que la cognition ne peut se développer indépendamment de contenus à traiter ou de connaissances à construire.

L'entraînement des démarches générales de pensée, une dérive rationaliste à éviter !

Au cours des dix à quinze dernières années, des programmes et des manuels scolaires ont été conçus aux États-Unis pour encourager la réflexion, la résolution de problèmes et l'aptitude à apprendre. Glaser (1986, p. 255-259) distingue quatre types de programmes :

Les programmes orientés vers les processus (Whimbey et Lochhead, 1980 ; Feuerstein, Rand, Hoffman et Miller, 1980).

Les programmes qui utilisent des connaissances familières (Covington, Crutchfield, Davies et Olton, 1974 ; De Bono, 1986).

Les programmes centrés sur l'enseignement de principes heuristiques pour la résolution de problèmes dans des domaines bien structurés (Rubinstein, 1979 ; Wickelgren, 1974).

Les programmes visant la stimulation de la pensée logique lors de l'acquisition d'habiletés de base (Lipman, Sharp et Oscanyan, 1979 et 1980).

Selon Glaser :

Ces programmes, à quelques exceptions près, sont consacrés à l'enseignement de processus généraux — principes heuristiques, méthodes de raisonnement et de résolution de problèmes transférables — qui pourraient être acquis. Quant aux contenus, il s'agit tantôt de tâches abstraites, comme des « énigmes » à résoudre, tantôt de situations de vie réelle. Ces programmes tendent à éviter la complexité du contenu de la majorité des branches d'enseignement. On estime, en effet, que la difficulté de compréhension inhérente à ces contenus ne laisserait pas assez de disponibilité pour la pratique et l'acquisition d'autres processus de pensée (1986, p. 259).

Il poursuit : « La raison profonde de tout cela est sans doute une question de théorie et de connaissances de la pensée humaine » (*ibid.*).

Il est aisé, en effet, d'apercevoir dans ces pratiques éducatives la marque des premières théories cognitivistes, qui se retrouvent massivement dans la première génération des travaux en intelligence artificielle (IA). Andler, qui se démarque de cette conception, s'explique :

La manière dont le cognitivisme débutant conçoit la cognition peut s'énoncer ainsi : le système cognitif [...] est (ou plutôt comprend) un système formel incarné qui agit sur des représentations ; ces dernières sont des énoncés d'un langage formel interne, et le système guidé par des règles formelles les soumet à des transformations calculables, dans lesquelles n'intervient que la forme des énoncés et des règles (1987, p. 8).

Plus loin (p. 11), l'auteur présente l'IA en forme d'équation : $IA = \text{inférence} + \text{contrôle} + \text{connaissances}$.

Dans ce paradigme, inférence et contrôle jouent un rôle antagoniste mais complémentaire. L'inférence permet de transformer un état cognitif initial en un autre état. Quant au contrôle, il « joue un rôle déterminant pour contrecarrer l'explosion combinatoire... ». En principe, tout problème est soluble par l'application d'un algorithme d'opérations adéquat. Malheureusement, dès que plusieurs possibilités doivent, à chaque étape, être envisagées et qu'une suite assez longue d'étapes est nécessaire pour parvenir à la solution, le nombre de chemins que l'ordinateur

(ou le cerveau) doit examiner devient beaucoup trop élevé pour que la solution soit trouvée par cette voie en un temps raisonnable. Dans une partie d'échecs, on évalue à 10^{120} le nombre de chemins possibles ; ce qui conduit Andler (1987, p. 12) à constater avec humour que « si l'ordinateur était un immense ordinateur ultra-rapide et s'était attelé à la tâche de calculer son premier coup dès le big-bang, il serait très loin aujourd'hui d'avoir conclu »². Il importe, par conséquent, de recourir à des heuristiques. Ce qui distingue une heuristique d'un algorithme, c'est qu'il ne conduit pas à tout coup à la bonne ou à la meilleure solution.

Pour Lindsay et Norman :

Les stratégies ressemblent plus à des règles empiriques ; ce sont des tactiques de recherche de solutions relativement faciles à appliquer, et leur identification ne repose souvent que sur leur efficacité dans la solution de problèmes antérieurs. Parmi les heuristiques les plus fécondes, on cite « décomposer le problème en sous-problèmes » et « recherche des analogies » (1980, p. 544).

Andler, encore lui, affirme que :

La nécessité de connaissances abondantes et fortement structurées ne s'est fait sentir que progressivement. À ses débuts, l'IA espérait faire jaillir l'intelligence de procédures générales de résolution de problème. Elle en est venue, au bout d'une quinzaine d'années, à reconnaître que la plupart des tâches, même apparemment éloignées de toute érudition, requièrent quantité d'informations spécifiques (1987, p. 12).

Il n'en reste pas moins que, tout en s'interrogeant sur la question d'une représentation économique des connaissances, les modèles cognitivistes classiques continuent à concevoir une base de connaissance indépendante du moteur d'inférence et du système de contrôle. On ne peut s'empêcher de retrouver dans pareille distinction le rationalisme des siècles précédents et de songer à cette remarque ancienne, mais encore pertinente de Paulus : « Si l'on y regarde bien, on ne peut que donner raison à Spearman lorsqu'il constate que si la doctrine des facultés perd toutes les batailles, elle gagne toujours la guerre » (Paulus, 1965, p. 116).

Par ailleurs, il faut reconnaître que les derniers développements du cognitivisme et des recherches en IA conduisent à un dépassement de ces thèses. Notamment, les recherches les plus récentes sur la résolution de problèmes chez les experts et les novices mettent en évidence l'influence des structures de connaissances liées à un champ spécifique et rompent ainsi avec les travaux antérieurs qui valorisaient le rôle des techniques « pures » de résolution de problèmes, supposées transférables (Newell et Simon, 1972). Minsky et Papert (1974) parlent à cet égard de passer d'une approche centrée sur une capacité générale permettant la réflexion intelligente à une approche centrée sur les bases de connaissances dont l'individu dispose. Selon ces auteurs :

L'approche centrée sur les connaissances de base considère que les progrès viennent d'une meilleure manière d'exprimer, de reconnaître et d'utiliser des formes de connaissances diversifiées et particulières. [...] En effet, il n'est pas du tout évident que les personnes intelligentes se caractérisent par un pouvoir supérieur de leur méthode générale de raisonner. Leur intelli-

gence, c'est peut-être simplement une connaissance approfondie de l'organisation des savoirs (cité par Glaser, 1986, p. 264).

Encouragés par ce point de vue, Chi, Lesgold et Glaser (1985) ont mené une série de travaux dont l'objectif était d'appréhender, d'une part, comment les experts résolvent les problèmes qu'ils rencontrent dans leur champ de spécialité (physique, en particulier mécanique et radiologie) et, d'autre part, comment se développe leur expertise. L'analyse des performances s'articule autour d'une question centrale : en quoi l'organisation des connaissances de base contribue-t-elle au raisonnement des experts par rapport à celui des novices ? Les données empiriques montrent que la connaissance des débutants est organisée autour des objets précis, mentionnés explicitement dans l'énoncé du problème. En revanche, la connaissance des spécialistes est organisée autour de principes et d'abstractions subsumés par ces objets. Ces principes n'apparaissent pas dans l'énoncé du problème, mais sont mobilisés par les experts sur la base de leur connaissance du domaine.

La difficulté qu'éprouvent les débutants à résoudre les problèmes peut donc être avant tout attribuée à l'inadéquation de leurs connaissances de base, et non aux limites de leurs capacités intellectuelles — par exemple, à l'incapacité d'utiliser des stratégies heuristiques.

Recht et Leslie (1988) ont également fourni une solide démonstration du rôle crucial joué par les connaissances spécifiques dans le processus de compréhension d'un message. Ces chercheurs ont sélectionné un groupe de bons lecteurs et un groupe de mauvais lecteurs de même niveau scolaire. Ils leur ont ensuite fait passer un test de connaissance du base-ball afin de distinguer dans chacun des deux groupes ceux qui connaissent bien le base-ball et ceux qui le connaissent mal. Ils ont alors demandé à chacun des étudiants de lire un texte de six cent vingt-cinq mots portant sur une rencontre de base-ball. La compréhension a été évaluée de trois façons : les sujets devaient d'abord reproduire à l'aide de figurines et commenter les principales phases de la rencontre ; ils devaient également résumer le texte et, enfin, en retenir les vingt-deux phrases les plus importantes. Les résultats de l'expérience indiquent très clairement que, pour réussir les tâches décrites ci-dessus, il est préférable d'être un piètre lecteur qui connaît bien le base-ball que d'être un bon lecteur qui ignore tout de ce jeu. Comme le remarque Tardif (1992), « ce sont les connaissances spécifiques de l'élève qui lui permettent de traiter de façon significative ou non les informations présentées que ce soit en lecture, en écriture, en mathématique ou en sciences » (p. 231). Glaser déduit de ces faits psychologiques une hypothèse pédagogique forte :

La capacité à résoudre des problèmes, à comprendre et à apprendre prend ses racines dans la connaissance : tout individu essaie toujours de comprendre les nouvelles données et d'y réfléchir en fonction de ce qu'il sait déjà. Il semble donc souhaitable d'exercer la capacité à résoudre des problèmes ou à corriger des erreurs de compréhension dans les domaines de connaissance familiers aux apprenants. La capacité de faire des inférences et de générer de nouvelles informations peut être stimulée en incitant d'abord les élèves à mobiliser leurs connaissances antérieures, puis en les amenant progressivement à restructurer et à élargir ces connaissances antérieures (Glaser, 1986, p. 270-271).

Les attermoiements des pédagogues d'inspiration piagétienne

Certains esprits critiques ne pourront s'empêcher de relever qu'un bien grand détour fut nécessaire aux cognitivistes pour redécouvrir ce que des piagétiens s'évertuent à répéter depuis belle lurette. Ainsi, pour mémoire, on trouve sous la plume de Duckworth (1972), puis de Kamii et de Devries (1978), des mises en garde contre la dissociation entre processus et contenu.

La volonté de dégager des processus, ou des « savoir-faire cognitifs » reflète — selon ces deux auteurs — des postulats mécanistes et/ou empiristes qui conçoivent l'intelligence comme une machine à traiter l'information. L'application pédagogique d'une telle conception ressemble à une tentative d'ajouter des engrenages à la machine et de régler la mécanique. Une autre analogie est la conception de l'éducation qui amène à la comprendre comme le perfectionnement d'un programme d'ordinateur qui pourrait traiter une infinité d'informations. L'une de nos erreurs passées d'empiristes était d'admettre qu'une fois que l'enfant avait acquis une structure logico-mathématique, il ne lui restait plus qu'à appliquer cette machine logico-mathématique à toutes sortes d'objets. Or, [...] la structure n'existe pas indépendamment du contenu (Kamii et Devries, 1978, p. 24)³.

Il est intéressant de rappeler que ces lignes ont été écrites en plein mouvement d'éducation compensatoire. À l'époque, bon nombre de chercheurs anglo-saxons sont impliqués dans la conception de programmes préscolaires avec l'objectif de lutter contre le handicap socioculturel dont seraient victimes les enfants des minorités ethniques. Certaines équipes, telle celle de Biber, Shapiro et Wickens (1971), s'attachent à tirer parti de la théorie de Piaget et élaborent des programmes d'enseignement dont l'objectif premier est le développement de démarches permettant à l'enfant d'apprendre à apprendre. Entre ces chercheurs et ceux qui, comme Feuerstein, Rand, Hoffman et Miller (1980) ou Lipman, Sharp et Oscanyan (1979, 1980), plaident en faveur des techniques d'éducabilité cognitive, il y a une filiation évidente. En revanche, la position défendue par Kamii et Devries (1978) se situe à l'opposé. Or, les uns et les autres se réclament de Piaget. Cela demande un essai de clarification.

Dans l'œuvre du savant suisse, c'est *la notion de structure d'ensemble* qui nous paraît nourrir les controverses les plus animées. Pour ceux qui lui accordent encore crédit, elle donne à penser qu'un sujet qui a présenté un mode de raisonnement de niveau opératoire dans l'une ou l'autre situation, maîtrise la structure cognitive correspondante et, partant, est supposé pouvoir reproduire ce raisonnement dans d'autres situations. Parallèlement, si un sujet a manifesté certaines conduites de niveau préopératoire, on sera tenté de qualifier ce sujet de préopératoire et d'estimer que ce dernier mobilise essentiellement des modes de pensée de ce niveau. S'interroger sur la pertinence de pareille inférence, c'est nécessairement s'interroger sur la validité, la fécondité et la nécessité du concept de structure d'ensemble.

Dès 1977, Vergnaud dénonçait le danger d'occultation que comporte la recherche trop hâtive d'une formalisation ; il écrivait :

En voulant enfermer dans des structures algébriques ou dans des structures *ad hoc*, fabriquées par lui et figiolées par les logiciens, un ensemble de faits de conduites trop vaste, Piaget a été rapide et imprudent : il a ainsi laissé échapper, en poursuivant son ambition structuraliste, un grand nombre de faits de conduites diversifiés. Si l'on considère contenu par contenu, tâche par tâche, les conduites des enfants, on est amené à mettre en doute la fécondité de l'effet engagé par lui pour décrire, par des structures abstraites générales, la pensée des enfants de tel ou tel stade (p. 110).

Bref, selon Vergnaud, il est prématuré de vouloir caractériser le développement par une succession de structures d'ensemble.

On retrouve chez Flavell (1982) des remarques similaires. Selon cet auteur, les structures qui caractérisent le stade des opérations concrètes et celui des opérations formelles ne sont pas définies de manière claire et cohérente. Elles n'ont, en définitive, aucune signification précise et ne semblent pas décrire les différents modes de pensée de façon correcte et complète. Le chercheur américain rappelle aussi que la notion de stade implique une certaine uniformité des formes de connaissance durant une tranche d'âge. Or, les études empiriques n'ont guère confirmé cette hypothèse. Les travaux de Rieben, De Ribaupierre et Lautrey (1983) montrent notamment « la forte variabilité intra-individuelle » de sujets supposés appartenir au stade opératoire concret. Ce constat amène les auteurs à remarquer que, « si hétérogénéité il y a, elle pourrait signifier qu'il existe différentes formes de développement cognitif » (p. 178)⁴. La conclusion n'est pas différente chez J. Bideaud (1988), dont la revue des travaux portant sur la maîtrise de l'inclusion et de la transitivité oblige à reconnaître que ces deux piliers de la pensée logique ne sont pas construits une fois pour toutes par les enfants. Il faut donc se rendre à l'évidence : si l'on considère les arguments logiques et les données empiriques qui plaident en faveur de la thèse et ceux qui l'invalident, on est amené à la conclusion que le développement cognitif ne s'apparente guère à une séquence fixe de stades généraux.

La hiérarchisation des connaissances à l'intérieur d'un secteur particulier se justifie davantage sur le plan théorique. L'intérêt pratique d'une telle entreprise est d'ailleurs plus évident : l'analyse des filiations entre connaissances peut inspirer directement l'organisation des apprentissages. Mais, même à l'intérieur d'un secteur de connaissance particulier, il est rare que l'on puisse décrire le développement des capacités enfantines par un ordre unique (Delhaxhe et Crahay, 1983). De plus en plus, il semble raisonnable d'abandonner la conception unilinéaire du développement des connaissances et d'y substituer une vision multilinéaire et contextuelle.

Les théories néopiagétienues se sont clairement orientées dans ce sens. Ainsi, pour Fischer (1980), le développement doit certes être conçu comme l'élaboration et la complexification croissante de capacités cognitives, mais les genèses des différentes capacités sont le plus souvent indépendantes. Plus précisément encore, Fischer considère que, dans tous les domaines de connaissance, le développement procède selon des étapes.

[Elles] présentent les mêmes caractéristiques formelles, mais toutes les capacités d'une personne ne sont jamais au même niveau de développement. La genèse des capacités doit être suscitée par l'environnement. Seules les capacités dont le fonctionnement est stimulé par l'environnement se développeront au plus haut point chez un individu. Par conséquent, l'hétérogénéité des états de développement est la règle et non plus l'exception (p. 480).

De plus, Riegel (1976, cité par Lefebvre-Pinard, 1980, p. 61) a pu montrer que les adultes n'utilisent pas systématiquement le niveau le plus avancé d'opérations cognitives dont ils sont capables, mais tentent plutôt d'ajuster avec souplesse leur niveau de fonctionnement cognitif à la nature et à la complexité des situations ou des problèmes qu'ils rencontrent. Bref, pour tous ces auteurs néopiagéticiens, il convient d'abandonner la notion originale de *stade* pour privilégier une conception multilinéaire et contextuelle du développement.

Celle-ci ne contredit nullement la thèse fondamentale du constructivisme, mais oblige — pensons-nous — à caractériser l'évolution cognitive générale des individus par des vecteurs de développement, plutôt que par une succession d'états structuraux. Ce faisant, on ne fait rien d'autre que de mettre l'accent sur certains éléments présents dans les écrits de Piaget. C'est lui-même qui a indiqué que le développement des connaissances correspond à une décentration (c'est-à-dire à une distanciation progressive par rapport à sa perspective propre), à une mobilité croissante ainsi qu'à un élargissement et à une complexification grandissante des échanges avec le milieu⁵. N'est-il pas significatif que, dans l'un de ses derniers ouvrages (Piaget, 1975)⁶, il parle lui-même de « refonte complète » et substitue au terme d'équilibre celui d'équilibration, pour caractériser ainsi un processus et non plus seulement une succession de formes statiques d'équilibre ? Cette nouvelle formulation s'apparente à une ouverture du modèle. Notamment, la notion d'équilibration majorante permet, sur le plan épistémologique, de mieux intégrer le caractère constamment inachevé de la connaissance et, sur le plan psychologique, de dépasser l'idée que le stade des opérations formelles constitue un aboutissement du développement.

La pensée de Piaget est restée en évolution constante. Cela a conduit Montangero (1995) à distinguer quatre périodes dans la vie de l'épistémologue genevois⁷. Dans sa version terminale, le statut épistémologique de la théorie apparaît avec une netteté accrue. Il devient alors évident que le constructivisme est plus qu'une hiérarchisation des savoirs ; il est surtout une théorie du sujet qui, s'efforçant d'optimiser ses échanges avec le milieu, s'autoconstruit en intégrant à la fois les produits et les mécanismes de sa pensée. De cette théorie du sujet créateur de connaissances devrait naître un modèle pédagogique où l'acquisition de connaissances est le fruit d'un acte créateur, où l'enfant, confronté à des problèmes d'adaptation à son environnement, est engagé dans un processus d'élaboration active de sa pensée.

Ce recentrage sur le message épistémologique exclut que l'on envisage de façon dissociée l'acquisition de connaissances et la mobilisation de démarches de pensées. Plus justement, on pose que, en suscitant chez chacun de ses élèves un processus d'élaboration active de sa pensée, l'enseignant favorise l'émergence de

connaissances de plus en plus valides. En d'autres termes encore, on formulera deux implications pédagogiques de cette perspective néopiagétienne ; on leur donnera la forme de principes.

Principe 1. L'action éducative ne peut viser la stimulation d'un processus indépendamment d'un contenu à structurer. Par conséquent, l'organisation d'une action éducative débute par la délimitation d'un contenu, d'un secteur du réel ou d'une situation.

Principe 2. Le contenu ou la situation est plus qu'un contexte favorable à la stimulation du processus. Le processus n'a de sens que s'il débouche sur la création de connaissances nouvelles, de mieux en mieux adaptées à un secteur du réel. C'est à cette condition seulement que le processus pourra être qualifié de constructif.

Le rapprochement de ces deux principes, tirés du constructivisme piagétien, avec l'hypothèse pédagogique formulée par Glaser (1986), au départ des recherches en psychologie cognitive, s'impose. De plus, que l'on se situe dans la foulée du cognitivisme contemporain ou dans celle du constructivisme piagétien, on est immanquablement conduit à se poser des questions relatives aux méthodes d'enseignement. Plus précisément, il nous faut essayer de cerner quelles pratiques d'enseignement sont susceptibles d'aider les élèves à construire des savoirs dynamiques, mobilisables dans de réelles situations-problèmes.

Comment aider les élèves à construire des savoirs mobilisables

APPRENDRE EN SITUATION-PROBLÈME POUR CONSTRUIRE DES SAVOIRS MOBILISABLES

Bon nombre d'enseignants sont — pensons-nous — prisonniers d'une conception *top-down* des rapports entre connaissances et utilisation des ces connaissances en situation-problème. Pour beaucoup, dès que l'élève a parfaitement compris la théorie, il lui suffit de l'appliquer pour résoudre les problèmes qui lui sont posés. Cette conception se retrouve d'ailleurs dans la littérature scientifique. Ainsi, en 1974, Gagné proposait aux enseignants d'organiser leur enseignement en huit étapes : 1) phase de motivation ; 2) phase de prise de contact ; 3) phase d'acquisition ; 4) phase de rétention ; 5) phase de rappel ; 6) phase de généralisation ; 7) phase de performance ; 8) phase de *feedback*.

De façon évidente, ce modèle didactique dissocie l'acquisition des connaissances de leur exploitation et positionne ces deux facettes de l'apprentissage dans un ordre de succession. La taxonomie de Bloom *et al.* (1971) reflète également cette conception *top-down*. Elle suppose en particulier que la résolution de maints problèmes se ramène à l'*application* à des cas particuliers d'une connaissance acquise et comprise antérieurement. De même, le couple *connaissance-application* véhicule implicitement l'idée qu'il convient en un premier temps de maîtriser les règles ou les principes les plus généraux avant de les utiliser dans des contextes spé-

cifiques. Aujourd'hui, il nous faut reconnaître qu'il ne suffit pas de connaître des principes, des règles ou des lois pour les mobiliser à bon escient.

Les recherches menées au cours de la dernière décennie dans le domaine des problèmes arithmétiques sont éclairantes à ce sujet. On pourrait croire qu'une fois que les enfants maîtrisent l'addition et la soustraction, ils sont en mesure de résoudre tous les problèmes qui impliquent ces opérations. Il n'en est rien. On sait désormais que la difficulté des problèmes arithmétiques ne s'explique que très partiellement par les opérations qu'il importe de mobiliser (addition, soustraction, multiplication, division), et par l'importance de taille numérique des données. Parmi les facteurs qui influent sur la capacité des jeunes enfants à résoudre le problème, il faut retenir : la *sémantique* des problèmes, la *position de l'inconnue* et la *formulation* de l'énoncé (Fayol, 1989).

Riley, Greeno et Heller (1983) distinguent quatre grands groupes sémantiques de problèmes :

1. Les problèmes de type *changement* (« X avait trois billes et Y lui en donne cinq. Combien de billes a X, maintenant ? » ou « X avait cinq billes et Y lui en a pris trois. Combien de billes a X, maintenant ? »). Dans ces problèmes, une transformation par réunion ou séparation intervient toujours.
2. Les problèmes de type *combinaison* (« X a trois billes et Y en a cinq. Combien ont-ils de billes ensemble ? »). Ces problèmes supposent la réunion de deux ensembles sans transformation.
3. Les problèmes de type *comparaison* (« X a trois billes et Y en a cinq. Combien de billes X a-t-il de moins que Y ? » ou « Combien de billes Y a-t-il de plus que X ? »). Ces problèmes supposent d'établir la différence numérique entre deux quantités séparées.
4. Les problèmes de type *égalisation* (« X a trois billes et Y en a cinq. Combien de billes faut-il de plus à X pour en avoir autant que Y ? » ou « Que doit faire Y pour en avoir autant que X ? »). Ces problèmes supposent à la fois d'effectuer une comparaison et une transformation.

Dans les exemples présentés ci-dessus, des situations-problèmes différentes par leur contenu sont résolues par une procédure arithmétique identique. Ainsi, la soustraction intervient dans des problèmes de changement, de comparaison et d'égalisation. Or, les problèmes de changement sont mieux réussis par les enfants que les problèmes de type comparaison et égalisation. Cela s'observe jusqu'à un niveau de scolarisation avancé (troisième primaire). Autrement dit, on peut observer des enfants capables de mobiliser l'opération de soustraction dans certaines situations et incapables d'y recourir dans d'autres situations.

La position de l'inconnue influe également sur la performance des élèves. Dans les problèmes de changement ($x + y = n$ ou $x - y = n$), l'inconnue peut être la collection de départ (x = avant la transformation), la collection qui est ajoutée ou retirée (y) ou la collection finale (n = après la transformation). Dans les transformations par combinaison ($x + y = n$), elle peut être placée au niveau de la collection finale (n) ou sur un des sous-ensembles (x ou y). D'une manière générale, la recherche d'un *état final* dans les problèmes de type changement et combinaison ne

pose guère de difficultés aux enfants, et cela dès l'école maternelle. En revanche, la recherche de l'*état initial* (par exemple « X avait des billes. Y lui en donne cinq. X en a huit maintenant. Combien en avait-il ? ») ou la recherche d'un des sous-ensembles dans les problèmes de combinaison (par exemple, « X et Y ont ensemble huit billes. X en a trois. Combien en a Y ? ») leur pose énormément de difficultés (Fayol, 1989).

Enfin, les travaux de Hudson (1983) illustrent l'influence de la formulation de l'énoncé sur la performance des enfants. Ce chercheur américain a étudié les problèmes de comparaison qui supposent d'établir une différence numérique entre deux ensembles. Pour cet auteur, la difficulté des enfants à résoudre ces problèmes peut être liée à leur incompréhension de l'énoncé tel qu'il est généralement formulé et non à leur incapacité d'établir la différence numérique entre les deux collections. La formulation classique de ce type de problème contient des termes relationnels (plus que, moins que) que le jeune enfant ne comprend pas. Pour vérifier son hypothèse, T. Hudson a comparé les performances des enfants lorsque le problème de comparaison est posé dans la formulation la plus courante (« Combien y a-t-il de papillons de plus que de fleurs ? ») avec leurs performances lorsque l'énoncé ne contient pas de terme comparatif (« Combien de papillons n'auront pas de fleurs ? »). Les résultats indiquent une nette différence de réussite entre les deux formulations. Dès l'âge de cinq ans, la majorité des enfants résolvent le problème correctement lorsqu'on le pose sous la forme « Combien n'auront pas ? ». Cette expérience a été reproduite en Belgique avec les mêmes résultats (Delhaxhe, Godenir, 1990).

Tous ces travaux montrent que la solution de problèmes mathématiques dépasse la simple application de formules ou d'opérations arithmétiques apprises auparavant. Il importe notamment que l'élève décode la situation-problème ; il mobilisera une procédure en fonction de ce qui est significatif pour lui dans les données du problème. Nombreux sont, aujourd'hui, les auteurs qui considèrent la phase de représentation du problème comme le point critique de la performance de l'individu (Andre, 1986 ; Best, 1986 ; Gagné, 1985 ; Glover, Ronning et Bruning, 1990 ; Newell et Simon, 1972 ; Voss, 1989). Ainsi, pour Gagné (1985)⁸, cette étape est déterminante car c'est en fonction de la représentation qu'il s'est faite du problème que le sujet détermine les connaissances qui doivent être activées dans sa mémoire à long terme pour être mises à la disposition de la recherche de solutions. Fayol (1989) et Resnick et Ford (1981) sont plus précis encore : l'enfant se forge une représentation du problème en interprétant l'énoncé en fonction de ses connaissances antérieures. Ainsi, Fayol (1989) a pu observer que, face aux problèmes arithmétiques décrits ci-dessus, les jeunes enfants tendent à simuler les actions décrites dans l'énoncé. Ils reproduisent en actions le déroulement de la situation. Les problèmes dont l'énoncé permet facilement une mise en actes extériorisée ou intériorisée sont résolus aisément. À l'opposé, lorsque l'enfant ne peut se représenter les transactions du problème, il n'appliquera pas la procédure de résolution adéquate, même s'il est capable de l'exécuter en d'autres situations. Quant à Resnick et Ford (1981), elles écrivent :

La première étape de toute résolution de problème est de construire une représentation de ce problème, c'est-à-dire de prendre en considération les spécificités de ce problème et de les encoder de telle manière qu'elles soient interprétables par notre système de traitement de l'information. Autrement dit, l'information donnée dans la formulation du problème doit être encodée sous une forme compatible avec la structure des connaissances de l'individu. C'est ce qui rend possible l'utilisation des connaissances construites antérieurement au problème tel qu'il est présenté à l'individu (p. 214).

Pour Brown, Collins et Duguid (1989), il convient d'amener les enseignants à revoir de façon radicale les rapports entre savoir et savoir-faire. Selon ces auteurs :

La cassure entre apprentissage et applications, dont rendent compte les expressions populaires « savoir et savoir-faire », constitue probablement un produit direct de la structure et des pratiques de notre système éducatif. Beaucoup de procédés didactiques reposent en effet sur la séparation entre connaître et faire, et, plus fondamentalement, sur la conviction qu'il est possible de considérer la connaissance comme une entité autosuffisante, théoriquement indépendante de la situation dans laquelle elle est apprise et utilisée (p. 32).

Toujours selon ces auteurs, il conviendrait d'adopter une position radicalement opposée selon laquelle tout savoir est contextualisé ; ils écrivent :

À l'opposé, nous soutenons que la situation et l'activité, dans lesquelles la connaissance se développe, ne sont pas des éléments parallèles à l'apprentissage et à la cognition ; elles en sont une composante essentielle. On pourrait dire que les situations coproduisent la connaissance à travers l'activité de l'apprenant. On peut aujourd'hui affirmer que l'apprentissage et la cognition sont fondamentalement contextualisés (p. 32).

Le point de vue défendu par Resnick et Klopfer (1989) n'est pas différent. Selon ces auteurs, les effets de l'apprentissage seront d'autant plus profonds que celui-ci s'opère dans un contexte de tâches réelles qui existent en dehors de la classe. De même, Glaser (1986) écrit : « Les processus de pensée efficaces seraient le fruit d'une connaissance acquise en contexte, c'est-à-dire d'une connaissance qui n'est pas dissociée des conditions et des contraintes de son application » (p. 268). Bref, il s'agit de privilégier un apprentissage par résolution de problèmes car, dans ce cas, les connaissances sont construites dans le contexte même de leur future utilisation.

Il serait erroné de prétendre que ces conceptions sont foncièrement nouvelles. On peut en trouver des racines dans les écrits de Dewey. Le grand pédagogue américain dénonçait le formalisme de l'enseignement tel qu'il se pratiquait dans les classes et doutait de l'utilité des acquisitions notionnelles. À ses yeux, l'apprentissage décontextualisé de concepts et de principes ne se justifie qu'au prix d'une hypothèse forte : « Il y aurait transfert des disciplines bien ordonnées et bien structurées aux situations complexes dans lesquelles l'identité même de ces disciplines se dilue » (dans Beauchamp, 1957, p. 18).

FAUT-IL DONNER LA PRIORITÉ À L'APPRENTISSAGE
DE PROCÉDURES ?

Les recherches récentes en psychologie cognitive éclairent d'une lumière nouvelle cette importante question⁹. Ce n'est pas tant la distinction entre *connaissances déclaratives* et *connaissances procédurales* qui nous paraît intéressante, que la façon dont les cognitivistes contemporains conçoivent leurs rapports.

C'est dans son célèbre *Architecture of cognition* de 1983 que J. Anderson a repris la distinction introduite par le philosophe G. Ryle, qui, dès 1949, décrit deux formes de connaissance : *knowing that* et *knowing how* (savoir quoi et savoir comment). C'est aussi dans cet ouvrage que le psychologue américain a montré qu'il suffit de quelques minutes d'études pour mettre en mémoire une connaissance déclarative alors que l'intégration d'une procédure requiert une pratique graduelle et souvent considérable. Pour Anderson (1983), le passage d'une forme de connaissance à l'autre n'est pas simple. Nombreux sont les travaux actuels qui portent sur la *procéduralisation des connaissances déclaratives* : par la mise en actes régulière de nos connaissances déclaratives, nous passons d'une application lente et consciente de règles à une pratique de plus en plus automatisée et inconsciente. Ce processus ne se ramène nullement à une simple mise en application de règles générales dans des contextes particuliers ; il y a véritable transformation du statut des connaissances déclaratives en connaissances procédurales. Autrement dit, il y a entre les deux formes de connaissance une différence quasi ontologique : alors que les premières portent sur les propriétés des choses, les secondes s'apparentent à des plans d'actions ou à des règles de production stockées sous la forme condition-action (si A se produit, alors faire B). L'apprentissage de connaissances procédurales correspond donc à la constitution des séquences d'actions conditionnelles, qui permettent la réalisation de certaines tâches dans certaines conditions. Lire et comprendre un texte, rédiger, orthographier, calculer, résoudre un problème, maîtriser une langue étrangère..., toutes ces capacités reposent sur des connaissances procédurales.

En mettant en évidence le rôle crucial joué par les procédures dans le fonctionnement cognitif, les psychologues contemporains incitent à une révolution pédagogique. Comme le remarquent Coquin-Viennot et Gaonach (1995), la notion de connaissances automatisées a plutôt mauvaise presse parmi les enseignants, pour qui la noblesse de l'art consiste à conduire les enfants à la découverte de lois ou de notions. Pour beaucoup d'entre eux, ce qui est compris est acquis. Sans doute, pareil adage peut-il s'appliquer aux connaissances déclaratives. En revanche, il n'est pas valide en ce qui concerne les connaissances procédurales ; celles-ci demandent de l'exercice ou, mieux, de l'automatisation. Or, si, comme le suggèrent Brown, Collins et Duguid (1989), ainsi que Resnick et Klopfer (1989) ou, avant eux, Dewey (1963), on privilégie les apprentissages en situation, on court le risque de privilégier les connaissances procédurales au détriment des connaissances déclaratives. On devine d'emblée la question d'ordre général qui est sous-jacente à ces interrogations : si, avec la psychologie cognitive contemporaine, on

accepte de distinguer les traitements contrôlés qui reposent sur l'interprétation de connaissances déclaratives et les traitements automatisés qui supposent la mobilisation de connaissances procédurales, il convient d'examiner quelle place réserver aux uns et aux autres. La question est d'importance. Elle demande assurément qu'on en saisisse parfaitement les enjeux, et, donc, que l'on cerne clairement les avantages et les inconvénients de chaque mode d'interaction avec notre environnement.

Il est désormais acquis qu'il faut distinguer deux mémoires : l'une appelée *mémoire à long terme* (MLT) et l'autre baptisée *mémoire à court terme* ou, mieux, *mémoire de travail*. Si la première est l'instance de conservation des apprentissages antérieurs, la seconde constitue le centre de traitement de toute information nouvelle venant de l'environnement. Plus précisément encore, c'est au niveau de la mémoire de travail que s'opère l'assimilation des *inputs* venant de l'extérieur. C'est aussi là que s'effectue l'intégration des *inputs* extérieurs dans la structure des connaissances antérieures. C'est aussi à la mémoire de travail qu'il appartient de récupérer les connaissances stockées dans la MLT pour mobiliser le générateur de réponses dans le sens souhaité. Bref, c'est au niveau de la mémoire de travail que sont traitées les informations filtrées par les récepteurs sensoriels et celles récupérées dans la mémoire à long terme en fonction des exigences de la tâche, ou plus exactement de la représentation que le sujet se fait de la tâche. C'est encore de cette instance que partent les consignes qui vont activer le générateur de réponses.

Ce centre de traitement comporte deux limites importantes : l'une est liée à la durée de disponibilité des informations en mémoire de travail ; l'autre concerne le nombre d'informations qu'elle peut gérer simultanément. Selon Murdock (1961), Peterson et Peterson (1959), les unités d'information ne sont accessibles qu'une dizaine de secondes, puis disparaissent du champ de la conscience si le sujet ne les rappelle pas d'une façon ou d'une autre. Autrement dit, si le sujet ne mobilise pas sans cesse une unité d'information, celle-ci n'est plus disponible dans la mémoire de travail. Par ailleurs, dans une recherche désormais classique, Miller (1956) a démontré que la mémoire de travail ne peut contenir que 7 (+/- 2) unités d'information. On imagine que celle-ci peut facilement être engorgée.

Comment éviter la surcharge d'information au niveau de la mémoire de travail ? À cette question, la recherche apporte deux réponses :

La mémoire de travail peut traiter des unités d'information d'ampleur fort différente. Ainsi, en contexte d'enseignement de la lecture, un espace du centre de traitement peut être occupé par une lettre, une syllabe, un mot, une phrase ou même un paragraphe. Dans d'autres contextes, cela peut être un concept ou un réseau de concepts. Autrement dit, la mémoire de travail traite les unités d'information dans l'état de structuration dans lequel elles sont stockées dans la MLT. On devine d'emblée l'utilité de disposer d'une bonne organisation des connaissances : les connaissances dont dispose un sujet occuperont d'autant moins de place dans la mémoire de travail que celles-ci sont fortement structurées.

Il est possible que la MLT commande directement le générateur de réponses. Cela ne se produit cependant que si, et seulement si, les connaissances sont totalement automatisées. Dans les autres cas, les informations stockées en MLT doivent transiter par la mémoire de travail. L'automatisation des procédures présente des avantages importants au niveau du fonctionnement cognitif d'un apprenant et de tout individu qui s'efforce de résoudre un problème : plus un sujet dispose de procédures automatisées, plus il peut activer des éléments de réponse sans charger la mémoire de travail.

Organisation des connaissances et automatisation des procédures constituent — pense-t-on aujourd'hui — les deux traits distinctifs majeurs de l'expertise cognitive. L'avantage est donc aux traitements automatisés par rapport aux traitements contrôlés, ce que résume clairement le tableau suivant emprunté à Gaonach et Passerault (1995, p. 61) :

TABLEAU 1. Mise en parallèle des traitements contrôlés et automatisés

Les traitements contrôlés	Les traitements automatisés
sont lents, coûteux : leur mise en œuvre suppose un effort de la part du sujet	sont rapides, peu coûteux
et inhibiteurs des autres traitements : leur activation gêne la mise en œuvre d'autres traitements ; il n'y a donc pas de fonctionnement parallèle possible.	et non inhibiteurs des autres traitements : leur mise en œuvre est indépendante des limitations des ressources cognitives ; le traitement parallèle est donc possible.
Il est possible d'exercer un contrôle sur la mise en œuvre de ces processus, c'est-à-dire d'éviter volontairement leur activation.	Ces processus sont irrépessibles : il n'est pas possible de ne pas les exécuter lorsque les conditions externes de leur déclenchement sont remplies.

Ce tableau synoptique laisse toutefois apparaître la faille des traitements automatisés : réalisés avec un minimum de conscience, ils peuvent déboucher sur des erreurs plus ou moins systématiques. Les recherches menées sur la maîtrise et l'utilisation des algorithmes de calcul sont éclairantes à ce sujet. Elles indiquent notamment que les erreurs systématiques rencontrées dans les opérations sont principalement dues à une sorte de mobilisation aveugle des traitements automatisés : tout se passe comme si les enfants résolvaient les opérations sans exercer sur leurs procédures ou leurs résultats un quelconque contrôle sémantique. C'est dans ce contexte qu'il faut comprendre les interrogations de Fayol (1989) sur la place de l'entraînement aux habiletés élémentaires dans la construction des compétences mathématiques de base. Pour lui :

Il est clair que l'accroissement de la vitesse et de l'exactitude des réponses, objectif que vise cet entraînement, peut être particulièrement important pour certains types d'activités ; notamment parce que, notre capacité de traitement étant limitée, toute attention consacrée aux procédures les plus élémentaires rend moins disponible pour la gestion des activités de plus haut niveau. La question essentielle est non pas de savoir si l'entraînement aux automa-

tismes est nécessaire — la réponse étant clairement « oui » —, mais de déterminer la (ou les) meilleure méthode pour amener le sujet à des connaissances exactes et rapidement mobilisables. Or, personne n'a jusqu'alors réussi à résoudre ce problème de manière complètement satisfaisante (p. 197).

Dans le même ouvrage, le même auteur propose une piste à explorer :

À chaque fois que l'on s'efforce de « monter » un mécanisme sans permettre au sujet d'exercer un contrôle sémantique sur les opérations qu'il effectue, on court le risque de l'amener à commettre des erreurs systématiques et, pire, à renforcer des liaisons associatives erronées. De ce point de vue, il semble donc essentiel [...] que l'apprentissage ait lieu dans un contexte significatif même si, ultérieurement, l'entraînement aux automatismes doit s'effectuer (p. 146).

Comment susciter des apprentissages significatifs ?

On connaît la réponse de Piaget à cette question. Pour lui, un objet n'a de signification qu'en vertu des schèmes d'assimilation que lui applique le sujet. Ainsi, dans son ouvrage *Les liaisons analytiques et synthétiques dans les comportements du sujet* (1957), il écrit : « Au sens large, la signification d'un objet pour un sujet dans une situation donnée est l'union ou l'intersection ou la structure des schèmes des actions qui sont appliquées à cet objet dans cette situation » (p. 50). Une définition qu'il complète dans l'étude d'épistémologie génétique suivante (*La lecture de l'expérience*, 1958) : « Assimiler un objet à un schème revient donc à conférer à cet objet une ou plusieurs significations, et c'est cette attribution de significations qui comporte alors, même lorsqu'elle a lieu par constatation, un système plus ou moins complexe d'inférences » (p. 59). Une idée qu'il avait déjà développée en 1957 dans *Épistémologie génétique et recherche psychologique*, où il écrivait : « La signification du résultat de la suite des actions ne dépend effectivement que du sens de ces actions elles-mêmes [...] ou de leurs coordinations, et non pas des propriétés des objets » (p. 33).

C'est une réponse analogue qu'a fournie, bien plus tard, la psychologie cognitive. Selon Marr (1982, 1985), l'attribution d'une signification dépend, d'une part, de la nature des stimuli présentés et, d'autre part, des connaissances antérieures de l'apprenant. D'une manière générale, pour l'approche piagétienne comme pour le cognitivisme contemporain, un stimulus doit pouvoir être interprété par le sujet en fonction de ses connaissances antérieures, sinon il reste sans signification.

Il importe dès lors de se demander avec quelle fréquence les élèves peuvent donner du sens aux activités éducatives qui leur sont proposées, et aussi : quels sont les effets de situation d'enseignement où l'enfant ne peut appliquer ses schèmes d'assimilation ?

Par rapport à la première question, on sait que, d'une manière générale, l'homme éprouve bien des difficultés à identifier, à accepter et à prévoir les façons de réagir différentes des siennes propres. Plus spécifiquement, l'histoire des idées montre que la conception moderne de l'enfant — celle d'un être qui a son mode de

pensée bien à lui — ne s'est guère développée avant le ^{xx}^e siècle. Auparavant, on considérait l'enfant comme un adulte en réduction. Seule la quantité de connaissances maîtrisées les différenciait. On doit à Piaget d'avoir montré que la façon dont l'enfant raisonne se distingue souvent de celle de l'adulte. On peut, toutefois, craindre que la leçon du savant suisse n'ait pas encore été reçue au point d'infléchir les pratiques d'enseignement. Plus précisément, on peut craindre qu'aujourd'hui encore les enseignants surestiment les connaissances ou les capacités cognitives de leurs élèves et planifient des activités qui placent ces derniers dans une situation inconfortable.

Aux yeux de nombreux pédagogues (Kamii et Devries, 1978 ; Kohlberg et Mayer, 1972, etc.), on enseigne trop souvent en ignorant les connaissances que l'enfant a spontanément construites. L'exemple le plus évident est l'enseignement de la lecture. On commence souvent par faire identifier une lettre à l'enfant, on y associe un son, puis on l'invite à s'exercer à calligraphier cette lettre. Lorsque l'apprentissage de la première lettre est réalisé, on passe à une seconde lettre, et ainsi de suite. Un tel enseignement postule que l'enfant ne sait rien de l'écrit. Pourtant, pendant ses six premières années, l'enfant de nos sociétés alphabétisées a de multiples occasions d'être en contact avec l'écrit : les illustrés qui lui sont consacrés comportent des commentaires, ses parents et son institutrice lui ont lu des histoires, il a pu voir ses aînés écrire, etc. À travers une multitude d'expériences, l'enfant a pu se forger des idées de ce qu'est l'écrit.

Quelles idées ? C'est la question que s'est posée Ferreiro (1978). Utilisant la méthode d'exploration critique chère à Piaget, elle a pu mettre en évidence que tous les enfants de cinq ans distinguent clairement le dessin de la représentation écrite. Tous sont convaincus qu'il y a une correspondance entre ce qui est dit et ce qui est écrit. Ils pensent d'abord que seuls les éléments de réalité mentionnés dans la phrase prononcée sont écrits. Ainsi, de la phrase : « Jean joue avec une balle », on écrirait seulement « Jean » et « balle ». Plus tard, les mêmes enfants aboutissent à l'idée que les actions doivent aussi être écrites. En réalité, les enfants éprouvent surtout des difficultés à expliquer les blancs. Certains pensent que ce qui est écrit entre deux blancs correspond à une unité de sens (Jean/joue/balle), d'autres se demandent s'il ne s'agit pas d'une unité de syllabation.

À la suite de la recherche de Ferreiro, on est conduit à se demander quelles représentations finales les élèves se donnent de l'acte de lire après avoir subi un enseignement qui n'épouse nullement les contours de leurs connaissances initiales de l'écrit. Plus généralement, il importe de s'interroger sur les risques que l'on court en enseignant sans se soucier des savoirs spontanés des enfants. Autrement dit, que se passe-t-il dans la tête de l'enfant quand l'enseignant explique une idée trop complexe pour son entendement ou — deuxième situation — quand l'enseignant introduit une démarche cognitive qui n'est pas compatible avec ses modes de pensée ?

Pour Furth et Wachs (1974), la réponse est évidente : l'enfant perd confiance en ses moyens intellectuels, il apprend à se méfier des conclusions auxquelles le conduisent ses raisonnements et finit par se persuader qu'il vaut mieux s'abstenir d'avoir des idées personnelles. Dans la lignée des travaux de Giordan et De Vecchi

(1987), on peut formuler une hypothèse moins pessimiste — du moins, en apparence : l'enfant construit des savoirs au contact des choses et apprend d'emblée à s'en servir pour résoudre les problèmes quotidiens. En classe, il apprendrait à mettre ses idées personnelles en veilleuse et s'attacherait à mémoriser le savoir qui lui est enseigné sans chercher à le connecter à ses connaissances antérieures. Par conséquent, le savoir scolaire deviendrait un savoir parallèle dont la validité est indiscutable puisqu'il vient des adultes et que ceux-ci en exigent la maîtrise. Il deviendrait également un savoir qu'il faut utiliser pour réussir les épreuves d'évaluation scolaire. En revanche, l'élève ne saurait comment se servir de ce savoir à part dans d'autres circonstances puisqu'il lui a été enseigné de façon décontextualisée et au mépris de ses savoirs antérieurs. Bref, à côté de savoirs personnels enracinés dans l'action, il stockerait des connaissances scolaires inertes, inutilisables lorsqu'il s'agit de résoudre des problèmes.

Cet état de fait ne provient-il pas de ce que l'école se donne pour tâche de remplir un vide ? Elle ne réussit dès lors qu'à juxtaposer un savoir « formel » à un savoir pratique, alors qu'il conviendrait de transformer un savoir encore flou et peu articulé en un savoir mieux explicité et plus cohérent. C'est cette idée même que soutient Papert (1981) lorsqu'il déplore que l'école organise ce qu'il appelle des « apprentissages dissociés » alors qu'il conviendrait de promouvoir des « apprentissages syntones », c'est-à-dire qui tiennent compte des processus de pensée des enfants. Plus fondamentalement, il nous semble important de renouer avec les concepts d'assimilation et d'accommodation. Comme le notait dès 1966, et avec à propos, Hatwell, « il y a assimilation chaque fois que l'individu incorpore à ses cadres personnels le donné de l'expérience » (p. 128). Mais le processus d'assimilation ne s'arrête pas à l'attribution d'un sens aux situations ; il comporte une dynamique propre à générer la construction de connaissances, car toute assimilation réussie se prolonge naturellement en répétitions (l'assimilation reproductrice) qui assure la fixation et, en quelque sorte, l'automatisation du schème utilisé avec succès. En effet, « la tendance du schème étant de se reproduire, il incorpore à lui tout objet susceptible de faire office d'excitant » (Piaget, 1970, p. 35). L'assimilation est alors qualifiée de généralisatrice. Cette propriété est particulièrement « féconde puisqu'elle conduit à élargir le domaine d'un schème donné et par là même à élargir la classe des objets pouvant lui être assimilés » (Hatwell, 1966, p. 127-136). C'est l'échec d'une assimilation qui conduit aux ajustements accommodateurs, lesquels, comme le souligne encore Hatwell, « ne surviennent que grâce à une initiative du sujet supposant de sa part un effort » (1966, p. 127-136) et la création de conduites ou de connaissances nouvelles. Greffés sur la tendance naturelle à l'assimilation, ces acquis se trouvent d'emblée insérés dans le fonctionnement du sujet : ils participent aux échanges qu'il entretient avec son milieu et même contribuent à réaliser de nouvelles conquêtes. C'est une caractéristique essentielle du processus constructif que toute forme nouvelle de connaissance devienne un instrument d'assimilation, c'est-à-dire qu'elle soit d'abord l'objet de répétition, ensuite source de généralisation et de nouveaux progrès.

Les concepts d'assimilation-accommodation sont d'une importance primordiale pour le pédagogue qui y trouve détaillées les diverses facettes du processus constructif qu'il doit stimuler. Pour l'essentiel, sa tâche se ramène, d'un point de vue constructiviste, à susciter le fonctionnement assimilateur des enfants, ainsi que sa transformation. En termes courants, cela revient à énoncer trois principes d'ordre didactique, qui complètent ceux qu'on a formulés ci-dessus :

Principe 3. Au moment d'aborder un nouvel apprentissage, l'enseignant doit veiller à ce que les élèves mobilisent leurs connaissances antérieures pour interpréter la situation nouvelle qui leur est présentée.

Principe 4. Dans un deuxième temps, il convient qu'il s'assure que les élèves aient l'occasion de reproduire l'expérience nouvelle qu'ils viennent de réaliser et de procéder à un nombre de répétitions tel que l'acquis réalisé se stabilise et s'automatise.

Principe 5. Dans un troisième temps, l'enseignant se souciera de ce que les élèves puissent utiliser leur nouveau pouvoir dans de nouvelles situations, légèrement différentes du contexte de départ¹⁰.

Des chercheurs comme De Corte et Verschaffel (1985), Fayol (1989) ou Mayer (1981, 1985) font, dans le domaine des problèmes arithmétiques, une recommandation conforme à ce dernier principe lorsqu'ils soulignent combien il importe que les enseignants confrontent leurs élèves avec toute la diversité des catégories de problèmes possibles. Une suggestion qui s'impose au vu de deux résultats de recherche :

- De Corte et Verschaffel (1985) ont montré, au départ d'un échantillon de classes primaires de la Communauté flamande de Belgique, que certaines catégories de problèmes sont plus souvent présentées aux élèves que d'autres. Ainsi, ils n'ont recensé aucun problème de type *combinaison* (voir ci-dessus).
- Mayer (1981, 1985) a montré que les types de problèmes les plus rares dans les livres, ou parmi les exemples fournis dans les cahiers d'élèves, sont aussi les plus mal réussis.

On pourrait résumer ces constats en affirmant que, lorsque l'usage des opérations arithmétiques a été trop strictement circonscrit à certains types de problèmes, et ce en raison du caractère trop peu diversifié des occasions d'apprentissage présentées aux élèves, le risque est grand que ces derniers ne soient en mesure de résoudre qu'une petite variété de problèmes.

Conceptualiser ses savoir-faire pour les décontextualiser

C'est le processus d'assimilation-accommodation qu'a retrouvé Lawler (1981) en observant quotidiennement comment sa fille Myriam a reconstruit, en milieu non scolaire, l'addition. Mais il constate également que celle-ci est ou non capable de résoudre la même opération selon qu'elle porte sur de la monnaie ou sur un support abstrait. Plus généralement, pour le chercheur américain, le fonctionnement

cognitif de sa fille suggère l'existence de *micro-worlds* ou d'*îlots de connaissances* dont la mobilisation dépend de conditions très spécifiques.

Cette observation n'est pas en soi exceptionnelle. Comme cela a été rappelé tout au long de la discussion précédente du concept de structure d'ensemble, de nombreux chercheurs ont constaté qu'un enfant peut mobiliser un raisonnement de type opératoire dans une première situation et ne pas le faire dans une situation en principe similaire. L'intérêt des observations de Lawler (1981) réside dans le fait qu'on ne peut imputer cette parcellisation du savoir au caractère artificiel de l'enseignement. Autrement dit, il convient de reconnaître que, tout en s'assurant autant que faire se peut de ce que les élèves réalisent des apprentissages significatifs, ceux-ci ne réussiront pas à construire une architecture de connaissances qui transcendent les situations, et, par voie de conséquence, l'enseignant restera immanquablement confronté à la décontextualisation des compétences.

Ce problème de la décontextualisation des connaissances a été très justement posé par Fayol (1989) dans le domaine des apprentissages mathématiques. Il écrit : « La question la plus essentielle est [...] celle du passage de réussites locales non coordonnées et liées à des paramètres divers à une compréhension généralisée et nécessairement plus abstraite » (p. 195). Pour ce chercheur français, et pour nous, la solution est à chercher dans la foulée du modèle théorique proposé par Klahr (1984). Au fur et à mesure des expériences successives, le sujet constituerait un stock de compétences ou, plus précisément, de connaissances déclaratives et procédurales, chacune appropriée à une classe de situations. De façon spontanée ou sollicitée, il pourrait se livrer à des analyses et à des réflexions à partir des régularités constatées. Klahr parle de *to ruminate about the efficacy of its own processing*. Le sujet procéderait, en fait, à ce que J. Piaget appelait des abstractions réfléchissantes¹¹, lesquelles le conduiraient à construire une organisation des connaissances de plus en plus générale et abstraite.

L'apport empirique et conceptuel du courant constructiviste nous semble en ce domaine particulièrement opportun. Il faut, en effet, souligner qu'un enseignement centré sur la résolution de problèmes donne la priorité à la réussite par rapport à la compréhension.

Les rapports entre l'action (ou, plus largement, les réussites face à des situations problématiques) et la connaissance sont au centre de la théorie de Piaget. Celui-ci a notamment consacré deux ouvrages à cette question : *La prise de conscience* (1974a) et *Réussir et comprendre* (1974b). C'est dans ce dernier ouvrage que l'on trouve l'exposé le plus clair des thèses piagétienues. Dans la conclusion, il rappelle l'hypothèse principale défendue au travers des multiples expériences menées avec des enfants d'âges divers : « L'action constitue une connaissance (un "savoir faire") autonome, dont la conceptualisation ne s'effectue que par prises de conscience ultérieures » (p. 232). Dans le même ouvrage, Piaget constate le retard systématique du *comprendre sur le réussir*.

Plus fondamentalement, il est clair, pour Piaget, qu'une action intelligente ne suppose pas nécessairement une conscience des régulations et anticipations mises en œuvre par les sujets. Bien plus, la prise de conscience des coordinations internes

aux actions complexes ne correspond que très rarement à une simple explicitation. Dans la majorité des cas, il y a conceptualisation, c'est-à-dire reconstruction sur un autre plan des connexions maîtrisées sur le plan de l'action. Plus précisément encore, comprendre c'est construire une architecture de concepts telle que ce qui est observé au niveau de l'action paraisse nécessaire. Pour atteindre ce niveau explicatif où les constats empiriques se déduisent d'affirmations prises comme prémisses, il faut construire un modèle où les liens de causalité manipulés sur le plan de l'action sont traduits en implications logiques. « Comprendre, écrit Piaget, consiste à dégager la raison des choses, tandis que réussir ne revient qu'à les utiliser avec succès » (p. 242).

Dans *L'équilibration des structures cognitives*, que l'on peut probablement considérer comme l'un de ses ouvrages de synthèse les plus achevés, Piaget (1975) distingue trois formes d'équilibration. La première est celle qui a été évoquée ci-dessus et qui procède du rapport dialectique qui s'installe nécessairement entre l'assimilation et l'accommodation. La seconde correspond à la coordination de schèmes différents portant sur la même réalité. La troisième, enfin, suppose que le sujet s'attache à construire une représentation générale d'un domaine de connaissance et soit perturbé par un cas particulier ou une connaissance locale qui ne s'emboîte pas dans l'architecture générale. On a, sans doute, donné trop d'importance à la première forme d'équilibration et trop souvent oublié le caractère nécessaire et profondément intégrateur des deux autres formes. Aujourd'hui, elles apparaissent comme des hypothèses prometteuses pour tenter de comprendre comment les élèves procèdent pour construire des champs de connaissances de plus en plus coordonnés et intégrés. Sur le plan strictement didactique, elles pourraient inspirer des expériences visant à amener les élèves à réfléchir sur la nature des connaissances qu'ils mobilisent pour résoudre des problèmes qui leur apparaissent différents et, le cas échéant, découvrir leur structure commune. Bref, les élèves ne pourraient disposer d'une architecture de connaissances qui transcendent les situations qu'au prix d'un important travail d'abstraction réfléchissante appliqué à leurs savoirs locaux. Le rôle de l'enseignant en ce domaine est probablement crucial. Ici, comme pour les savoirs locaux, il lui incombe de ne pas oublier que c'est aux élèves qu'il appartient de construire cette architecture.

On débouche ainsi sur un dernier principe à portée didactique :

Principe 6. En une phase ultérieure de l'apprentissage, l'enseignant s'attachera à amener les élèves à analyser leurs façons de procéder face à des situations problématiques diverses et ce de manière à identifier des invariants c'est-à-dire des éléments théoriques communs à diverses façons de faire, etc. Il incitera les élèves à respecter une norme de cohérence lorsqu'ils s'efforcent de théoriser leurs pratiques de la résolution de problèmes.

Les principes didactiques proposés ici invitent à renouer avec l'essentiel de la théorie de Piaget, le constructivisme. Ils n'ont d'autre ambition que d'amener les élèves à fonctionner dans un contexte où les connaissances constituent des outils en construction. Il leur appartient de les affiner, de les réajuster, de les coordonner et aussi de les méditer pour leur donner une conceptualisation plus abstraite, c'est-à-

dire décontextualisée. La référence à Piaget ne valide pas de façon définitive ces principes qu'il convient de considérer comme des pistes d'exploration. Il faut espérer que, à l'avenir, on pourra concevoir de véritables expérimentations pédagogiques afin d'étudier avec rigueur les modalités d'enseignement susceptibles d'encourager les élèves à construire des savoirs vivaces qu'ils activent pour comprendre le monde qui les entoure, et qu'ils réajustent puis conceptualisent en fonction des déséquilibres qu'ils rencontrent.

Notes

1. Pour un bilan des recherches en didactique, on consultera l'ouvrage de Johsua et Dupin (1993).
2. C'est ce phénomène que décrit l'expression « goulot d'étranglement von Neumann ».
3. Les esprits férus d'épistémologie auront reconnu dans ce rappel un processus fréquent dans l'histoire des sciences — certaines idées sont découvertes, puis oubliées, avant d'être redécouvertes une nouvelle fois par une autre voie —, mais ils éprouveront bien des difficultés à taire leur inquiétude et leurs interrogations : combien de tentatives pédagogiques se sont fourvoyées dans le cul-de-sac rationaliste que constitue l'idée qu'il est possible de développer des compétences transversales ? Pourquoi le message issu de la théorie constructiviste a-t-il été ignoré à ce point ? Ces mêmes esprits s'inquiéteront du sort qui sera réservé à l'apport de Glaser. Car, si ce chercheur américain rend toute sa légitimité au développement des connaissances spécifiques, il inscrit ce processus dans une perspective fonctionnelle qui risque d'être étouffé par le formalisme intellectuel qui règne traditionnellement dans les écoles.
4. Pour un approfondissement de cette question, on consultera l'article de Lautrey (1985).
5. Un tel assouplissement de la théorie est également ressenti comme nécessaire par ceux qui se sont engagés dans la voie des études interculturelles et s'efforcent de combiner leur option constructiviste avec le souci de découvrir les variations culturelles des modes de connaissance. Dans cette perspective, il devient légitime et pertinent de s'attacher à mettre en évidence ce que Dasen (1973) appelle « *la relativité des structures opératoires* ».
6. Dans son ouvrage posthume écrit avec García, Piaget (1983) s'attache — ce qui est significatif — à montrer qu'il est possible d'atteindre un même point d'arrivée à partir de chemins différents (p. 28–29). Dans un ouvrage préalable avec le même García, Piaget (1971) convient que ce n'est qu'à l'occasion que l'enfant peut « s'intéresser à sérier pour sérier, à classer pour classer ». Il rappelle que « la fonction générale des opérations est d'agir sur le réel en l'enrichissant de cadres et de structures permettant son assimilation » ou sa compréhension. En effet, « la structure en jeu (dans un problème donné) est une forme, et comme telle construite par l'activité du sujet pour structurer un contenu donné » (p. 20–26). Transposé au niveau pédagogique, cela est une mise en garde contre l'apprentissage de notions ou de structures mathématiques en dehors de tout contexte fonctionnel. Pour Piaget, les structures logico-mathématiques se différencient progressivement des contenus qui les supportent. Elles n'ont d'existence psychologique propre que lorsque le sujet a atteint, pour un champ de connaissance déterminé, le stade formel.

7. Dans son article *Stades et différences*, Lautrey (1985) décrit les différentes étapes de la pensée de Piaget concernant cette question des stades et du concept de structure d'ensemble.
8. Soulignons au passage combien les positions de Gagné se sont transformées entre 1977 (date où paraît *The conditions of learning*) et 1985 (quand paraît *The essential of learning for instruction*). On pourrait, d'ailleurs, en dire de même de Glaser. L'un et l'autre ont, en fait, abandonner leurs positions behavioristes pour adopter un point de vue cognitiviste.
9. Les auteurs avertis de l'évolution des théories psychologiques auront remarqué que nous combinons les références à l'œuvre de Piaget et les apports du cognitivisme contemporain. Cela peut surprendre alors qu'il est à la mode d'opposer ces deux ensembles théoriques. Tout en nous gardant d'un éclectisme sauvage, nous pensons plus profitable d'essayer d'articuler ces deux courants de recherches. Le premier s'est surtout attelé à comprendre le processus de construction des connaissances, et cela dans une perspective épistémologique ; le second se soucie davantage de l'utilisation des connaissances.
10. Glaser (1986) débouche sur des propositions similaires à ces trois principes au terme de son examen des apports récents de la psychologie cognitive américaine à l'éducation.
11. Selon Piaget lui-même (1961), l'abstraction réfléchissante « consiste à tirer d'un système d'actions ou d'opérations de niveau inférieur certains caractères dont elle assure la réflexion (au sens quasi physique du terme) sur des actions ou opérations de niveau supérieur, car il n'est possible de prendre conscience des processus d'une construction antérieure qu'au moyen d'une reconstruction sur un nouveau plan » (p. 203). Ou encore, « l'abstraction réfléchissante procède par reconstructions qui dépassent, en les intégrant, les constructions antérieures » (p. 203).

Références bibliographiques

- Andler, D. 1987. *L'intelligence artificielle*. Paris, Le Seuil, p. 8, 11, 12.
- Anderson, J. R. 1983. *The architecture of cognition* [L'architecture de la cognition]. Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press.
- . 1985. *Cognitive psychology and its implications* [La psychologie cognitive et ses implications]. 2^e éd. New York, Freeman.
- Andre, T. 1986. *Problem solving and education* [Solution de problèmes et éducation]. San Diego, Californie, Academic Press.
- Apostel, L. et al. 1957. *Les liaisons analytiques et synthétiques dans les comportements du sujet*. Paris, Presses universitaires de France. (Études d'épistémologie génétique, IV.)
- Barnes, D. 1976. *From communication to curriculum* [De la communication au programme d'enseignement]. Harmondsworth, Penguin.
- Beauchamp, G. A. 1957. *Planning the elementary school curriculum* [Planifier le programme de l'école élémentaire]. Boston, Allyn et Bacon.
- Best, J. B. 1986. *Cognitive psychology* [La psychologie cognitive]. New York, New York, West.
- Beth, E. W. ; Mays, W. ; Piaget, J. 1957. *Épistémologie génétique et recherche psychologique*. Paris, Presses universitaires de France. (Études d'épistémologie génétique, I.)

- Beth, E. ; Piaget, J. 1961. *Épistémologie mathématique et psychologie : essai sur les relations entre la logique formelle et la pensée réelle*. Paris, Presses universitaires de France. (Études d'épistémologie génétique, XIV.)
- Biber, J. ; Shapiro, E. ; Wickens, D. 1971. *Promoting cognitive growth : a developmental interaction point of view* [Promouvoir la croissance cognitive : point de vue relatif à l'interaction touchant le développement]. Washington, D.C., National Association for the Education of Young Children.
- Bideaud, J. 1988. *Logique et bricolage chez l'enfant*. Lille, Presses universitaires de Lille.
- Bloom, B. S. ; Hastings, J. T. ; Madaus, G. F. 1971. *Handbook on formative and summative evaluation of student learning* [Précis d'évaluation formative et sommative de l'apprentissage de l'élève]. New York, McGraw-Hill.
- Bransford, J. D. et al. 1986. « Teaching thinking and problem solving : research foundations » [Enseigner la pensée et la solution de problèmes : bases de la recherche]. *American psychologist* (Washington, D.C.), vol. 41, p. 1978-1987.
- Brown, J. S. ; Collins, A. ; Duguid, P. 1989. « Situated cognition and the culture of learning » [La cognition située et la culture de l'apprentissage]. *Educational researcher*, vol. 18, p. 32-42.
- Chi, M. T. H. ; Lesgold, R. ; Glaser, R. 1985. « Problem-solving ability » [Capacité à résoudre les problèmes]. Dans : Sternberg, R. J. (dir. publ.). *Human abilities : an information processing approach* [Les capacités humaines : approche au traitement de l'information]. New York, Freeman, vol. 1, p. 7-76.
- Chipman, S. F. ; Segal, J. W. ; Glaser, R. (dir. publ.). 1985. *Thinking and learning skills : current research and open questions* [Techniques de pensée et d'apprentissage : recherche actuelle et questions à résoudre]. Hillsdale, New Jersey, Erlbaum.
- Closset, J.-L. 1983. *Le raisonnement séquentiel en électrocinétique*. Paris, Université Paris-VII. (Thèse de doctorat non publiée.)
- Communauté française de Belgique. Ministère de l'éducation. 1994. *Les socles de compétences dans l'enseignement fondamental et au premier degré de l'enseignement secondaire*. Bruxelles, p. 97.
- Coquin-Viennot, D. ; Gaonach, D. 1995. « Psychologie et didactique : les notions fondamentales ». Dans : Gaonach, D. ; Golder, C. (dir. publ.). *Profession enseignant : manuel de psychologie pour l'enseignant*. Paris, Hachette, p. 292-311.
- Covington, M. V. et al. 1974. *The productive thinking program : a course in learning to think* [Programme pour la pensée productive : cours pour apprendre à penser]. Columbus, Ohio, Charles E. Merrill.
- Crahay, M. 1982. « Piaget et la pédagogie : une confrontation difficile, mais prometteuse ». *Éducation, tribune libre* (Liège, Belgique), n° 188, p. 27-39.
- . 1987. « Logo, un environnement propice à la pensée procédurale ». *Revue française de pédagogie* (Paris, Institut national de recherche pédagogique), n° 80, p. 37-56.
- . 1990. « Les différences individuelles dans le développement cognitif de l'enfant ». *Revue critique de l'ouvrage de M. Reuchlin, Les différences individuelles dans le développement cognitif de l'enfant. Psychologica belgica* (Louvain, Belgique), n° 127, p. 45-46.
- Crahay, M. ; Delhaxhe, A. 1983. « Une analyse hiérarchique de la coordination des déplacements chez des enfants préopérateurs ». *Cahiers de psychologie cognitive* (Marseille, France), vol. 3, n° 4, p. 419-440.

- _____. 1989. « La compréhension du fonctionnement de la balance : une analyse hiérarchique ». *European journal of psychology of education* (Lisbonne, Portugal), vol. IV, p. 3.
- Dasen, P. 1973. « Biologie ou culture ? La psychologie interethnique d'un point de vue piagétien ». *Revue canadienne de psychologie* (Old Chelsea, Province du Québec), vol. 14, n° 2, p. 163-164.
- De Bono, E. 1985. « The Cort thinking program » [Le programme de pensée Cort]. Dans : Segal, J. W. ; Chipman, S. F. ; Glaser, R. (dir. publ.). *Thinking and learning skills : relating instruction to basic research* [Techniques de pensée et d'apprentissage : comment associer l'instruction à la recherche fondamentale], vol. 1. Hillsdale, New Jersey, Erlbaum.
- De Corte, E. ; Verschaffel, L. 1985. « Working with simple word problems in early mathematics instruction » [Travailler avec de simples problèmes de mots pendant les premières leçons de mathématiques]. Dans : Streefland, L. (dir. publ.). *Proceedings of the ninth international conference for the psychology of mathematics education*. Utrecht, Pays-Bas, State University of Utrecht.
- Delhaxhe, A. ; Godenir, A. 1990. « Comment les enfants de cinq ans traitent-ils les problèmes de comparaison de différences numériques ? ». *Psychologie et psychométrie* (Bruxelles), vol. 11, n° 3, p. 5-15.
- Dewey, J. 1963. *Experience and education* [Expérience et éducation]. New York, Collier Books. (1^{re} éd. Kappa Delta Phi, 1938.)
- Duckworth, E. 1972. *The loving of wonderful ideas* [L'amour des idées merveilleuses] (Cambridge, Massachusetts), Harvard Educational Review, 42.
- Durkheim, E. 1990. *L'évolution pédagogique en France*. Paris, Presses universitaires de France.
- Fayol, M. 1989. *L'enfant et le nombre : actualités pédagogiques et psychologiques*. Paris, Delachaux et Niestlé.
- Ferreiro, E. 1978. « What is written in a written sentence : a developmental answer ? » [Qu'est-ce qui est écrit dans une phrase écrite : réponse fondamentale ?]. *Journal of education* (Boston, Boston University), vol. 160, p. 4.
- Feuerstein, R. et al. 1980. *Instrumental enrichment : an intervention program for cognitive modifiability* [Enrichissement clef : programme d'intervention pour la modifiabilité cognitive]. Baltimore, Maryland, University Park Press.
- Fisher, K. W. 1980. « A theory of cognitive development : the control and construction of hierarchies of skills » [Théorie du développement cognitif : la maîtrise et la construction des hiérarchies de compétences]. *Psychological review* (Boston, Massachusetts), n° 87, p. 477-531.
- Flavell, J. H. 1982. « Structures, stages and sequences in cognitive development ». Dans : Collins, W. A. (dir. publ.). *The concept of development* [Le concept de développement]. The Minnesota symposium on child psychology, vol. 15, Hillsdale, New Jersey, Laurence Erlbaum Associates Publishers.
- _____. 1985. « Développement métacognitif ». Dans : Bideau, J. ; Richelle, M. (dir. publ.). *Psychologie développementale : problèmes et réalités*. Bruxelles, Mardaga, p. 29-42.
- Furth, M. G. ; Wachs, H. 1974. *Thinking goes to school : Piaget's theory and practice* [La pensée va à l'école : théorie et pratique de Jean Piaget]. Londres, Oxford University Press.
- Gagné, E. D. 1985. *The cognitive psychology of school learning* [La psychologie cognitive de l'apprentissage scolaire]. Boston, Little, Brown and Company.

- Gagné, R. M. 1977. *The conditions of learning* [Les conditions de l'apprentissage]. 3^e éd. New York, Holt, Rinehart et Winston.
- . 1985. *The essential of learning for instruction* [L'essentiel de l'apprentissage pour l'instruction]. Hinsdale, Illinois, Dryden.
- Gaonach, D. ; Passerault, J. M. 1995. « La psychologie cognitive ». Dans : Gaonach, D. ; Golder, C. *Profession enseignant : manuel de psychologie pour l'enseignement*. Paris, Hachette, p. 50-87.
- Garanderie, A. de la. 1982. *Pédagogie des moyens d'apprendre*. Paris, Le Centurion.
- . 1984. *Le dialogue pédagogique avec l'élève*. Paris, Le Centurion.
- Giordan, A. ; De Vecchi, G. 1987. *Les origines du savoir : des conceptions des apprenants aux concepts scientifiques*. Lausanne, Delachaux et Niestlé.
- Glaser, R. 1986. « Enseigner comment penser ». Dans : Crahay, M. M. ; Lafontaine, D. (dir. publ.). *L'art et la science de l'enseignement*. Bruxelles, Labor.
- Glover, J. A. *et al.* 1990. *Cognitive psychology for teachers* [La psychologie cognitive à l'usage des enseignants]. New York, MacMillan.
- Harwell, Y. 1966. « À propos des notions d'assimilation et d'accommodation dans les processus cognitifs ». *Psychologie et épistémologie génétique : thèmes piagétiens*. Paris, Dunod.
- Hudson, T. 1983. « Correspondence and numerical differences between disjoint sets » [Correspondance et différences numériques entre ensembles disjoints]. *Child development* (Chicago, Illinois), n° 54, p. 84-90.
- James, W. 1912. *Talks to teachers on psychology : and to students on some of life's ideals* [Exposés aux enseignants sur la psychologie : et aux élèves sur quelques idéaux de la vie]. New York, Holt.
- Johnsua, S. ; Dupin, J. J. 1993. *Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques*. Paris, Presses universitaires de France.
- Jonckheere, A. ; Mandelbrot, B. ; Piaget, J. 1958. *La lecture de l'expérience*. Paris, Presses universitaires de France. (Études d'épistémologie génétique, V.)
- Kamii, C. ; Devries, R. 1978. « La théorie de Piaget et l'éducation préscolaire ». *Les cahiers de la Section des sciences de l'éducation* (Genève, Suisse), n° 1, p. 1-59
- Kaufman, B. A. 1976. *Will the real Jean Piaget stand up : a critique of the Piaget-based curricula* [Le vrai Jean Piaget veut-il se lever : critique des programmes basés sur Piaget]. Urbana, Illinois, University of Illinois.
- . 1978. « Piaget, Marx and the political ideology of schooling » [Piaget, Marx et l'idéologie politique de l'école]. *Curriculum studies* (Wallingford, Royaume-Uni), vol. 10, n° 1, p. 19-47.
- Klahr, D. 1984. « Transmission processes in quantitative development » [Les processus de la transmission dans le développement quantitatif]. Dans : Sternberg, R. G. (dir. publ.). *Mechanisms of cognitive development* [Les mécanismes du développement cognitif]. New York, Freeman.
- Kohlberg, L. ; Mayer, R. 1972. « The development as the aim of education » [Le développement, objectif de l'éducation]. *Harvard educational review* (Cambridge, Massachusetts), vol. 42, p. 449-498.
- Lautrey, J. 1985. « Stades et différences ». Dans : Bideaud, J. ; Richelle, M. (dir. publ.). *Psychologie développementale : problèmes et réalités*. Bruxelles, Mardaga, p. 299-316.

- Lavatelli, C. 1970. *Teacher's guide to accompany early childhood curriculum : a Piaget program* [Le guide de l'enseignant pour accompagner le programme d'étude de la petite enfance : programme piagétien]. Boston, American Science and Engineering.
- Lawler, R. W. 1981. « The cognitive construction of mind » [La construction cognitive de l'esprit]. *Cognitive science* (Norwood, New Jersey), vol. 5, p. 1-30.
- Lefebvre-Pinard, M. 1980. « Existe-t-il des changements cognitifs chez l'adulte ? ». *Revue québécoise de psychologie* (Québec), vol. 1, n° 2, p. 60-84.
- Lindsay, P. H. ; Norman, D. A. 1980. *Traitement de l'information et comportement humain : une introduction à la psychologie*. Montréal, Vigot.
- Lipman, M. ; Sharp, A. M. ; Oscanyan, F. S. 1979. *Philosophical inquiry : instructional manual to accompany Harry Stottlemeier's discovery* [Enquête philosophique : manuel d'instruction pour accompagner la découverte de Harry Stottlemeier]. 2^e éd. Philadelphie, Temple University Press.
- Marr, D. 1982. *Vision*. San Francisco, Freeman.
- Marzano, R. J. et al. 1988. *Dimensions of thinking : a framework for curriculum and instruction* [Dimensions de la pensée : cadre pour le programme d'enseignement et pour l'instruction]. Alexandria, Virginie, Association for Supervision and Curriculum Development.
- Mayer, R. E. 1981. « Frequency norms and structural analysis of algebra story problems into family categories and templates » [Analyse quantitative et structurale des problèmes d'algèbre : catégories et prototypes]. *International science*, n° 10, p. 135-225.
- . 1985. « Mathematics ability » [L'aptitude aux mathématiques]. Dans : R. J. Stemberg (dir. publ.). *Human abilities*. New York, Freeman.
- Miller, G. A. 1956. « The magical number seven, plus or minus two : some limits on our capacity for processing information » [Le nombre magique sept, plus ou moins deux : quelques limites à notre capacité de traiter l'information]. *Psychological review* (Washington, D.C.), n° 63, p. 81-97.
- Minsky, M. ; Papert, S. 1974. *Artificial intelligence* [L'intelligence artificielle]. Eugene, Oregon, Oregon State System of Higher Education.
- Montangero, J. ; Maurice-Naville, D. 1995. *Piaget ou l'intelligence en marche*. Bruxelles, Mardaga. 232 p.
- Murdock, B. B. 1961. « The retention of individual items » [La rétention d'éléments individuels]. *Journal of experimental psychology* (Washington, D.C.), vol. 62, p. 618-625.
- Newell, A. 1980. « One final word ». Dans : Tuma, D. ; Reif, F. (dir. publ.). *Problem solving and education : issues in teaching and research* [Résolution de problèmes et l'éducation : enjeux pour l'enseignement et la recherche]. Hillsdale, New Jersey, Erlbaum, p. 175-179.
- Newell, A. ; Simon, H. A. 1972. *Human problem solving* [Comment les êtres humains résolvent les problèmes]. Englewoord Cliffs, New Jersey, Prentice-Hall.
- Papert, S. 1972. « Teaching children to be mathematicians versus teaching about mathematics » [Enseigner aux enfants à devenir mathématiciens ou les entretenir des mathématiques ?]. *International journal of mathematical education in science and technology* (Basingstoke, Royaume-Uni), n° 3, p. 249-262.
- . 1981. *Jaillissement de l'esprit : ordinateurs et apprentissage*. Paris, Flammarion.
- Paulus, J. 1965. *Les fondements théoriques et méthodologiques de la psychologie*. Bruxelles, Dessart, p. 116.

- Peterson, L. R. ; Peterson, M. J. 1959. « Short-term retention of individual verbal items » [Rétention à court terme d'éléments verbaux individuels]. *Journal of experimental psychology* (New York), n° 58, p. 193-198.
- Piaget, J. 1957a. *Épistémologie génétique et recherche psychologique*. Paris, Presses universitaires de France, p. 33.
- . 1957b. *Les liaisons analytiques et synthétiques dans les comportements du sujet*. Paris, Presses universitaires de France. (Études d'épistémologie génétique, IV.)
- . 1958. *La lecture de l'expérience*. Paris, Presses universitaires de France. (Études d'épistémologie génétique, V.)
- . 1970. *L'épistémologie génétique*. Paris, Presses universitaires de France. (« Que sais-je ? », n° 1399.)
- . 1972. « Les praxies chez l'enfant ». *Problèmes de psychologie génétique*. Paris, Denoël Gonthier.
- . 1972. « Les stades du développement intellectuel de l'enfant et de l'adolescent ». *Problèmes de psychologie génétique*. Paris, Denoël Gonthier.
- . 1974a. *La prise de conscience*. Paris, Presses universitaires de France.
- . 1974b. *Réussir et comprendre*. Paris, Presses universitaires de France.
- . 1975. *L'équilibre des structures cognitives*. Paris, Presses universitaires de France.
- ; Garcia, R. 1971. *Les explications causales*. Paris, Presses universitaires de France.
- ; Garcia, R. 1983. *Psychogenèse et histoire des sciences*. Paris, Flammarion, p. 28-29.
- Preiswerk, R. 1976. « J. Piaget et l'étude des relations interculturelles ». *Revue européenne des sciences sociales* (Genève, Suisse), vol. XIV, n° 38-39, p. 495-511.
- Recht, D. R. ; Leslie, L. 1988. « Effect of prior knowledge on good and poor readers' memory of text » [L'effet de la connaissance antérieure sur la mémoire des textes chez les bons et les mauvais lecteurs]. *Journal of educational psychology* (Pittsburg, Pennsylvanie), n° 80, p. 16-20.
- Resnick, L. B. ; Ford, W. W. 1981. *The psychology of mathematics for instruction* [La psychologie des mathématiques pour l'enseignement]. Hillsdale, New Jersey, Erlbaum.
- ; Klopfer, L. E. 1989. « Toward the thinking curriculum : an overview » [Vers le programme conçu pour la pensée : vue d'ensemble]. Dans : Resnick, L. B. ; Klopfer, L. E. (dir. publ.). *Toward the thinking curriculum : current cognitive research* [Vers le programme conçu pour la pensée : recherche cognitive actuelle]. Alexandria, Virginie, Association for Supervision and Curriculum Development, p. 1-19.
- Reuchlin, M. 1985. « Développement et différenciation ». Dans : Bideaud, J. ; Richelle, M. (dir. publ.). *Psychologie développementale : problèmes et réalités*. Bruxelles, Mardaga, p. 283-298.
- Rieben, L. ; Ribaupierre, A. de ; Lautrey, J. 1983. *Le développement opératoire de l'enfant entre 6 et 12 ans : élaboration d'un instrument d'évaluation*. Paris, Éditions du Centre national de la recherche scientifique.
- Riegel, K. F. 1976. « The dialectics of human development » [La dialectique du développement humain]. *American psychologists*, vol. 1, n° 2, p. 680-700.
- Riley, M. S. ; Greeno, J. G. ; Heller, J. I. 1983. « Development of children's problem-solving ability in arithmetics » [Développement de la capacité des enfants à résoudre des problèmes en mathématiques]. Dans : Ginsburg, H. P. (dir. publ.). *The development of mathematical thinking* [Le développement de la pensée mathématique]. New York, Academic Press.
- Rubinstein, M. F. 1979. *Patterns of problem solving* [Types de solutions de problèmes]. Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice Hall.

- Ryle, G. 1949. *The concept of mind* [Le concept de l'esprit]. Londres, Hutchinson.
- Tardif, J. 1992. *Pour un enseignement stratégique*. Québec, Logiques, p. 231.
- Vergnaud, G. 1977. « Remarques finales ». Dans : « Piaget et le marxisme : sur la théorie opératoire ». *Cahier du Centre d'études et de recherches marxistes*, Paris, p. 105-112.
- _____. 1983. *L'enfant, la mathématique et la réalité*. Berne, P. Lang.
- Viennot, L. 1979. *Le raisonnement spontané en dynamique élémentaire*, Paris, Herman.
- Voss, J. F. 1989. « Problem solving and the educational process » [Solution de problèmes et processus éducatif]. Dans : Lesgold, A. ; Glaser, R. (dir. publ.). *Foundations for a psychology of education* [Bases pour une psychologie de l'éducation]. Hillsdale, New Jersey, Lawrence Erlbaum Associates, p. 251-295.
- Whimbey, A. ; Lockhead, J. 1980. *Problem solving and comprehension : a short course in analytical reasoning* [Solution de problèmes et compréhension : cours succinct sur le raisonnement analytique]. 2^e éd. Philadelphie, Franklin Institute Press.
- Whitehead, A. N. 1929. *The aims of education* [Les finalités de l'éducation]. New York, Macmillan.
- Wickelgren, W. A. 1974. *How to solve problems : elements of a theory of problem and problems solving* [Comment résoudre les problèmes : une théorie du problème et de la solution de problèmes]. San Francisco, Freeman.
- Wickens, D. 1976. « La théorie de Piaget : modèle de système ouvert d'enseignement ». Dans : Schwebel, M. ; Raph, J. *Piaget à l'école*. Paris, Denoël Gonthier, p. 161-178.

L'APPRENTISSAGE, MOTEUR DU DÉVELOPPEMENT

Ludmilla F. Oboukhova

Deux conceptions fondamentales de l'apprentissage et du développement s'opposent en psychologie, celle de Piaget et celle de Vygotski. Pour ce dernier, l'apprentissage précède le développement et l'entraîne. Suivant son hypothèse de la « zone de plus proche développement », le développement psychique se mesure non seulement à l'autonomie de l'activité de l'enfant, mais encore à ses possibilités de coopération avec l'adulte. Selon Piaget, l'apprentissage suit le développement intellectuel spontané de l'enfant et ne peut aboutir que dans la mesure où celui-ci en utilise les acquis. Pour préciser sa pensée, le psychologue fait une distinction entre deux acceptions de la notion d'apprentissage. Au sens large, l'apprentissage aurait ainsi pour but fondamental de contrôler le passage d'un stade du développement au suivant par une étude des mécanismes qui déterminent l'apparition d'un nouveau savoir. Selon les psychologues de l'école de Genève, l'expérience de l'apprentissage n'est pas importante seulement pour la psychologie génétique, elle permet aussi de résoudre certains problèmes difficiles de la théorie de la connaissance.

Ludmilla Filippovna Oboukhova (Fédération de Russie)

Docteur en psychologie, enseignante au Département de psychologie du développement de l'Université d'État de Moscou. Psychologie de l'enfant. A étudié le développement mental de l'enfant dans le cadre du concept historique culturel de Lev S. Vygotsky. Auteur des ouvrages suivants : *The stages of child thinking development* [Les étapes du développement de la pensée chez l'enfant] (Moscou, 1972) ; *Piagetian concept : pros and cons* [Le concept piagétien : le pour et le contre] (Moscou, 1981) ; en collaboration avec G. V. Burmenskaya et A. I. Podolsky, *Modern American developmental psychology* [La psychologie du développement américaine moderne] (Moscou, 1986) ; avec I. V. Shapovalenko, *Forms and functions of imitation in childhood* [Les formes et les fonctions de l'imitation dans l'enfance] ; avec S. M. Churbanova, *Divergent thinking development in childhood* [Le développement divergent de la pensée dans l'enfance] (Moscou, 1994) ; *Child psychology : paradigms, facts, problems* [La psychologie de l'enfant : paradigmes, faits et problèmes] (Moscou, 1995).

Les mécanismes de l'apprentissage

Dans le système de la psychologie génétique de Piaget, l'acquisition du principe de « conservation » (invariance, constance) marque une étape importante du développement intellectuel de l'enfant. Par conservation, il faut entendre qu'un objet ou un ensemble d'objets sont reconnus inchangés, dans leur composition ou n'importe quel autre paramètre physique, quelles que soient les modifications de leur forme ou de leur disposition extérieure, à condition toutefois qu'on n'ait rien ôté ni ajouté. Selon Piaget, l'acquisition du principe de conservation est le critère psychologique de l'apparition d'une caractéristique logique fondamentale de l'esprit, à savoir la réversibilité, qui atteste le passage de l'enfant à un niveau neuf de la pensée, celui des opérations concrètes. C'est aussi la condition nécessaire de la formation chez l'enfant des notions scientifiques. D'où l'intérêt d'analyser comment l'enfant réussit à comprendre la conservation, et ce sur quoi elle repose.

Des scientifiques de divers pays ont tenté de former chez l'enfant, d'âge préscolaire, la notion d'invariance (conservation) quantitative et la compréhension des relations logiques entre la partie et le tout.

Selon une hypothèse retenue par divers psychologues, et notamment par Smedslund, l'enfant peut acquérir la notion de conservation en voyant se répéter les confirmations extérieures. Comme on a pu le constater expérimentalement, la confirmation par le comptage ou le pesage et par l'appréciation favorable ou défavorable de l'expérimentateur amène petit à petit l'enfant à comparer mieux, et avec plus de précision, les grandeurs physiques, mais leurs relations logiques restent hors de sa portée. Avec un apprentissage de ce type, l'enfant n'acquiert que des connaissances empiriques, sans saisir de principe logique. Autre conclusion expérimentale, il apparaît que l'apprentissage fondé sur la méthode directe et la confirmation extérieure ou sur le simple entraînement ne peut donner un savoir authentique, même s'il n'est que trop répandu dans l'enseignement.

Les expériences menées par Morf pour apprendre à l'enfant à comprendre les relations d'inclusion de classes ont permis de vérifier l'hypothèse que les opérations logiques ont leur source dans la coordination des actions du sujet. Pour provoquer la formation d'une nouvelle structure logique, les expérimentateurs ont retenu comme exercice d'autres opérations déjà assimilées par les sujets et directement liées à la structure à acquérir. Effectivement, pareil entraînement favorise la compréhension des relations logiques et en accélère l'apparition. Cela dit, ces expériences ne montrent toujours pas clairement comment se déroule le passage des premières opérations aux autres, pourquoi les sujets ne réussissent pas tous les tests qui leur sont proposés, ni pourquoi ceux qui y parviennent n'en viennent pas totalement à bout.

Inhelder et ses collaborateurs ont vérifié l'hypothèse que la condition principale de la formation du principe logique de la conservation de la quantité est bien l'apparition d'une situation de conflit. L'enfant s'y trouve obligé de mettre lui-même en rapport les modifications de la forme extérieure de l'objet avec celle de sa dimension pour faire la différence entre le paramètre invariant de l'objet et son

paramètre variable non essentiel. Dans ce type d'apprentissage, ce qui est souligné, c'est le rôle de la situation, avec la contradiction qui y apparaît. Cette situation doit amener l'enfant à résoudre ladite contradiction et, en fin de compte, à passer au stade de pensée supérieur. Lors de ces expériences, les sujets n'ont pas tous réussi les tests proposés. Cela n'a rien d'étonnant, étant donné que, si l'on n'organise pas l'activité de l'enfant, il ne suffit pas de créer rationnellement une situation pour former un savoir logique authentique.

Autre hypothèse encore des psychologues de Genève (Perret-Clermont, notamment), le développement intellectuel de l'enfant ne saurait être envisagé dans un « vide social », c'est-à-dire qu'il faut replacer ce processus dans le contexte de l'interaction sociale. C'est précisément le conflit social et sa solution qui stimulent le développement des capacités cognitives de l'enfant. À un certain stade du développement, l'action collective de plusieurs enfants est subordonnée à la résolution de leurs antagonismes, et la résolution de ces conflits socio-cognitifs entraîne l'apparition de nouvelles structures intellectuelles. Selon cette interprétation, la formation des structures logiques est limitée, car on ne peut diriger le processus de développement qu'en mettant en marche d'autres structures prélogiques ou logiques (compétence intellectuelle minimale) qui ont été acquises spontanément auparavant.

Action et développement

Les faits observés au cours de l'acquisition progressive des opérations et notions intellectuelles (Galpérine) éclairent d'un jour nouveau le problème des rapports entre « l'apprentissage et le développement ». Pour notre part, nous étudions ces possibilités nouvelles à l'un des tournants les plus marqués du développement intellectuel de l'enfant, c'est-à-dire au moment du passage de la fin de l'âge préscolaire au début de l'âge scolaire.

Pour Galpérine comme pour Piaget, c'est l'action qui est à l'origine du développement de la pensée, mais ils l'entendent différemment.

Selon la théorie de Piaget, la pensée est un système d'opérations, et l'opération est une action qui a été transportée sur le plan intellectuel, qui s'est simplifiée, est devenue réversible et a été coordonnée avec les autres en un tout constituant un système. Piaget définit l'action d'après son niveau d'exécution (extérieur, intérieur), sa mobilité (irréversible, réversible) et son degré d'achèvement (elle peut être réduite, exécutée à l'aide de symboles, ou développée, réalisée à l'aide d'objets réels). Mais il ne dévoile ni le mécanisme psychologique de l'action ni sa structure psychologique. Il n'en souligne que les aspects physiques et logiques.

Galpérine, pour sa part, distingue dans chaque action concrète du sujet deux composantes fondamentales, l'orientation et l'exécution. L'action que l'enfant doit maîtriser constitue un processus objectif dont le contenu est donné d'avance, le modèle de l'action et de son produit est une représentation objective et le plan de cette action possède aussi une existence objective. Tels sont les trois éléments essentiels qui sous-tendent l'orientation de l'action et qui, donnés directement ou indi-

rectement, doivent y trouver leur expression, car elle est le mécanisme psychologique directeur de l'action. Et c'est naturellement de son contenu que dépendent le succès de l'action et sa qualité d'ensemble.

Ainsi, l'action du sujet se caractérise par une interaction complexe de l'orientation et de l'exécution, laquelle, à elle seule, ne suffit pas pour en rendre compte. Cette remarque vaut avant tout pour Piaget, qui n'envisage dans l'action que l'exécution — ou, plus exactement, l'aborde globalement, sans y distinguer le contenu psychologique du contenu concret. Dès lors, il ne voit pas d'autre interprétation possible du développement de l'action que sa conformité aux structures logiques formelles et n'élucide pas le mécanisme proprement psychologique de l'action.

Cette différence de conception concernant l'action en entraîne d'autres concernant la pensée et sa formation, ainsi que les étapes et les mécanismes de son développement.

Mesure et conservation

En analysant les moyens par lesquels des enfants d'âge préscolaire ont résolu des problèmes de conservation, nous en sommes venus à la conclusion que leurs réponses, caractéristiques, procèdent du fait que l'enfant distingue les différentes propriétés de l'objet mais ne les sépare pas, et qu'il porte sur lui un jugement « d'ensemble » en fonction d'un caractère dominant particulier. La raison en est que, par ailleurs, l'enfant n'a pas les moyens de passer d'une estimation directe des grandeurs à leur mesure et à leur estimation d'après des résultats. C'est pourquoi le calcul chez l'enfant ne remplit pas toujours ses fonctions. Après avoir compté les objets, l'enfant ne juge pas sur les résultats, et il oublie même le nombre s'il rencontre une image qui lui parle concrètement d'autre chose. La notion de mesure, qui se forme spontanément, n'est presque pas développée chez les enfants d'âge préscolaire. Or, la mesure est l'outil fondamental servant à établir l'invariance d'une grandeur déterminée lorsque la configuration extérieure se modifie.

La mesure, comme moyen de faire le départ entre les paramètres d'un objet et, à partir de l'un d'eux, d'en mettre l'invariance en évidence, doit être distinguée d'une autre catégorie de moyens, ceux qui permettent de noter et de fixer ce qui a été mesuré. Parce qu'ils sont liés à la mesure, ces repères renseignent sur elle, grâce à quoi l'enfant peut procéder à une comparaison prénumérique, mais déjà mathématique, des grandeurs. Nous sommes donc partis de l'hypothèse que, à l'aide des mesures et des repères qui le marquent, on peut apprendre à déterminer la grandeur d'un objet selon le paramètre qui lui est demandé, puis constater la conservation de la quantité dans les exercices de Piaget.

Pour vérifier cette hypothèse, nous avons procédé à une expérience avec quinze élèves (de cinq et six ans) d'une école maternelle en milieu rural. Par la suite, d'autres chercheurs ont à maintes reprises reconstitué la méthode par laquelle se forme la notion de conservation chez les enfants d'âge préscolaire.

L'expérience en question a révélé qu'aucun de ces enfants ne comprenait le principe de conservation ; dans leurs jugements, ils ne se référaient qu'aux caractères extérieurs des objets.

Les essais d'introduction de la mesure en même temps que les exercices de Piaget se sont soldés par un échec : l'enfant parvenait bien à effectuer la mesure, mais perdait la signification du résultat, étant guidé par son image directe. C'est, comme précédemment, d'après elle qu'il évaluait la grandeur, et son jugement restait immédiat et indifférencié.

Nous avons, par exemple, donné à un enfant deux bouteilles, à moitié remplies d'une eau légèrement teintée. À l'aide d'un petit verre, il devait mesurer la quantité d'eau dans chaque bouteille et s'apercevait qu'elle contenait quatre de ces mesures. L'enfant disait qu'il y avait « autant d'eau ». Puis l'expérimentateur bouchait une bouteille et la renversait. Le niveau de l'eau était plus haut dans cette bouteille que dans l'autre, cela sautait aux yeux. Malgré les mesures faites précédemment, l'enfant affirmait que la bouteille restée dans la position précédente contenait bien quatre verres, mais qu'il y en avait « sept » dans la bouteille renversée. Quand nous avons demandé à l'un des sujets pourquoi il pensait ainsi, il a répondu : « J'ai compté dans ma tête. » Il y a eu des cas où les enfants avaient procédé à des mesures et s'étaient bien souvenus que dans chacune des deux bouteilles on avait versé trois verres d'eau, mais ils ne parvenaient pas à reconnaître qu'il y avait une même quantité d'eau dans l'une et l'autre. Selon eux, il y avait autant de verres mais pas autant d'eau. On a fini par obtenir la bonne réponse de quelques enfants qui, en procédant à des mesures, ont compris que la quantité d'eau s'était conservée dans les bouteilles, mais on a eu le plus grand mal à maintenir leur attention fixée sur les résultats des mesures. Au moindre changement d'intonation de l'expérimentateur pour lui demander de justifier sa réponse, l'enfant changeait d'avis. Certes, il y a eu aussi des sujets qui, à la suite de nos explications, ont vite appris à se tourner vers les résultats des mesures et donné des réponses justes. Cela dit, dans ces cas-là, nous n'avons pu établir ni pourquoi ni comment le passage s'était fait.

À l'évidence, il fallait d'abord créer un nouveau mode de pensée médiate — sur le plan extérieur, puis sur le plan intérieur —, le renforcer et ensuite seulement le confronter à la réalité.

Pour apprendre aux enfants à comparer indirectement des grandeurs, il a fallu inventer des problèmes impossibles à résoudre autrement qu'à l'aide de mesures et de moyens auxiliaires. L'apprentissage de l'évaluation médiate de divers paramètres d'un objet s'est fait en trois temps.

On a commencé par l'acquisition de la capacité d'utiliser des repères en présentant à l'enfant des figurines collées sur des cartes dans un ordre aléatoire. Sur chaque carte, il y en avait deux, de type différent, et les enfants devaient dire lesquelles étaient les plus nombreuses. L'enfant ne pouvait pas disposer ces figurines côte à côte, car elles étaient collées. Il y avait beaucoup plus de figurines que l'enfant n'en pouvait compter. La seule façon de résoudre ce problème était de recourir à des repères, faciles à utiliser pour les enfants. L'expérimentateur donnait à chacun des jetons et des bâtonnets d'un jeu de patience. L'enfant posait par exemple

un bâtonnet sur chaque « renard » et un jeton sur chaque « canard ». Les bâtonnets lui faisaient alors penser aux « renards » et les jetons aux « canards ». Ensuite, l'expérimentateur lui présentait une fiche munie de deux fenêtres carrées et d'une longue rangée de double flèches. Dans la fenêtre du haut, il pouvait mettre le « canard » et dans celle du bas, le « renard ». Cela signifiait qu'il devait placer les jetons qui rappelaient les « canards » dans la rangée supérieure et les bâtonnets rappelant les « renards » dans la rangée inférieure. Après avoir établi entre eux une relation biunivoque, l'enfant pouvait répondre correctement à la question qui lui était posée.

La deuxième étape a consisté en l'apprentissage de l'aptitude à comparer deux objets à l'aide d'un troisième. On sait combien l'enfant aime à discuter lorsqu'il s'agit de comparer directement deux grandeurs, mais là, nous avons proposé un exercice où il était impossible de comparer directement les dimensions des figurines. Pour déterminer laquelle des deux figurines collées (deux clés, deux carottes, etc.) était la plus grande, il fallait utiliser un troisième objet — une bande de papier de couleur —, et nous avons montré à l'enfant comment s'y prendre. L'enfant devait découper dans cette bande une mesure correspondant exactement à la longueur de l'une des figurines, qu'il appliquait ensuite sur l'autre figurine pour voir si elle était plus grande ou plus petite que la première.

On n'a fait porter la comparaison que sur la caractéristique dominante, car il importait d'abord d'apprendre à l'enfant la technique de l'estimation médiata. Ce troisième élément isole le paramètre considéré et en indique la grandeur, mais il a le défaut d'apparaître lui-même comme un objet concret autonome, et non comme un instrument qui transforme la grandeur mesurée en quantité. Cette limitation fait de la comparaison à travers un troisième élément un cas particulier et non typique de mesure. C'est pourquoi l'étape suivante a été consacrée à apprendre à l'enfant à se servir d'une mesure claire et précise. Il devait cette fois comparer, par exemple, la longueur de deux lignes en forme d'« escalier » ou de « route » en se servant d'une petite bande de papier sur laquelle il notait la longueur mesurée à l'aide de repères.

Nous avons aussi proposé des exercices portant sur des volumes, des surfaces et des poids. Nous avons bien montré aux enfants comment s'y prendre. Il s'agissait, à l'aide d'un petit verre, de mesurer le grain contenu dans deux boîtes de dimensions différentes pour donner ensuite la plus grande aux oiseaux... Les sujets ont pesé sur une balance à fléau un gros crayon, puis un petit clou, et ont été étonnés de constater que des objets aussi différents par la taille avaient le même poids.

Après avoir appris aux enfants à se servir d'un instrument de mesure ou de moyens auxiliaires (repères) pour évaluer des dimensions et à toujours les utiliser dans les exercices, nous sommes passés à la distinction des différentes propriétés d'un objet et, là encore, à l'aide de la mesure. Nous avons donné à l'enfant des objets réels (deux baguettes, deux livres, du coton et un caillou, etc.) en lui demandant de déterminer dans quelles dimensions (longueur, largeur, hauteur, surface, poids) ces objets étaient semblables et dans lesquelles ils différaient.

Nous ne retiendrons ici, entre bien d'autres, qu'un exemple. Sujet : Natacha N. (cinq ans). Expérimentateur : « Qu'est-ce qui est le plus gros : le clou ou le crayon ? » Sujet : « Le clou est petit et le crayon est gros. Le clou est en fer et le crayon est comme un bâton. Le crayon est plus grand que le clou. » Exp. : « Avec quelle mesure peut-on mesurer la longueur du crayon ? » Le sujet la choisit et mesure d'abord la longueur du crayon, puis la longueur du clou. Exp. : « Qu'est-ce qui dans le crayon est plus grand que dans le clou ? » Sujet : « La longueur. » Exp. : « Ces objets ont une autre propriété. On peut la constater sur la balance. » Sujet : « Leur poids. » Elle mesure convenablement le poids du crayon et du clou à l'aide de pièces de monnaie semblables et fait des repères sur la fiche. Exp. : « En quoi le crayon est-il plus que le clou ? » Sujet : « En longueur. » Exp. : « Et maintenant en quoi le clou est-il plus que le crayon ? » Sujet : « En poids. » Pendant l'expérience, à la question qui leur avait été posée exprès sans précision : « Qu'est-ce qui est le plus ? », les enfants ont su donner la bonne réponse, en indiquant au regard de quels paramètres tel objet se distinguait de tel autre et de quels autres paramètres ils étaient semblables (égaux).

Grâce à ces opérations de mesure, les enfants se sont mis à distinguer facilement les divers paramètres des objets et à en estimer la dimension, non point globalement, mais d'après une propriété bien définie.

L'utilisation de la mesure et de moyens auxiliaires (repères) permet de présenter l'objet sous un aspect transformé. L'enfant a d'abord devant lui les objets tels qu'ils lui sont présentés au départ. L'application des mesures et des repères aboutit à la construction d'un nouveau modèle de relations entre ces objets, matérialisé par un rapport défini entre les repères. Cette représentation schématisée des relations essentielles entre les objets est la manifestation extérieure de ce qui par la suite sera le plan intérieur de raisonnement de l'enfant.

Le mode de raisonnement ainsi formé a été ensuite transféré aux exercices de Piaget (et exercices analogues) incluant les paramètres de longueur, de surface, d'intervalle, de poids et de volume. Dans les premiers exercices, on a pu observer un conflit entre l'opinion au jugé d'après l'impression et le raisonnement fondé sur la mesure. Il y a eu dédoublement d'une même impression : les enfants se sont rendu compte de ce qui n'était qu'apparence et de ce qui existait en fait. En dépit des questions « provocatrices » et déroutantes de l'expérimentateur, les sujets ont justifié leurs réponses en s'appuyant sur la mesure. Ils ont plus rarement invoqué la règle « on n'a rien ôté ni ajouté ». Ils ont aussi su justifier l'invariance de la quantité de matière à partir de la réversibilité — car ils avaient en quelque sorte touché du doigt la conservation expérimentalement.

Ainsi, par exemple, de Sacha M. (six ans). Expérimentateur : « J'ai versé du grain dans la bouteille. À ton avis, combien de mesures de grain contient-elle ? » Sujet : « Deux mesures. Je ne peux pas dire, je ne sais pas combien il y a de grain. Je n'ai pas mesuré. » Il mesure le grain d'une bouteille. « Dans cette bouteille, il y a quatre mesures de grain. » Il mesure le grain d'une autre bouteille. « Dans celle-ci aussi, il y a quatre mesures. Les bouteilles sont toutes pareilles. Il y a autant de grain dans les bouteilles. » L'expérimentateur retourne une des bouteilles. Sujet :

« Ici aussi, il y a quatre mesures de grain, et là encore. Il y a autant de grain dans toutes les bouteilles. » Exp. : « Pourquoi y avait-il quatre mesures de grain et en est-il resté quatre ? » Sujet : « Parce que l'on n'a pas enlevé de grain. » Exp. : « Où y a-t-il plus de grain ? » Sujet : « Il y en a partout autant. » Exp. : « Comment t'en es-tu aperçu ? » Sujet : « En mesurant. »

En proposant des exercices semblables à des élèves de la même classe de l'école maternelle mais qui n'avaient pas participé à notre expérience, nous avons obtenu des réponses « à la Piaget » typiques. En dehors de l'impression extérieure, ils n'avaient pas de critères de raisonnement. En situation expérimentale, le recours à la mesure restait pour les enfants une preuve d'invariance. Ce qui est intéressant, c'est que les enfants recouraient à la mesure même quand, par exemple, l'égalité de deux baguettes sautait aux yeux. De toute évidence, cette mesure permet à l'enfant d'isoler le paramètre pertinent, en l'occurrence la longueur des baguettes.

Autre exemple, Léna K. (six ans) prend les baguettes, les examine. « Celle-là, il faut la mesurer. » Elle en mesure la longueur. « La mesure est allée huit fois sur ce bâton. Elle y ira huit fois aussi sur ce bâton-là, parce que ces bâtons vont ensemble ; ils sont égaux. Si on en coupait un bout, ils seraient inégaux ; mais là, ils sont égaux. »

Il ressort de ces expériences que, dans les premiers exercices, l'enfant raisonnait d'ordinaire encore sur deux plans. D'abord, à la question « Où y en a-t-il le plus ? », il se comportait comme chez Piaget et, à la question « Comment savoir où il y en a le plus ? » (de longueur, de volume ou de surface), l'enfant disait qu'il fallait mesurer ces grandeurs puis, après les avoir mesurées, constatait l'invariance de la propriété en question et l'expliquait ensuite en disant : « Rien n'a changé, parce que nous n'avons rien ôté ni rien ajouté », ou « il y en a autant, parce que si on refaisait comme c'était, il y en aurait autant ».

Ce n'est pas nous qui avons appris ces arguments aux enfants ; ils les connaissaient déjà, mais, avant notre intervention, ces arguments perdaient soudain toute signification et toute force devant une image concrète et frappante qui semblait les contredire. Il a fallu, pour commencer, séparer les diverses propriétés des objets, puis préciser de quelle propriété il s'agissait dans l'exercice, établir ensuite dans les faits (par la mesure) l'invariance de cette propriété, après avoir présenté l'objet à la fois sous sa forme initiale et sous sa forme schématisée et transformée, et, pour finir, renforcer ce plan médiateur de raisonnement — après quoi seulement les arguments et les raisonnements de ce type ont pu acquérir stabilité et force psychologique face à l'image immédiate des choses et sont devenus un principe logique de la pensée chez les enfants. Par la suite, le nouveau plan médiateur est devenu le principal et, comme les enfants le disaient eux-mêmes, ce qui « a l'air » diffère de ce qui est « en réalité ». Or, nous savons maintenant sur quoi repose cette distinction : au début de notre enseignement, l'enfant abstrayait déjà de l'image qui lui était présentée les relations essentielles entre les objets et il les matérialisait à l'aide d'un schéma spatial. Ce second plan médiateur s'est vite imposé et il a supplanté le premier, non seulement dans le jugement mais encore dans la perception.

Au début, le déroulement des premiers exercices se situait sur le plan extérieur, bien matérialisé : les quantités mesurées avant et après la modification étaient notées à l'aide de repères, on déterminait la correspondance biunivoque des deux quantités et on en concluait à l'invariance de la grandeur de la propriété considérée. Par la suite, les opérations de mesure ont été réduites. Si, au départ, l'enfant avait eu à mesurer des paramètres *avant la modification* de la configuration de l'objet et *après*, il ne mesurait plus désormais ce paramètre qu'avant le changement pour donner ensuite une justification logique de son invariance, de sa conservation malgré diverses modifications de forme et de disposition subies par les objets. Plus tard, l'enfant pouvait même se dispenser de toute mesure : il lui suffisait d'établir au jugé la similitude des objets sous le rapport d'une propriété déterminée pour pouvoir ensuite affirmer, en s'appuyant sur la seule logique, qu'il y avait bien eu conservation de cette propriété.

Ce à quoi on a abouti en fin de compte correspond exactement à la situation des sujets soumis aux expériences de Piaget une fois qu'ils ont acquis le principe de conservation. Tous les exercices de conservation que nous avons expérimentés, et qui comprenaient de nombreux paramètres physiques (longueur, poids, volume, surface) et des objets différents, soit par la structure (grandeurs discrètes et continues) soit par la matière (boules de pâte à modeler, figurines de papier), ont été correctement exécutés par les enfants, qui ont toujours justifié leurs réponses.

Toutefois, comme tous ces exercices que nous avons proposés portaient sur la conservation de l'égalité, il aurait pu se faire que les enfants, s'apercevant tout simplement que la situation se répétait, se contentent de répondre machinalement, et souvent dans les mêmes termes. C'est pourquoi nous avons décidé de nous assurer que les enfants reconnaissaient bien la conservation d'inégalité. Pour cela, nous nous sommes servis d'exercices de conservation d'inégalité portant sur des quantités de liquide dans des récipients de même forme et sur les poids de deux boules de pâte à modeler. Chaque fois, la transformation a porté sur l'objet qui était légèrement plus petit que l'autre mais qui, en se modifiant, « grandissait » sous le rapport d'un paramètre extérieur très visible (hauteur de la colonne d'eau, longueur du boudin de pâte à modeler). Dans ces exercices, les sujets ont toujours justifié leurs réponses, montrant ainsi qu'ils comprenaient convenablement la situation.

Tel est le cas, par exemple, de Serioja S. (six ans). Expérimentateur : « Trouve la boule qui est la plus lourde. » Le sujet pose les boules sur les deux plateaux de la balance. « C'est celle-là. » À la demande de l'expérimentateur, il aplatit la boule la plus légère pour en faire une galette. Exp. : « Laquelle est la plus lourde, la boule ou la galette ? » Sujet : « La boule. Si on met la boule sur la balance, la boule va descendre et la galette monter. La galette, c'était une boule, et je l'ai mise sur la balance. Elle a baissé. J'ai mis l'autre boule, qui a baissé alors que l'autre remontait. La boule pèse plus lourd que la galette. » Il reprend la galette, la roule en boule et transforme cette boule en boudin. « La boule est plus lourde. Quand nous avons commencé à mesurer, c'est cette boule qui était plus lourde que l'autre. »

Nous avons également vérifié la stabilité et la solidité des notions acquises par les enfants. Pour cela, nous avons présenté de nouveaux exercices de conservation

un mois après l'apprentissage. Ils n'ont pas révélé le moindre signe d'oubli. Au contraire, nous avons observé que les enfants résolvaient avec plus d'aisance ces exercices, qu'ils disaient « faciles ».

En même temps, il convient de remarquer que le transfert du principe de conservation à de nouveaux exercices n'était limité ni par la matière ni par le paramètre indiqués dans la question. Nous n'avons observé ni retards ni « décalages » (pour reprendre un terme de Piaget) dans la formation de la notion de conservation. L'enfant répondait juste et sous une forme abrégée (selon la règle : « on n'a rien ôté ni ajouté ») dans les exercices de conservation de la longueur, du poids, du volume, de la masse, de la surface et de la quantité globale de grandeurs discrètes et continues.

Pensée médiate et pensée immédiate

L'attitude que nos sujets, d'une part, et les élèves de la même classe ne participant pas à l'expérience, d'autre part, ont manifestée devant ces exercices nous a permis d'observer l'apparition de deux modes fondamentaux de connaissance, le mode instrumental, médiat, et le mode immédiat. Les résultats de notre expérience permettent de penser que, à condition d'avoir poussé suffisamment loin le processus d'assimilation du nouveau savoir chez les enfants qui se trouvent en dernière année d'enseignement préscolaire, on peut déjà commencer à leur inculquer les éléments d'une approche authentiquement scientifique des phénomènes de la réalité. On peut organiser la formation de notions proprement scientifiques chez l'enfant en recourant judicieusement aux outils traditionnels dont l'homme s'est partout servi à travers les âges et qui se présentent à l'enfant dans la vie sociale (mesure, étalon, concept), ainsi qu'aux moyens auxiliaires (repères, correspondance biunivoque, comptage).

Comme notre expérience l'a montré, le sujet est amené, en agissant, à séparer dans l'image extérieure des choses l'apparence et les relations essentielles qu'elle dissimule. Cette distinction revêt une grande importance pour la formation du plan intérieur de la pensée. S'il devient possible de dégager les rapports essentiels inhérents à l'objet, c'est parce que l'action dispose d'un outil, mesure ou autres moyens auxiliaires. Pour Piaget, l'action tend à la manipulation d'objets, au cours de laquelle l'enfant se tourne vers l'action qu'il exécute et qui construit l'objet. Selon nous, l'essentiel c'est que l'enfant s'oriente dans sa propre action. L'action ne donne donc pas lieu immédiatement à une construction de la réalité, comme le pense Piaget, mais à une élucidation de la structure de la réalité, laquelle structure se trouve réfléchie dans la conscience de l'enfant.

Quand nous apprenons à l'enfant à dégager, à l'aide d'un critère objectif, les paramètres des choses, à les transformer en quantités mathématiques et à établir entre eux une relation biunivoque, sa conception initiale des choses s'en trouve modifiée. Il commence à faire la distinction entre l'apparence et ce qui existe réellement. Il franchit ainsi les limites de son expérience immédiate et voit s'ouvrir à lui la possibilité d'une première connaissance proprement scientifique du monde.

Le passage à la pensée opératoire

Comme les travaux de Piaget l'ont montré, la maîtrise du principe de conservation atteste que l'enfant est passé de la pensée préopératoire à la pensée opératoire. Nous avons formé chez nos sujets la notion de conservation de la quantité de plusieurs grandeurs physiques en appliquant la méthode de formation des opérations et notions intellectuelles, mise au point par Galpérine. Cette méthode permet de jeter un regard neuf sur le processus de développement intellectuel de l'enfant.

Il ressort de ces expériences que la pensée préopératoire et la pensée capable d'opérations concrètes ne sont pas deux stades d'une seule et même grande période du développement intellectuel de l'enfant, dans laquelle Piaget voit un processus ininterrompu de développement des structures opératoires de l'intelligence, mais bien deux types essentiellement différents de pensée. À nos yeux, le passage de l'une à l'autre chez l'enfant n'est pas une progression harmonieuse menant de la préparation à la réalisation des opérations concrètes (comme pour Piaget), c'est un saut qualitatif de la pensée préscientifique à la première pensée proprement scientifique.

Nos recherches nous permettent de formuler une hypothèse sur la nature de ce passage.

Sa première grande particularité, c'est le *changement d'attitude* de l'enfant par rapport aux choses. Au niveau préscientifique de la pensée, celui-ci porte un jugement immédiat, « égocentrique » sur les choses. Dans le cadre de notre expérience, nous avons appris aux enfants à évaluer les objets à l'aide de la mesure, qui sert à matérialiser une position objective vis-à-vis des choses. Si l'enfant accepte et utilise la mesure, il adopte *ipso facto* une attitude nouvelle pour juger les choses.

Le danger, c'est que la mesure ne soit pour l'enfant qu'un moyen technique, auquel cas le passage à une autre attitude peut très bien ne pas se faire. L'enfant ne fera que continuer à amasser des connaissances empiriques. La question reste ouverte de savoir comment la mesure, cessant d'être un moyen technique, se transforme pour l'enfant en critère objectif d'appréciation et lui donne ainsi un point de vue intellectuel neuf sur les choses. Cette transformation, nous l'avons suscitée en créant des conditions où l'enfant était obligé d'utiliser la mesure pour résoudre correctement un problème, où il ne pouvait agir autrement ni porter sur la situation le jugement immédiat qui lui est naturel. La nécessité l'a forcé à recourir à la mesure.

Le passage de l'attitude égocentrique à l'attitude objective, qui se traduit par le recours à la mesure, n'équivaut pas à ce que Piaget appelle décentration. Par la centration, le sujet isole dans l'objet les indices qui lui permettront de l'évaluer. Par une nouvelle centration, l'enfant passe à d'autres indices pour l'évaluation empirique des choses. C'est pourquoi pareille décentration n'entraîne pas toujours de changement d'attitude ni de modification de la représentation initiale du monde.

L'attitude intellectuelle est quelque chose de plus général et de plus essentiel que la centration et la décentration. C'est une position que le sujet occupe dans le système des êtres et des choses, dans la situation psychologique créée par le problème socialement significatif que le sujet cherche à résoudre. En même temps,

c'est un système de critères qui s'est constitué spontanément chez lui ou lui a été inculqué pour lui permettre d'analyser la situation. Il est loin d'être indifférent que ce soit empiriquement, de son propre point de vue subjectif, que l'enfant examine les critères possibles d'évaluation des phénomènes, ou que, dans une situation équivalente, il envisage les choses du point de vue des critères élaborés par la société. Dans le premier cas, il peut se faire que le passage d'un élément de la situation à un autre ne modifie pas l'image que l'enfant se faisait du monde. Dans le second, celle-ci subit une transformation qualitative.

Le deuxième effet, très important, qui caractérise le passage à la pensée scientifique est la modification de l'image du monde. D'ordinaire, les choses se présentent à l'enfant telles qu'elles se révèlent à sa perception immédiate. Et même s'il existe quelque chose derrière l'aspect extérieur de l'objet, cela reste pour lui mystérieux et obscur. Avant notre intervention, les sujets prenaient toujours l'apparence pour la réalité ; après, ils ont commencé à la distinguer de ce qui existait en fait.

Au cours de notre expérience, les enfants ont accédé à une représentation nouvelle des choses en recourant pour analyser l'objet à des mesures et en utilisant des repères pour les fixer. En prenant diverses mesures de l'objet, ils ont pu en dégager des propriétés particulières et diviser un tout dont ils avaient auparavant une représentation globale. En outre, par la mesure, chaque propriété a été quantifiée, ce qui leur a permis de procéder à des comparaisons précises des objets.

En travaillant ainsi, les enfants se sont eux-mêmes faits expérimentateurs pour établir ce qu'ils ignoraient auparavant. Le recours à la mesure a été pour eux une nouvelle méthode d'étude de leur milieu. Nous avons eu l'occasion d'observer un comportement qui, à première vue, peut sembler paradoxal. Les sujets se sont en effet mis à mesurer la longueur de deux baguettes même quand celles-ci étaient posées l'une à côté de l'autre et que l'on voyait bien qu'elles étaient de même longueur. Ce comportement est caractéristique des enfants qui n'ont pas encore appris à faire assez nettement la différence entre l'apparence et la réalité, et la mesure a facilité cette différenciation.

Le passage à la première représentation scientifique des choses n'est possible que chez l'enfant qui a acquis les nouveaux outils de la pensée qui sont les instruments intellectuels nécessaires à l'analyse et qui, en même temps qu'ils révèlent les aspects essentiels des choses, servent à étudier chaque cas concret. *La constitution d'un nouvel instrument intellectuel* est la troisième caractéristique de cette transition.

Dans le cadre de notre expérience, nous avons appris aux enfants à représenter la structure des propriétés essentielles de l'objet sous la forme d'un schéma spatial. Ce n'est qu'en appliquant à l'objet la mesure et ses moyens auxiliaires que l'on a pu créer un modèle nouveau de cet objet : sa structure a été détachée de l'image initiale, globale et indifférenciée, et ses relations essentielles matérialisées par des rapports déterminés entre les repères. Dans ce cas, l'enfant a eu simultanément sous les yeux l'aspect initial de l'objet et le schéma obtenu à la suite de sa transformation. Cette figuration schématisée des relations essentielles de l'objet a servi à donner une expression extérieure concrète à ce qui est devenu par la suite un nouvel instrument de la pensée pour faire les exercices de Piaget.

Certes, le schéma spatial de l'objet n'est pas encore, en soi, un outil intellectuel. Il n'en devient un que lorsque l'enfant le crée lui-même par l'action, en mesurant l'objet, et l'utilise pour analyser de nouveaux objets. Ce schéma sert à l'enfant à s'orienter dans les nouveaux objets et l'aide à en élucider la structure.

L'enfant ne réussit à faire les exercices de Piaget que dans la mesure où il s'organise pour s'orienter dans les choses. Nous ne nous sommes pas contentés de poser l'existence de cette orientation, nous l'avons construite. Selon nous, ce n'est pas le développement spontané des structures opératoires qui amène à la compréhension des choses, c'est, à l'inverse, cette compréhension que nous autres, adultes, savons organiser dans le processus d'apprentissage de l'enfant, qui conduit à la formation des opérations logiques.

Nous avons bâti notre expérience suivant la méthode de la formation systématique des opérations et des notions intellectuelles. Cette méthode nous a permis d'inculquer aux sujets un savoir nouveau, mais elle nous a en outre révélé autre chose, à savoir comment se constituent les éléments d'une pensée scientifique. Voilà pourquoi nous pouvons dire qu'elle ne sert pas seulement à la formation des connaissances, car, dans certaines conditions, c'est aussi une méthode d'étude du développement intellectuel, sur laquelle on peut bâtir un apprentissage qui soit le moteur du développement.

Références

- Galpérine, P. Ia. 1966. « Metod "srezov" ; metod poetapnogo formirovania v issledovanii detskogo myslenia » [La méthode des « coupes » et la méthode de formation graduelle dans l'étude de la pensée chez l'enfant]. *Voprosy psikhologii* (Moscou), n° 4, p. 128-134.
- . 1969. « K issledovaniiu intellektualnogo razvitiia rebeunka » [Étude du développement intellectuel de l'enfant]. *Voprosy psikhologii* (Moscou), n° 1, p. 15-26.
- . 1976. *Vvedenie v psikhologiu* [Introduction à la psychologie]. Moscou, Presses universitaires de Moscou.
- Inhelder, B. 1969. « Primenenie geneticeskogo metoda v eksperimentalnoj psikhologii » [Application de la méthode génétique en psychologie expérimentale]. Dans : *XVIII Mezdunarodnyj psihologiceskij kongres 4-11 avgusta 1966 goda*. Moskva [Actes du XVIII^e Congrès international de psychologie, Moscou, 4-11 août 1966]. Moscou, Nauka.
- ; Sinclair, H. ; Bovet, M. 1974. *Apprentissage et structures de la connaissance*. Paris, Presses universitaires de France.
- Morf, A. et al. 1959. « L'apprentissage des structures logiques concrètes (inclusion) : effets et limites ». Dans : A. Morf ; J. Smedslund ; V. Bang ; J. Wohlwill (dir. publ.). *Études d'épistémologie génétique*, vol. 9. Paris, Presses universitaires de France, p. 15-83.
- Oboukhova, L. F. 1972. *Etapy razvitiia detskogo myslenija* [Les étapes du développement de la pensée chez l'enfant]. Moscou, Presses universitaires de Moscou.
- . 1981. *Koncepcija J. Piaget : za i protiv* [Les conceptions de J. Piaget : le pour et le contre]. Moscou, Presses universitaires de Moscou.
- Perret-Clermont, A. N. 1986. *La construction de l'intelligence dans l'interaction sociale*. Paris, Lang.

- Piaget, J. 1966. « Kak deti obrazujut matematicheskie poniatija » [Comment les enfants organisent les concepts mathématiques]. Dans : *Voprosy psichologii* (Moscou), n° 4, p. 121-127.
- . 1969. *Izbrannyje psichologiceskie trudy* [Œuvres choisies de psychologie]. Moscou, Prosvescenie.
- . 1970. « Piaget's theory » [La théorie de Piaget]. Dans : Mussen, P. H. (dir. publ.). *Carmichael's manual of child psychology*. 3^e éd., vol. 1, New York, Wiley, p. 703-732.

LA THÉORIE DE PIAGET

ET L'ENSEIGNEMENT DE L'ARITHMÉTIQUE

Constance Kamii

Piaget a étudié scientifiquement la nature de la connaissance humaine et proposé une distinction fondamentale entre trois types de connaissance : la connaissance physique, la connaissance sociale (conventionnelle) et la connaissance logico-mathématique. Cette distinction nous permet de considérer l'arithmétique sous un angle nouveau et de l'enseigner très différemment de la méthode traditionnelle. Dans cet article¹, je préciserai d'abord la nature de la connaissance logico-mathématique, puis je montrerai, dans une première partie, qu'une théorie nouvelle sur l'origine et la construction des mathématiques ouvre des perspectives très différentes des approches traditionnelles tant en ce qui concerne les objectifs éducatifs que le travail en classe et la manière de concevoir l'évaluation. Dans une deuxième partie, j'expliquerai pourquoi, à mon avis, l'enseignement traditionnel est non seulement inutile, mais nuisible au développement du raisonnement numérique chez l'enfant.

La nature de la connaissance logico-mathématique

La distinction que fait Piaget (1932, 1967, 1971) entre les trois sortes de connaissance se fonde sur les sources premières et sur les mois de structuration. La *connaissance physique* est la connaissance des objets dans la réalité extérieure. La

Constance Kamii (États-Unis d'Amérique)

Après avoir étudié à la fin des années 60 et au cours des années 70 sous la direction de Jean Piaget, de Barbel Inhelder et de Hermina Sinclair, Constance Kamii a élaboré un programme d'enseignement préscolaire fondé sur la théorie piagétienne. Elle a ensuite étendu ses travaux à l'enseignement des mathématiques dans les trois premières années de l'enseignement primaire et s'occupe actuellement des quatrième et cinquième années. Elle a enseigné à l'Université de l'Illinois, à Chicago, et à l'Université de Genève ; elle est maintenant professeur de sciences de l'éducation à l'Université de l'Alabama, à Birmingham (États-Unis d'Amérique).

couleur et le poids d'un cube sont des exemples de propriétés physiques qui appartiennent à des objets faisant partie de la réalité extérieure et qui peuvent être connues empiriquement par l'observation.

Comme exemples de *connaissance sociale*, on peut mentionner les fêtes, telle que la fête des Mères, le langage écrit et oral, ou la règle qui veut qu'on dise « bonjour » dans certaines circonstances. Si la source première de la connaissance physique se trouve en partie dans les objets, celle de la connaissance sociale est en partie présente dans des conventions élaborées par les hommes. Je préciserai un peu plus loin la raison pour laquelle je dis « en partie ».

La *connaissance logico-mathématique* est constituée de relations créées par chaque individu et c'est le genre de connaissance le plus difficile à comprendre. Ainsi, lorsqu'on nous donne un cube rouge et un cube bleu et que nous pensons qu'ils sont *semblables*, l'idée de similitude est un exemple de connaissance logico-mathématique. Presque tout le monde pense que la similitude entre les deux cubes est observable, mais ce n'est pas exact. Les cubes eux-mêmes sont observables, mais s'il y a similitude entre eux, celle-ci n'est pas observable parce que la similitude n'existe ni *dans* le cube rouge ni *dans* le cube bleu. La similitude n'existe que pour quelqu'un qui met ces objets en relation. La source première de la connaissance logico-mathématique est donc dans l'esprit de chaque enfant. D'autres exemples de relations qu'un individu peut créer entre les mêmes cubes s'expriment par les phrases : *ils sont différents*, *ils ont le même poids* ou encore *ils sont deux*. Des connaissances mathématiques telles que $2 + 2 = 4$ et $3 \times 4 = 12$ sont construites par chaque enfant qui établit des relations à partir de relations précédemment créées.

On a dit plus haut que la source de la connaissance physique est seulement en partie dans les objets. La raison pour laquelle Piaget dit « en partie » est qu'une structure logico-mathématique ou une structure classifiante est nécessaire même pour reconnaître qu'un cube est un cube. Une classification est nécessaire aussi pour penser à la couleur d'un objet et pour reconnaître que cette couleur est du bleu. Sans classification, il serait impossible de construire une connaissance physique. Il en serait de même pour une connaissance sociale en l'absence d'un cadre logico-mathématique. Pour reconnaître qu'un mot est un « vilain mot », par exemple, il faut que l'enfant répartisse les mots en catégories, les « mots convenables » et les « vilains mots ».

LES RÉACTIONS DE JEUNES ENFANTS À UN EXERCICE SUR LES NOMBRES

La meilleure manière de préciser la nature de la connaissance logico-mathématique et, plus spécifiquement, le concept de nombre consiste à utiliser un exercice conçu par Inhelder et Piaget (1963). Au cours d'un entretien individuel, l'interrogateur prend deux verres identiques, en donne un à l'enfant et prend l'autre. Après avoir placé sur la table une quarantaine de perles (ou de haricots, de boutons, etc.), il demande à l'enfant de mettre une perle dans son verre chaque fois que lui-même en

met une dans le sien. Après l'introduction de cinq perles dans chacun des deux verres en parfait parallélisme, l'adulte dit : « Maintenant on s'arrête et tu vas regarder ce que je fais. » Il met seul une perle dans son verre, puis invite l'enfant à reprendre l'exercice. L'adulte et l'enfant mettent cinq perles de plus dans leurs verres respectifs, en parfait parallélisme, jusqu'à ce que le premier dise : « Arrêtons-nous. » Voici ce qui s'est passé jusqu'alors :

Adulte : 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1

Enfant : 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1

L'adulte demande alors : « Avons-nous tous les deux la même quantité de perles, ou bien est-ce que *toi* tu en as plus, ou au contraire est-ce *moi* qui en ai plus ? »

Les enfants de quatre ans répondent en général qu'il y a dans les deux verres la même quantité de perles. Si on leur demande comment ils savent qu'il y a la même quantité dans les deux verres, ils répondent : « Parce que je peux voir que nous en avons autant. » (Il arrive cependant qu'un enfant de cet âge réponde que c'est *lui* qui en a le plus et, si on lui demande comment il fait pour le savoir, il répond habituellement : « parce que ».)

L'adulte poursuit : « Tu te rappelles comment nous avons mis les perles dans les verres ? » Les enfants de quatre ans relatent en général correctement tous les faits empiriques, y compris le fait qu'à un moment donné seul l'adulte a mis une perle dans son verre. En d'autres termes, l'enfant de quatre ans se rappelle tous les faits empiriques, mais fonde son jugement d'égalité sur l'apparence empirique des deux quantités.

Toutefois, vers cinq ou six ans, la plupart des enfants issus de la classe moyenne déduisent logiquement que l'adulte a une perle de plus. Lorsqu'on demande à ces enfants comment ils savent que l'adulte en a une de plus, ils font exactement état des mêmes faits empiriques que les enfants de quatre ans. (Suivant leur milieu, les enfants se développent plus ou moins rapidement, mais ils aboutissent tous tôt ou tard à la conclusion que l'adulte a une perle de plus.)

Personne n'enseigne aux enfants de cinq ou six ans la manière de répondre correctement à ces questions. Pourtant, sur toute la surface du globe, les enfants arrivent à donner des réponses correctes en construisant des relations numériques grâce à leur capacité de réflexion. Cet exercice et les innombrables autres exercices mis au point par Piaget démontrent que les enfants construisent de l'intérieur le concept de nombre. Quand l'enfant devient capable d'établir des relations numériques, la correspondance fondée sur le parallélisme qu'on trouve dans l'exercice se transforme, la connaissance physique essentiellement empirique devenant une connaissance à la fois physique et logico-mathématique.

Objectifs pédagogiques, travail en classe et évaluation

Me fondant sur la théorie de Piaget relative à l'origine et à la nature du raisonnement numérique chez l'enfant, j'ai émis l'hypothèse qu'il devrait être possible à des enfants de créer leur propre arithmétique. Cette hypothèse s'est largement confirmée, comme on peut le voir dans Kamii (1985, 1989a, 1989b, 1990a, 1990b, 1994). Cette hypothèse continue en outre à se confirmer dans les classes de quatrième et cinquième année, où le calcul comprend les fractions, les décimales et les pourcentages. Je vais maintenant exposer les modalités selon lesquelles une théorie nouvelle entraîne des types différents d'objectifs pédagogiques, de travail en classe et de méthodes d'évaluation des résultats.

LES OBJECTIFS EN ARITHMÉTIQUE

Si les enfants élaborent les concepts de nombre et une connaissance logico-mathématique grâce à leur capacité de réflexion, les objectifs en arithmétique doivent être de les amener à inventer leurs propres méthodes pour la résolution des problèmes et à construire un réseau de relations numériques. Ces objectifs sont différents des objectifs traditionnels, qui sont d'obtenir des réponses correctes et d'écrire des symboles mathématiques. Ils sont différents aussi des objectifs consistant à faire intérioriser à l'enfant les « faits de l'addition », les « faits de la multiplication » et les règles de la « retenue », du « report », etc.

Le but traditionnel, qui est d'amener les enfants à intérioriser des « faits » comme ceux « de l'addition », relève de présupposés qui ne font pas la différence entre la connaissance logico-mathématique et la connaissance physique. Comme nous l'avons indiqué plus haut, s'il est vrai que les faits sont observables, ni les nombres ni les sommes ne le sont. C'est pourquoi les « faits de l'addition » sont quelque chose qui n'existe pas. Quant aux sommes, elles ne doivent pas être apprises comme *intériorisation* d'une connaissance extérieure ; elles doivent être *construites* par chaque enfant en partant de l'intérieur.

L'objectif traditionnel, qui consiste à faire intérioriser par les enfants des règles comme celle de la « retenue » ou du « report », provient d'une pensée empiriste qui ne fait pas la différence entre la connaissance logico-mathématique et la connaissance sociale (conventionnelle). Du point de vue de la connaissance logico-mathématique, peu importe si, lorsqu'il additionne 38 et 25, l'enfant commence par les unités ou par les dizaines. Or, presque tous les manuels donnent la règle conventionnelle selon laquelle il faut commencer par les unités. Comme nous allons le voir, lorsqu'on encourage l'enfant à penser par lui-même, il commence invariablement par ajouter les dizaines.

On a un exemple du réseau de relations numériques que nous voulons faire construire par les enfants lorsque les élèves de première année commencent à faire l'addition $5 + 6$ en raisonnant par déduction que si $5 + 5 = 10$, alors $5 + 6 = 10 + 1$. Beaucoup des élèves de première année peuvent répondre immédiatement à la

question $5 + 5$, mais, quand on leur demande $5 + 6$, ils répondent en faisant $5 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1$. Cela arrive en général lorsque les enfants n'ont pas construit un réseau de relations numériques qui leur permettent de penser à 6 comme l'équivalent de $5 + 1$, de $4 + 2$, de $3 + 3$, de $2 + 4$, de $1 + 5$, de $7 - 1$, de $8 - 2$, de $9 - 3$, de $10 - 4$, de 2×3 , ou encore de la moitié de 12, etc.

LE TRAVAIL EN CLASSE

Notre méthode ne fait appel à aucun manuel parce que les manuels utilisent des principes associationnistes-béhavioristes pour la maîtrise d'objectifs superficiels et étroits au moyen de la répétition et du renforcement d'éléments venus de l'extérieur. Au lieu de manuels, nous recourons à trois types d'activités : le raisonnement numérique dans la vie quotidienne, les jeux de groupe et les discussions sur la résolution de problèmes.

L'utilisation de situations de la vie quotidienne

Étant donné que les enfants construisent des concepts numériques grâce aux activités de la vie quotidienne dès la petite enfance, il s'ensuit que nous devrions utiliser les mêmes types de situations à l'école. Faire l'appel, voter, faire une collecte, distribuer les bulletins à rapporter à la maison et diviser la classe en petits groupes sont autant d'exemples de situations que l'enseignant peut utiliser pour inciter ses élèves à penser numériquement.

Les enfants s'intéressent à ce qui se passe dans des situations de la vie courante ; ils sont motivés à faire un effort de réflexion. On en a un exemple frappant dans la situation suivante : une mère a donné à l'instituteur d'une classe de deuxième année un chèque de 5 dollars 75 destiné à acheter un sucre d'orge pour chacun des élèves de la classe à l'occasion du huitième anniversaire de son fils. Les sucres d'orge coûtent 25 cents pièce et l'instituteur hésitait à donner comme exercice la division de 575 par 25 qui figure dans les manuels de quatrième année. Il a dit néanmoins à sa classe : « Il faut que je sache *tout de suite* s'il y a assez d'argent pour que chacun ait un sucre d'orge parce que ou bien il y en aura un pour chacun ou bien personne n'en aura. » La solution inventée par les élèves a été de compter les membres de la classe en disant : « Un-deux-trois-quatre, cela fait un dollar. Un-deux-trois-quatre (un autre groupe), cela fait deux dollars. Un-deux-trois-quatre (encore un autre groupe), cela fait trois dollars... » Et ils ont pu annoncer à leur instituteur qu'il y avait exactement la somme nécessaire pour que chacun ait un sucre d'orge.

Jeux de groupe

La répétition est nécessaire pour que les enfants apprennent les sommes et les produits, mais il y a une grande différence entre la répétition à travers des jeux et la répétition en ayant recours aux devoirs. Un exemple de jeu est une variante du « pouilleux »², où il faut essayer de faire un total de 10 avec deux cartes. Si les cartes utilisées vont de 1 à 9, les combinaisons possibles sont $9 + 1$, $8 + 2$, $7 + 3$, etc.

On utilisait traditionnellement des jeux pour récompenser les élèves qui avaient terminé leur travail, mais nous les utilisons comme plat principal.

Le premier avantage est que, dans les jeux, les enfants sont motivés et apprennent l'arithmétique de l'intérieur. Ils demandent souvent à jouer, mais ils ne demandent jamais à faire des devoirs. La grande majorité d'entre eux ne font leurs devoirs que parce que l'instituteur veut qu'ils les fassent.

Un autre avantage des jeux est que les élèves se contrôlent les uns les autres et que l'action en retour est immédiate. Par exemple, si l'un d'eux présente un 7 et un 4 dans la variante du « pouilleux » dont on vient de parler, il s'en trouvera sans doute un autre pour récuser cette combinaison. En revanche, lorsqu'il fait faire des devoirs, l'instituteur les corrige en général plus tard pour les rendre le lendemain. Or le lendemain l'enfant ne se rappelle plus ce qu'il a fait la veille et cela n'a plus d'intérêt pour lui !

En outre, l'attitude de l'instituteur en matière de devoirs n'est pas souhaitable parce qu'elle renforce la dépendance des enfants par rapport aux adultes. Nous voulons que les enfants apprennent à avoir confiance en leur aptitude à trouver une solution et à juger par eux-mêmes. Le fait d'être tributaire de l'omniscience de l'instituteur fait obstacle au développement de l'autonomie et de la confiance en soi de l'enfant.

La plupart des éducateurs, ainsi que le public, pensent que l'enseignement des mathématiques est une chose et que le développement sociomoral des enfants en est une autre toute différente. Or Piaget (1973) a montré que l'échange des points de vue était absolument indispensable au développement intellectuel de l'enfant, ainsi qu'à son développement sociomoral. En effet, tous les enfants sont égo-centriques et ne peuvent penser qu'à partir de leur point de vue limité. Pour devenir capables de penser à d'autres facteurs pertinents, les enfants ont besoin d'échanger des idées avec d'autres personnes et d'essayer de coordonner des points de vue multiples. C'est là une question très complexe. Il nous suffira de dire que les enfants ne se développent pas socialement ou moralement en restant tout seuls à leur place pour faire leurs devoirs. Le lecteur désireux d'avoir plus de détails sur le développement sociomoral de l'enfant pourra se référer à Kamii (1982, 1985, 1989a, 1994). On trouvera également dans ces ouvrages beaucoup d'autres jeux.

Diverses manières de résoudre des problèmes

Les manuels présentent d'abord en général des méthodes de calcul, puis des problèmes exprimés verbalement pour que les élèves appliquent ces méthodes. Nous procédons différemment et dans l'ordre inverse. Nous donnons d'abord des problèmes exprimés verbalement, en n'indiquant jamais aux enfants la manière de les résoudre, et nous incitons les élèves à inventer leur propre manière de trouver la réponse. En première année, par exemple, nous demandons à la classe de dire combien d'élèves pourraient voter pour le deuxième terme d'une alternative, sachant qu'il n'y a que deux termes et que treize élèves ont déjà voté pour le premier. En seconde année, nous pourrions demander s'il y a assez de biscuits dans deux boîtes pour que chaque élève puisse en avoir trois.

On notera que ces problèmes sont étroitement liés à la vie quotidienne des enfants. Nous présentons d'abord ces types de problèmes exprimés verbalement parce que le raisonnement numérique est issu de la mathématisation logique de la réalité par l'enfant. En revanche, les manuels présentent d'abord les méthodes de calcul parce que leurs auteurs partent de l'idée que l'arithmétique est une connaissance sociale (conventionnelle) ou qu'elle constitue une partie de notre patrimoine culturel qui doit être transmise à la génération suivante.

Les jeunes enfants ont tendance à résoudre la plupart des problèmes par l'addition. C'est ainsi que, pour résoudre le problème précédent sur le vote, beaucoup d'enfants comptent à partir de 13. Pour répondre à la question sur les biscuits, les élèves de seconde année font généralement $3 + 3 + 3 + 3 \dots$ ou $22 + 22 + 22$, s'il y a 22 enfants dans la classe. Dire que le premier problème est un problème de soustraction et le second de multiplication (ou de division) est complètement arbitraire. Les problèmes de calcul donnent parfois lieu à des discussions, surtout lorsqu'une méthode est nouvelle et difficile pour la classe. Par exemple, les enfants commencent à se mesurer aux additions à deux chiffres au début de la seconde année d'études. Ces additions sont extrêmement difficiles pour beaucoup d'élèves de seconde année, et l'instituteur écrit au tableau un énoncé après l'autre, comme ci-après, et demande qu'on lui indique une manière rapide et facile de résoudre ce problème.

FIGURE 1. Quelques problèmes d'addition à deux chiffres

9	4	15	13	18
+ 5	7	+ 6	+ 13	+ 14
<hr/>	5	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	2			
	5			
	+3			
	<hr/>			

Toute la classe peut travailler ensemble ou bien l'instituteur peut travailler avec de petits groupes. Les enfants lèvent la main quand ils ont une réponse.

Lorsque presque toutes les mains sont levées, l'instituteur appelle les enfants un à un et écrit toutes les réponses qu'ils lui donnent. Attentif à ne pas dire qu'une réponse est bonne ou mauvaise, il demande aux enfants de lui expliquer chacune des méthodes qu'ils ont inventées. Ainsi, pour le premier problème ($9 + 5$), si un enfant dit qu'il a enlevé 1 de 5 pour faire 10, l'instituteur barre le 9 et le 5 et écrit 10 à côté du 9. Si l'enfant poursuit en disant : « Le 5 est devenu 4 », l'instituteur écrit un 4 sous le 10. Si l'enfant conclut en disant que 10 et 4 font 14, l'instituteur tire un trait au-dessous du 4 et écrit la réponse 14 sous le trait ainsi que sous l'énoncé initial.

Par cette interaction avec l'élève qui a levé la main, l'instituteur encourage le reste de la classe à exprimer accord ou désaccord et à prendre la parole immédiatement si quelque chose n'est pas logique. Les échanges de points de vue sont très

importants dans un programme constructiviste à la Piaget, et l'instituteur doit veiller à ne pas souligner les bonnes réponses et à ne pas corriger les mauvaises. Si l'instituteur disait « c'est bien », toute réflexion s'arrêterait immédiatement. Tant que l'instituteur ne dit pas qu'une réponse est exacte ou inexacte et tant que, au contraire, il incite les enfants à débattre entre eux, la classe continue à réfléchir et à discuter jusqu'à ce qu'un accord se fasse.

Beaucoup d'enseignants demandent ce qu'ils doivent faire si personne dans la classe ne trouve la bonne réponse. Notre avis est que, si tel était le cas, l'instituteur saurait que le problème était trop difficile pour la classe et passerait à autre chose. Dans le domaine logico-mathématique, si les élèves discutent assez longtemps, ils doivent finir par trouver la réponse juste parce que, en matière de connaissance logico-mathématique, il n'y a absolument rien d'arbitraire. Par exemple, 18 plus 14 font 32 dans toutes les cultures parce que rien n'est arbitraire dans cette relation. Le lecteur désireux d'avoir plus de détails sur cette manière d'enseigner peut se référer à Kamii (1989a, 1989b, 1990a, 1990b).

Une conclusion à laquelle je suis parvenue sur la base de mes recherches est que les enfants peuvent vraiment inventer leurs méthodes de calcul et que celles-ci sont à l'opposé des algorithmes conventionnels. Par exemple, pour l'addition, la soustraction et la multiplication, on enseigne actuellement aux enfants qu'il faut aller de droite à gauche, c'est-à-dire de la colonne des unités à celle des dizaines, puis des centaines, et ainsi de suite. Or lorsqu'ils sont libres de réfléchir par eux-mêmes, ils vont sans exception de la gauche vers la droite. Ainsi, pour calculer $38 + 16$, ils font en général $30 + 10 = 40$, $8 + 6 = 14$ et $40 + 14 = 54$. Les figures 1 à 3 montrent les différents moyens que les enfants inventent d'ordinaire pour faire des additions, des soustractions et des multiplications.

FIGURE 2. Trois procédés inventés pour faire l'addition $18 + 17$

$10 + 10 = 20$	$10 + 10 = 20$	$10 + 10 = 20$
$8 + 7 = 15$	$8 + 2 = \text{une autre dizaine}$	$7 + 7 = 14$
$20 + 10 = 30$	$20 + 10 = 30$	$14 + 1 = 15$
$30 + 5 = 35$	$30 + 5 = 35$	$20 + 10 = 30$
		$30 + 5 = 35$

FIGURE 3. Trois procédés inventés pour faire la soustraction $53 - 24$

$50 - 20 = 30$	$50 - 20 = 30$	$50 - 20 = 30$
$3 - 4 = 1 \text{ de moins que } 0$	$30 - 4 = 26$	$30 + 3 = 33$
$30 - 1 = 29$	$26 + 3 = 29$	$33 - 4 = 29$

FIGURE 4. Deux procédés inventés pour faire la multiplication 125×4

$4 \times 100 = 400$	$4 \times 100 = 400$
$4 \times 20 = 80$	$4 \times 25 = 100$
$4 \times 5 = 20$	$400 + 100 = 500$
$400 + 80 + 20 = 500$	

Lorsqu'un problème fait appel à une division, la règle du jeu change soudain et l'on décrète que les élèves doivent aller de gauche à droite ! En revanche, si on incite les enfants à penser par eux-mêmes, ils vont de droite à gauche comme on peut le voir dans la division de 74 par 5. Ils font généralement $5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5 + \dots$ jusqu'à ce que le total s'approche de 74. On notera que lorsqu'on ajoute le deuxième 5, il y a un mouvement vers la gauche, de la colonne des unités à celle des dizaines.

D'ordinaire, les élèves comptent sur leurs doigts en disant : « 5, 10, 15, 20 ... », ils comptent sur leurs cinq doigts. Puis ils poursuivent ainsi : « Si 5 cinq font 25, 10 cinq font 50. 4 cinq supplémentaires font 20 et $50 + 20 = 70$. La réponse est donc 14 cinq plus un reste de 4 ». Cette méthode s'abrège ensuite en $10 \times 5 = 50$, $4 \times 5 = 20$, ce qui donne comme réponse 14 avec un reste de 4.

L'ÉVALUATION DES RÉSULTATS

Pour évaluer les résultats de l'enseignement « constructiviste », j'ai comparé les réponses données par des enfants suivant une instruction traditionnelle aux réponses d'enfants à qui on n'a jamais enseigné d'algorithmes. Comme on peut le voir chez Kamii (1989a, 1989b, 1994), les enfants qui pensaient par eux-mêmes obtiennent régulièrement de meilleurs résultats que ceux à qui on avait appris la manière de produire de bonnes réponses. Je donnerai deux exemples des types de questions posées pour ces évaluations et des types de réponses données par chaque groupe d'enfants. Le groupe des enfants soumis à une instruction traditionnelle à qui on avait enseigné des algorithmes sera appelé le groupe « traditionnel ». Le groupe des enfants à qui on n'avait jamais enseigné d'algorithmes et qui avaient inventé leurs propres solutions sera appelé le groupe « constructiviste ».

Si notre but est d'amener les enfants à *réfléchir* numériquement, c'est sur leur raisonnement que doit se concentrer notre évaluation des résultats. C'est pourquoi nous avons évalué la réflexion des enfants au cours d'entretiens individuels au lieu d'examiner seulement si leurs réponses étaient exactes.

13×4

Un des exercices donnés à des élèves de troisième année dans les entretiens individuels était la multiplication 13×4 écrite verticalement sur une feuille blanche. Les enfants des deux groupes, le « constructiviste » et le « traditionnel », ont tous écrit la réponse correcte de 52, comme on le voit dans le tableau 1. (Le groupe « constructiviste » ne comprenait que treize élèves à qui on n'avait jamais enseigné d'algorithmes à l'école, de la première à la troisième année.)

Lorsque l'enfant avait fini d'écrire sa réponse, l'interrogateur prenait un sac de jetons et demandait : « Si nous faisons 4 piles de 13 et 13 et 13 et encore 13 jetons (en indiquant quatre emplacements différents sur la table devant l'enfant), aurons-nous la même chose que dans le problème ? » Tous les enfants des deux groupes ont répondu par l'affirmative, et l'interrogateur et l'enfant ont fait ensemble quatre piles contenant chacune 13 jetons.

TABLEAU 1. Pourcentage des membres du groupe « constructiviste » et du groupe « traditionnel » ayant expliqué comment ils avaient trouvé la réponse à la multiplication 13×4

	Groupe « traditionnel » (<i>n</i> = 39)	Groupe « constructiviste » (<i>n</i> = 13)	Différence	Significativité (2 branches)
Réponses exactes (52)	100	100	0	
Utilisation d'un algorithme	97	0	97	0,001
Explication satisfaisante de toutes les étapes	5	92	87	0,001
Ayant interprété le « 1 » de « 13 » comme une unité	87	0	87	0,001

L'adulte demandait alors : « Si nous regroupons tous ces jetons, combien en aurions-nous ? » Tous les élèves des deux groupes ont répondu correctement « 52 ».

L'interrogateur demandait ensuite à l'enfant d'expliquer avec les jetons (qui étaient encore en quatre piles de 13) comment tout cela fonctionnait (montrant ce que l'enfant avait écrit). C'est à dessein que l'adulte n'avait pas demandé à l'enfant de montrer « ce qu'il avait en tête en écrivant sa réponse » parce qu'il savait que la plupart des enfants ne comprenaient pas le « pourquoi » des règles qu'ils utilisaient.

Comme on peut le voir au tableau 1, 97 % du groupe « traditionnel » avaient fait usage de l'algorithme conventionnel, ce qu'aucun membre du groupe « constructiviste » n'avait fait. Résultat intéressant, 5 % seulement des membres du groupe « traditionnel » avaient expliqué convenablement toutes les étapes de ce qu'ils avaient écrit. La raison la plus fréquente des explications insatisfaisantes des membres du groupe « traditionnel » était qu'ils connaissaient mal la valeur correspondant à la place des chiffres. Comme le montre le tableau 1, lorsqu'il s'est agi de donner la signification de « 4×1 » dans le calcul des 13×4 , 87 % des membres du groupe « traditionnel » ont montré seulement 4 jetons (au lieu de 40).

Lorsqu'un enfant ne montrait que 4 jetons pour expliquer l'étape « 4×1 » de la multiplication 13×4 , l'interrogateur observait : « Vous avez utilisé tous ces jetons [*montrant les jetons que l'enfant avait utilisés pour expliquer 4×3 et 4×1*] pour expliquer comment “tout cela” fonctionne [*montrant ce que l'enfant avait écrit*]. Mais vous n'avez utilisé aucun de ceux-là [*montrant les jetons inutilisés*]. Est-ce que vous ne deviez pas les utiliser tous ? » Ainsi l'adulte posait des questions qui pouvaient amener l'enfant à donner une meilleure explication s'il n'avait pas expliqué convenablement ce qu'il avait fait par écrit. Toutefois ces questions n'ont pas aidé 87 % des enfants du groupe « traditionnel » qui ont répondu qu'il n'était pas nécessaire d'utiliser tous les jetons pour expliquer l'algorithme.

$6 + 53 + 185$

Un autre exercice donné aux élèves de troisième année dans les entretiens individuels était l'addition $6 + 53 + 185$ écrite horizontalement. On demandait aux enfants de faire l'exercice de tête sans crayon ni papier. Comme on peut le voir à la

partie supérieure du tableau 2, 50 % des enfants du groupe « constructiviste » ont donné la bonne réponse, tandis que les élèves de deux classes « traditionnelles » ne donnaient respectivement que 32 % et 20 % de bonnes réponses. Les réponses erronées données par les trois groupes ont fait apparaître une différence encore plus significative.

TABLEAU 2. Réponses à l'exercice $6 + 53 + 185$ données par trois classes de 3^e année

Groupe « traditionnel » (<i>n</i> = 19)	Groupe « traditionnel » (<i>n</i> = 20)	Groupe « constructiviste » (<i>n</i> = 10)
Pourcentage de réponses exactes		
32	20	50
Réponses erronées		
	800 + 38	
838	800	
768	444	
533	344	
.....	284
246	243	245
235	239	
234	238	245
	234	238
.....
213	204	221
194	202	
194	190	
74	187	
29	144	
-*	139	
-*	-*	
	-*	

* L'élève n'a pas voulu essayer de faire l'exercice.

Toutes les réponses erronées données par les deux classes « traditionnelles » et par le groupe « constructiviste » figurent au tableau 2. Les lignes pointillées du tableau sont destinées à mettre en évidence les réponses erronées qui ne s'écartaient pas trop de la réponse exacte. On peut voir que les réponses erronées étaient beaucoup plus raisonnables dans le groupe « constructiviste » que dans les deux classes « traditionnelles ». Autrement dit, les membres du groupe « constructiviste » ont donné plus fréquemment une réponse juste, et lorsqu'un enfant de ce groupe donnait une réponse inexacte, celle-ci était en général raisonnable malgré l'erreur.

On peut trouver dans Kamii (1989a, 1989b, 1994) beaucoup de données supplémentaires sur des problèmes de vocabulaire, sur beaucoup d'autres types d'exercices de calcul et sur les difficultés rencontrées par les enseignants lorsqu'ils ont essayé de remédier à l'effet nuisible des algorithmes.

Les méfaits des algorithmes

Un résultat inattendu de la recherche aux fins d'évaluation décrite ci-dessus est la conclusion que l'enseignement des algorithmes est nuisible au développement du raisonnement numérique chez l'enfant. Deux raisons peuvent être données à l'appui de cette conclusion.

Premièrement, les enfants doivent renoncer à penser par eux-mêmes pour suivre des règles consistant à « retenir », à « reporter », et ainsi de suite. Comme nous l'avons dit plus haut, ces règles obligent les enfants à aller de droite à gauche pour l'addition, la soustraction et la multiplication, c'est-à-dire de la colonne des unités à celles des dizaines, des centaines, etc. Cependant, quand on laisse les enfants libres de penser par eux-mêmes, ils suivent invariablement la direction opposée. Parce qu'il n'y a pas de compromis possible entre le fait d'aller de gauche à droite et celui d'aller de droite à gauche, les enfants doivent renoncer à réfléchir pour obéir à leurs maîtres.

La deuxième raison pour laquelle on peut dire que les algorithmes sont néfastes est que ces règles font « désapprendre » la valeur correspondant à la place des chiffres et empêchent les enfants de développer le sens des nombres. Quand on enseigne aux enfants des algorithmes et qu'on leur apprend à résoudre des problèmes comme 5×234 , on peut les entendre dire : « 5 fois 4 font 20, je pose le 0 et je retiens 2, 5 fois 3 font 15, plus 2 égale 17, je pose le 7 et je retiens 1... ». Traiter chaque chiffre comme une unité va bien pour des adultes qui savent que le 2 de 234 signifie 200. Mais pour des enfants en âge de fréquenter l'école primaire qui ont tendance à penser que le 2 de 234 signifie deux, les algorithmes accentuent leur faiblesse. En revanche, les enfants qui pensent par eux-mêmes diront : « 5 fois 200 font 1 000, etc. », ce qui renforcera leur connaissance de la valeur correspondant à la place des chiffres.

Dans les deux exemples donnés à propos de l'évaluation, nous avons vu la difficulté que représente pour le groupe « traditionnel » cette valeur de la place des chiffres. Ces enfants pensaient que le segment « 4×1 » de la multiplication « 4×13 » voulait dire « quatre fois l'unité ». Ce sont les mêmes qui donnaient des réponses aux alentours de 700 en additionnant le 6 et le 1 dans l'opération $6 + 53 + 185$. S'ils retenaient le 1 de la colonne de droite, leur réponse se situait dans les 800. Le tableau 2 confirme que les enfants à qui on enseigne des algorithmes ont un mauvais sens des nombres. Quand on connaît mal la valeur de la place des chiffres, on a un mauvais sens des nombres. Comme on peut le voir dans Kamii (1994), les réponses erronées des enfants deviennent encore plus extravagantes en quatrième année. Les réponses du genre 1 215 et les réponses se situant dans les 700 et les 800 deviennent plus fréquentes après une nouvelle année d'algorithmes.

Conclusion

Pendant des siècles, l'enseignement a été un artisanat fondé sur la tradition et sur des opinions appelées philosophies. Mais, avec l'apparition de l'associationnisme

et du béhaviorisme, l'enseignement a commencé à entrer dans l'âge scientifique. Maintenant que nous disposons du constructivisme de Piaget, théorie scientifique plus satisfaisante, il est temps de changer la manière dont on enseigne l'arithmétique à l'école primaire.

J'espère que des éducateurs et des chercheurs d'autres pays feront, eux aussi, des expériences dans les classes pour vérifier l'hypothèse que j'ai testée moi-même. Parce que la connaissance logico-mathématique est universelle et qu'elle est la même dans toutes les cultures, je prévois qu'on obtiendra les mêmes genres de résultats dans d'autres pays.

L'enseignement constructiviste est bien plus difficile à pratiquer que l'enseignement des algorithmes et la correction des devoirs. Cependant, malgré cette difficulté, de plus en plus d'enseignants aux États-Unis se persuadent de la vérité du constructivisme de Piaget. Lorsqu'ils rencontrent chez des enfants une originalité et une intelligence qu'ils n'avaient pas observées jusqu'alors, ils en ressentent une grande joie. Une fois constatées les possibilités que recèle chaque enfant, ces enseignants ne songent plus à reprendre leurs vieilles manières d'enseigner.

Notes

1. Je suis reconnaissante à Janice K. Ewing qui a bien voulu lire d'un œil critique une première version de cet article et qui m'a fait d'utiles suggestions.
2. Le « pouilleux » est un jeu de cartes simple, dans lequel le joueur qui, à la fin du jeu, a dans sa main une carte donnée, est appelé le « pouilleux ».

Références

- Inhelder, B ; Piaget, J. 1963. « De l'itération des actions à la récurrence élémentaire ». Dans : Gréco, P. et al. (dir. publ.). *La formation des raisonnements récurrentiels*, p. 47-120, Paris, Presses universitaires de France.
- Kamii, C. 1982. *Number in preschool and kindergarten* [Le nombre à l'âge préscolaire et au jardin d'enfants]. Washington, D.C., National Association for the Education of Young Children. (Traductions : *Yohjino kazuno shidoh*. Tokyo, Child Honsha, 1982. *El número en la educación preescolar*. Madrid, Visor, 1984. *A criança e o número*. Campinas, Brésil, Papirus, 1984.)
- . 1985. *Young children reinvent arithmetic* [Les jeunes enfants réinventent l'arithmétique]. New York, Teachers College Press. (Traductions : *El niño reinventa la aritmética*. Madrid, Visor, 1986. *Reinventando a aritmética*. Campinas, Brésil, Papirus, 1986. *Kodomoto atarashii sansuu*. Kyoto, Japon, Kitaohji Shobo, 1987. *Les jeunes enfants réinventent l'arithmétique*. Berne, Suisse, Peter Lang, 1990.)
- . 1989a. *Young children continue to reinvent arithmetic, 2nd grade* [Les jeunes enfants continuent de réinventer l'arithmétique, deuxième année]. New York, Teachers College Press. (Traductions : *Reinventando la aritmética II*. Madrid, Visor, 1982. *Aritmética : novas perspectivas*. Campinas, Brésil, Papirus, 1993.)
- . 1989b. *Double-column addition : a teacher uses Piaget's theory* [L'addition par la retenue : un instituteur utilise la théorie de Piaget]. New York, Teachers College Press. Cassette vidéo.

- . 1990a. *Multiplication of two-digit numbers : two teachers using Piaget's theory* [Multiplication des nombres à deux chiffres : deux instituteurs utilisent la théorie de Piaget]. New York, Teachers College Press. Cassette vidéo.
 - . 1990b. *Multidigit division : two teachers using Piaget's theory* [La division à plusieurs chiffres : deux instituteurs utilisent la théorie de Piaget]. New York, Teachers College Press. Cassette vidéo.
 - . 1994. *Young children continue to reinvent arithmetic, 3rd grade* [Les jeunes enfants continuent de réinventer l'arithmétique, troisième année]. New York, Teachers College Press. (Traductions en préparation chez Visor, à Madrid, et Papyrus, à Campinas, Brésil).
- Piaget, J. 1932. *Le jugement moral chez l'enfant*. Paris, Presses universitaires de France.
- . 1967. *Biologie et connaissance*. Paris, Gallimard.
 - . 1948 et 1972. *Où va l'éducation : comprendre, c'est inventer*. Paris, Denoël/Gonthier. 138 p. (Bibliothèque « Médiation », 100.)

DÉVELOPPEMENT ET IMPACT

DE LA THÉORIE PIAGÉTIENNE

SUR L'ÉDUCATION AU JAPON

Takehisa Takizawa

Nul ne le contestera : la psychologie et l'éducation japonaises sont aujourd'hui profondément marquées de l'empreinte de Piaget et de sa théorie. Trois étapes auront jalonné les progrès de cette influence : son implantation, sa consolidation et son expansion.

L'implantation (1931-1970)

C'est seulement à partir de 1960 que les psychologues japonais commencent à s'intéresser à la théorie de Piaget dans sa globalité. Jusque-là, ils ne voient en lui qu'un psychologue de l'enfance, auteur d'une interprétation de la pensée enfantine fondée sur le concept d'égocentrisme.

Certes, le nom du scientifique suisse est connu très tôt au Japon : dès 1931, Hatano réunit cinq de ses premiers articles dans un ouvrage intitulé *Jidô Shinrigaku* [La psychologie de l'enfant]. Sa théorie de l'égocentrisme inspirera par la suite de nombreux travaux sur la pensée de l'enfant.

Mais il faut attendre 1954 pour que paraissent les premières traductions japonaises de ses écrits ; encore ne s'agit-il que d'œuvres de jeunesse. En 1960,

Takehisa Takizawa (Japon)

Obtient sa maîtrise ès sciences de l'éducation à l'Université de Tokyo, où il est assistant de 1958 à 1961. Chargé de cours à l'Université de Niigata à partir de 1961, il rejoint en 1967 comme professeur assistant l'Université d'électro-communication de Tokyo, où il est actuellement professeur de psychologie. Il est président de l'Association franco-japonaise des sciences de l'éducation depuis 1992. On lui doit plusieurs ouvrages, dont *Le développement de la théorie de Jean Piaget* (1992).

cependant, *La psychologie de l'intelligence* offre, en leur langue, aux Japonais une vue d'ensemble de sa réflexion.

Et c'est au début des années 60 un véritable engouement que connaît la théorie piagétienne à la faveur du mouvement de modernisation qui touche l'enseignement japonais, et dont le promoteur, J. S. Bruner, a bâti une doctrine qui doit beaucoup aux idées du psychologue genevois !

Dès lors, les commentaires et les recherches sur les travaux du milieu et de la fin de la carrière de Piaget vont se multiplier, et les traductions s'enchaîner. En particulier, les parutions en japonais de la *Genèse du nombre chez l'enfant* en 1962 et du *Développement des quantités physiques chez l'enfant* en 1965 feront date, car elles marquent l'irruption de ces questions dans le domaine d'intérêt des chercheurs en psychologie génétique.

La psychologie nipponne, en bon disciple de son homologue américaine, lui emboîte le pas dans sa redécouverte de Piaget et fait siennes les recherches qui commencent à lui être consacrées aux États-Unis. Les nombreuses expériences qui sont menées, qu'elles concernent les concepts de nombre, de quantité, d'espace et de temps ou le développement opératoire des inclusions de classes et des relations, donnent des résultats qui, à la surprise générale, sont souvent en accord avec les prédictions de Piaget.

Dans le même temps, les psychologues généticiens se tiennent devant un impératif : réaliser des recherches fondamentales sur le développement précoce des capacités intellectuelles, l'un des objectifs du mouvement de modernisation de l'enseignement. Extrapolant leurs travaux sur la genèse des concepts logiques et mathématiques chez l'enfant, ils s'efforcent de trouver dans son apprentissage de ces concepts le moyen de stimuler son développement. Ils useront souvent, à cet effet, de techniques d'apprentissage empiriques.

La démarche consiste à sélectionner, par des tests préliminaires, des enfants n'ayant pas atteint un certain seuil de connaissance et à les soumettre à une batterie d'exercices programmés (consolidation extérieure, conflit cognitif, etc.) ; l'efficacité de l'apprentissage est appréciée par une évaluation des résultats des exercices effectués lors de tests finals ou de tests de transfert. Les chercheurs sont nombreux à adhérer à cette approche qui permet de déterminer dans quelles conditions et par quels programmes d'apprentissage il est possible d'atteindre une certaine efficacité et d'élever le niveau cognitif de l'enfant. Ainsi Fujinaga *et al.* (1963) démontrent-ils par des expériences portant sur l'apprentissage du concept de nombre dans la première enfance qu'il est préférable de démarrer par des exercices de comparaison de couples de nombres, plutôt que de se lancer d'emblée dans l'assimilation des tables d'opérations ou l'apprentissage du calcul.

Ces expériences d'apprentissage permettent sans doute, à travers ce processus d'évaluation, de dégager les facteurs qui régissent le développement cognitif. En contrepartie, la brièveté de leurs exercices oblige à limiter le champ de recherche à la genèse de concepts appartenant à des domaines cognitifs restreints. Aussi rendent-elles délicate la transposition des résultats à la réalité pédagogique.

L'application de la théorie de Piaget à l'enseignement pratique passe par l'élaboration de méthodes adaptées à chaque contenu éducatif précis.

À la même époque sont mis en place sur le terrain des méthodes et des matériels pédagogiques directement tirés des théories et des expériences décrites par Piaget. Les outils expérimentaux et les fiches illustrées qu'il utilise sont introduits tels quels dans la salle de classe, avec l'espoir que leur manipulation par l'enfant accélérera le développement de ses capacités cognitives. Seulement, l'approche retenue est directive : l'enfant n'est pas libre de manier le matériel pédagogique à sa guise ; il doit exécuter des opérations essentiellement imposées par le maître, puis répondre à des questions, le degré d'exactitude de ses réponses lui étant inculqué pour renforcer l'acquisition de concepts justes.

Cette approche est en fait à l'opposé des intentions véritables de Piaget qui entend privilégier au contraire l'activité et la spontanéité de l'enfant. Le monde éducatif, qui n'a à l'époque qu'une connaissance superficielle de sa théorie, en donne dans l'ensemble un avatar orienté vers le maître, qui trahit l'influence du mouvement de modernisation de l'enseignement.

Par exemple, un Yokochi (1964), à qui l'on doit ce genre de méthode, prétend qu'il n'est pas d'éducation intellectuelle possible pour un enfant dont l'univers quotidien est dominé par la complexité et la contingence. Pour accélérer le développement cognitif, il faut avant tout définir des thèmes aussi simplifiés que possible, et les enseigner de façon systématique et rationnelle en faisant ressortir leur structuralité.

Accusée de donner un poids excessif à l'intellectualité dans sa didactique du développement précoce des capacités, la théorie de Piaget est alors la cible de critiques sévères de la part des tenants d'une éducation traditionnelle fondée sur la sensibilité et la liberté de l'enfant. En réalité, les éducateurs en ont à l'époque une lecture par trop réductrice ; rares sont ceux qui cernent sa richesse théorique. La plupart ne retiennent que la notion de niveau de développement cognitif et pensent que l'important pour faire éclore les capacités intellectuelles d'un enfant est de le stimuler intellectuellement. Il s'instaure notamment une pratique pédagogique qui met l'accent sur l'expression linguistique de la pensée logique et qui table, pour accélérer le développement, sur la formulation, par les mots, des explications du maître et des réponses de l'enfant.

La consolidation (1970–1980)

La venue de Piaget et d'Inhelder au Japon en juin 1970 est l'occasion d'une mise au net théorique. La communication qu'ils présentent à la conférence mondiale de Kyoto sur l'éducation et l'enfance offre aux spécialistes nippons l'occasion de se frotter à l'original des idées piagésiennes et de corriger en profondeur leur vision de l'éducation des enfants.

La Société japonaise d'éducation de l'enfance (Nihon Yônen Kyôiku Kai), qui en était l'organisatrice, travaillait depuis longtemps déjà à l'édification d'une pédagogie, qui aurait pour assise la théorie de Piaget, grâce à l'encouragement des

contacts entre chercheurs nationaux et à un travail d'élaboration et d'évaluation de programmes, méthodes et matériels pédagogiques réunissant praticiens et chercheurs. Mais, jusque-là, sa démarche avait privilégié surtout l'enseignement des thèmes piagétiens et accordé un rôle indûment directif au maître.

Le séjour japonais de Piaget marque à cet égard un tournant décisif. Désormais, l'éducation va accorder la priorité à la richesse des expériences spontanées de pensée, de jugement et d'expression vécues par l'enfant ; elle va s'appuyer sur un double axiome : l'enfant se développe par ses actions spontanées ; l'enfant se développe par la prise de conscience et la correction personnelles de ses erreurs.

Le matériel pédagogique devient soucieux non plus d'accélérer le développement de l'enfant, mais d'en consolider les bases. Le développement cognitif repose en particulier sur une kyrielle d'expériences opératoires définies par la théorie de Piaget, l'idée étant qu'il n'y a pas de genèse cloisonnée des concepts de nombre, de quantité, d'espace et de temps. Il s'agit d'amener l'enfant à acquérir la faculté d'observer les choses et d'apprécier leur rapport aux autres choses et à lui-même, en lui faisant accomplir un travail de réflexion au cours de ses manipulations (retranchements, adjonctions, déplacements) de dessins représentant des objets concrets (Matsui, 1976).

Dans le domaine de la psychologie génétique, plus qu'une simple déclinaison des préceptes piagétiens, c'est l'occasion d'approfondir les recherches, d'où il ressortira qu'il existe une spécificité du développement de la pensée chez l'enfant japonais. Spécificité qui tiendrait pour partie à un problème de langage. On découvre très tôt, par exemple, à propos de la genèse du concept de nombre, que la complexité du lexique numéral dans la langue japonaise perturbe les actions de comptage de l'enfant (Kawaguchi *et al.*, 1962). On observe également que les nuances propres au vocabulaire associé au comparatif influencent quelque peu ses réactions. Ainsi Takeda (1977) indique-t-il que, sur le thème de la conservation, les questions à réponses *mijikai* [court], *karui* [léger] suscitent moins de réponses exactes que les questions à réponses *nagai* [long], *omoi* [lourd]. Mori (1976) a comparé l'acquisition des concepts de vitesse et de temps chez des enfants japonais et thaïlandais. En japonais, on dispose d'un seul mot, *hayai*, pour dire à la fois « tôt » et « rapide », et *nagai* [long] et *mijikai* [court] s'appliquent aussi bien à la durée qu'à la distance. C'est pourquoi les enfants thaïlandais obtiennent de meilleurs résultats que les enfants japonais dans l'expérience de Piaget qui consiste à juger la vitesse et le temps de déplacement de deux objets mobiles.

Ces recherches ne prouvent pas seulement qu'il faut reconsidérer le rôle du langage dans le développement de la pensée ; elles remettent surtout en question l'universalité de la théorie de Piaget et militent en faveur de l'édification d'une théorie du développement cognitif qui soit véritablement adaptée à l'enfant nippon.

Dans le même temps, le monde éducatif ne se contente plus d'appliquer les méthodes et les principes de Piaget ; il s'efforce de revenir à l'esprit fondamental de sa théorie et d'en mettre en valeur les particularités. Pionnière de cette mutation, la méthode d'enseignement des mathématiques appelée méthode Suidô [méthode de

la distribution d'eau]. Son fondateur, Hiraku Tôyama, se passionne très tôt pour la théorie de Piaget ; il diffuse les œuvres du chercheur suisse auprès des pédagogues japonais et participe à la traduction de la *Genèse du nombre chez l'enfant* et du *Développement des quantités physiques chez l'enfant*. Il se rend compte que de la même manière que, selon Piaget, la pensée enfantine n'est pas un état imparfait de la pensée adulte mais possède une structure propre, de même les mathématiques élémentaires ne sont pas une version incomplète des mathématiques supérieures et possèdent aussi une structure propre.

La théorie de Piaget demeurera un constant réservoir d'idées pour la didactique des mathématiques, dans la mesure où elle part du principe que la psychologie des opérations qui sont la base de la pensée procède de structures mathématiques. En particulier, lorsqu'il s'agit de faire démarrer l'enseignement des mathématiques modernes, Piaget mettra dès le début en garde contre la tendance générale qui prétend employer les méthodes pédagogiques traditionnelles sans se préoccuper des relations qui existent entre les structures mathématiques et les structures opératoires spontanées de l'enfant. La réponse de l'équipe de Tôyama à l'avertissement de Piaget sera la méthode Suidô (1960).

Il s'agit d'une méthode d'enseignement des mathématiques fondée sur une métaphore : il suffit de collecter (étape de combinaison typique) les eaux de montagne (processus élémentaires) dans un bassin de rétention pour que ces eaux finissent par se déverser d'elles-mêmes et alimenter l'ensemble des foyers raccordés (étape de combinaison spécialisée) ; autrement dit, il suffit de faire apprendre un éventail suffisant de problèmes concrets matérialisant des principes généraux pour pouvoir ensuite en tirer, par déduction, la solution de tout autre problème. La méthode s'inspire du travail de Piaget, lequel s'avère capable d'anticiper par déduction les réactions d'un enfant dans une grande variété de situations à partir de ses structures générales de pensée.

Toutefois, si Piaget met en avant les structures opératoires internes mobilisées spontanément par l'enfant, la méthode Suidô adopte une démarche guidée qui se fonde non pas sur de telles structures mais sur les structures de nombre nouvellement acquises par l'enfant. Alors que l'enseignement classique des mathématiques, du fait qu'il est fondé sur le calcul mental, crée des générations d'enfants qui ne comprennent pas la structure des chiffres arabes et qui, s'ils savent compter mécaniquement, ne saisissent pas la signification des nombres, la méthode Suidô fait de la compréhension de la structure des nombres la première étape de son enseignement.

Elle met l'accent sur le concept de nombre basé sur la quantité. L'enfant est amené à approcher la structure des nombres en manipulant des éléments de carrelage. Inspirés du matériel pédagogique de Cuisenaire, les carreaux sont un moyen pratique de faire comprendre la structure des chiffres arabes. En effet, ils autorisent des alignements bord à bord à la verticale et à l'horizontale. Les dizaines sont matérialisées par la formation complète de colonnes de dix carreaux, les centaines par celle de carrés de cent carreaux (dix colonnes). Cette propriété des carreaux procure à l'enfant une image concrète de la signification des calculs.

Par ailleurs, la méthode Suidô oriente l'apprentissage vers le calcul écrit et non vers le calcul mental, en mettant en œuvre une procédure guidée qui classe les exercices selon certains principes et les parcourt du plus général au plus particulier.

Prenons le cas de l'addition. Auparavant, son apprentissage se déroulait dans un ordre du genre $2 + 2$, $20 + 20$, $20 + 2$, $22 + 2$, $9 + 9$, qui fait coexister des combinaisons ordinaires et des combinaisons spéciales de nombres. Au contraire, la méthode Suidô commence par faire apprendre les additions de nombres à 1 chiffre du genre $2 + 1$, $0 + 3$ (étape élémentaire), poursuit en les liant dans des additions typiques du genre $22 + 22$ (étape de combinaison typique), et termine avec des additions atypiques du genre $22 + 20$ ou $22 + 2$ (étape de combinaison spécialisée).

Ce système unifié d'apprentissage guidé a des parentés évidentes avec la théorie de Piaget. La méthode Suidô aurait été présentée pour la première fois en 1958, mais c'est dans les années 60 et 70 qu'elle a un véritable retentissement dans le monde de l'éducation.

L'expansion (de 1980 à ce jour)

Après la mort de Piaget, sa théorie connaît au Japon de nouveaux prolongements, à la faveur de travaux qui entendent reconsidérer le développement cognitif sous l'angle du travail mental de l'enfant dans sa vie quotidienne. Si l'on accepte la doctrine piagétienne des interactions, le travail cognitif ne peut se résumer à un mécanisme interne à l'enfant. Sa problématique doit être reformulée en termes neufs : Quels rapports l'enfant entretient-il avec son environnement immédiat ? Qu'en tire-t-il pour forger sa propre pensée ?

De son expérience quotidienne, l'enfant tire de multiples connaissances qui doivent intervenir, par différents mécanismes, dans son processus intellectuel. Il s'en sert vraisemblablement pour comprendre les événements, même inconnus, auxquels il est confronté. Jusqu'à sa pensée animiste, dont il paraît admis qu'elle n'est pas davantage spontanée et naturelle, mais procède d'une démarche volontariste d'application analogique aux situations inconnues de ses représentations humaines proches.

Inagaki et Hatano (1990, 1991) affirment ainsi que l'enfant prévoit l'existence et le devenir des animaux et des végétaux à travers des analogies utilisant ses connaissances de l'humain, mais également que ce processus n'est pas indifférencié : s'il a affaire à un animal ou une plante assez familiers l'un et l'autre pour qu'il détienne certaines connaissances sur leurs propriétés, l'enfant pourra lui appliquer ces connaissances. Reste que l'univers quotidien de l'enfant et avec lui le champ d'application de ses connaissances sont limités et qu'il n'a souvent d'autre choix que l'analogie anthropomorphique.

Si à présent l'enfant est soumis à des expériences nouvelles et répétées dans son cadre quotidien, il multipliera les actions de prise de conscience et d'interprétation sémantique du contenu de ces expériences et des événements environnants, ce qui doit étoffer son corpus cognitif et donc stimuler les actions de pensée qui y font appel. Il s'agit certes de connaissances naïves, voire erronées, mais Ogara (1990) a

bien montré que l'acquisition d'un savoir scientifique se fait plus harmonieusement, à partir d'une remise en ordre adéquate, par l'explication de connaissances naïves ou erronées apprises dans la vie de tous les jours, que par l'apprentissage exclusif de connaissances exactes à l'école.

Reflète de ces recherches, l'enseignement japonais actuel met à son tour l'accent sur l'interdépendance entre expérience concrète et pensée, et fait largement entrer l'apprentissage empirique dans la salle de classe. Grâce surtout aux études de la vie et de l'environnement, nouvelle matière des première et deuxième années du primaire, l'enfant voit son champ d'apprentissage s'élargir à l'ensemble de sa sphère existentielle et son corps devenir un outil total d'apprentissage par l'expérience des événements sociaux et naturels proches. Son acquisition progresse par des actions spontanées où il fait corps avec l'objet — regarder, comparer, fabriquer, chercher, élever, jouer — et dont le maître cesse d'être le guidé unilatéral. Plus que la compréhension objective de la société et de la nature, c'est le rapport de l'enfant à l'environnement qui est recherché.

L'enfant se préoccupe et prend conscience de la signification de l'environnement à son égard et, en même temps, approfondit la perception qu'il a de lui-même et de son existence par la répétition d'actions dont il est le sujet principal. Les études de la vie et de l'environnement ont précisément pour objectif de développer cette perception en vue de préparer l'enfant à affronter, dans les meilleures conditions, les apprentissages des années suivantes.

Elles constituent une base théorique essentielle de la théorie de Piaget, dont elles peuvent être considérées comme l'une des concrétisations pédagogiques les plus abouties au Japon.

Références

- Fujinaga, T. ; Saiga, H. ; Hosoya, J. 1963. « Genèse du concept de nombre chez l'enfant par les pédagogies empiriques I, II ». Dans : *Kyôiku Shinrigaku Kenkyû* [Journal de psychologie de l'éducation] (Tokyo), n° 11, p. 18-26, 75-85. (En japonais.)
- Hatano, K. 1931. *Jidô Shinrigaku* [La psychologie de l'enfant]. Tokyo, Dôbunkan. (En japonais.)
- Inagaki, K. 1990 « Young children's use of knowledge in everyday biology » [L'utilisation de la connaissance par les enfants dans la biologie de tous les jours]. *British journal of developmental psychology* (Leicester, England), n° 8, p. 281-288.
- Inagaki, K ; Hatano, G. 1991. « Constrained person analogy in young children's biologic inference » [Analogie avec les personnes contraintes dans l'inférence biologique des jeunes enfants]. *Cognitive development* (Norwood, New Jersey), n° 6, p. 219-231.
- Kawaguchi, I. ; Sawato, M. ; Takagi, M. 1962. « Genèse du concept de nombre chez l'enfant dans le contexte de la culture japonaise ». Dans : *Kyôiku Shinrigaku Nenpô* [Rapport annuel sur la psychologie de l'éducation], n° 2, p. 9. (En japonais.)
- Matsui, K. 1976. *Piaje no Yôji Kyôiku Shirizu* [Quelques articles de Piaget sur l'éducation de l'enfant]. Vol. 1-5, Tokyo, Meiji Toshô. (En japonais.)
- Mori, K. 1976. « A cross-cultural study on children's conception of speed and duration : a comparison between Japanese and Thai children » [Étude transculturelle sur la

- conception enfantine de la vitesse et de la durée : comparaison entre enfants japonais et thaïlandais]. *Japanese psychological research* (Tokyo), n° 18, p. 105-112.
- Ogara, K. 1990. « Une étude de la remise en ordre des connaissances erronées ». *Kyôiku Shinrigaku Kenkyû* [Journal de psychologie de l'éducation] (Tokyo), n° 38, p. 455-461. (En japonais.)
- Takeda, T. 1977. « Étude de la conservation chez l'enfant ». Dans : *Seiwa Joshi Daigaku Ronshû* [Rapport de l'Université Seiwa pour les femmes], n° 6, p. 165-184. (En japonais.)
- Tôyama, H. ; Ginbayashi, H. 1960. *Suidô Hôshiki ni yoru Keisan Taikei* [L'arithmétique selon la méthode Suidô de la distribution d'eau], Tokyo, Meiji Tosho. (En japonais.)
- Yokochi, K. 1964. *Yôji Kyôiku I* [L'éducation de l'enfant]. Tokyo, San-ichi Shobô. (En japonais.)

PIAGET, LA PÉDAGOGIE

ET LES PERSPECTIVES INTERCULTURELLES

Mohamed Lahlou

Le nom de Piaget a plus été associé aux notions d'épistémologie génétique et d'universaux qu'à celles de pédagogie et d'interculturalité, et pourtant, qui, plus ou autant que lui, a ouvert la psychologie à la pédagogie et l'universalité à l'approche interculturelle des mécanismes de pensée.

La trajectoire de Piaget explique certainement sa stature de pédagogue, même si tous les spécialistes ne lui attribuent qu'un intérêt secondaire pour la pédagogie. Naturaliste, Piaget découvrira, dans sa passion pour la biologie, le modèle fondamental du sujet assimilant le monde, en étudiant la genèse de la connaissance dans la perspective de l'évolution de la pensée individuelle. C'est son projet d'épistémologie génétique qui sera mis au profit de la pédagogie en insistant sur le rôle des actions dans l'évolution de l'intelligence et de la connaissance de l'enfant.

L'intérêt précoce de Piaget pour la pédagogie active en fera, étape marquante, le collaborateur de Claparède, puis l'autorité responsable d'institutions pédagogiques et éducatives de premier plan. En somme, un épistémologue généticien impliqué dans la genèse et la transmission des savoirs.

Les relations avec l'interculturalité ne sont en revanche pas aussi immédiates chez Piaget qui, à partir des travaux sur les enfants genevois, a construit des modèles auxquels il a donné une dimension d'universaux. Ses travaux ont suscité, grâce à leur intérêt, nombre d'études comparées, qu'on n'a pas dénommées « interculturelles », mais qui sont fondamentalement des approches et des confrontations

Mohamed Lahlou (Algérie)

Professeur de psychologie interculturelle à l'Université Lumière Lyon-II (France). Professeur de psychologie à l'Université d'Alger pendant plusieurs années, M. Lahlou est titulaire d'un doctorat en psychologie et d'un doctorat ès lettres et sciences humaines. Auteur de travaux portant en particulier sur « les facteurs culturels du développement individuel et collectif », directeur de recherches, il a aussi dirigé un nombre important de thèses en psychologie. Il est fondateur de la *Revue algérienne de psychologie* et oriente actuellement ses principaux travaux autour des problèmes de l'interculturalité et des représentations sociales.

interculturelles. À cela, il faut ajouter que l'application de ses théories à la pédagogie a fait naître, devant la diversité des populations auxquelles s'adressent les programmes éducatifs, le besoin de confronter les théories aux réalités culturelles — aux sollicitations — des milieux de vie de l'enfant.

C'est cette relation entre pédagogie piagétienne et perspectives interculturelles qui rendent encore plus d'actualité l'œuvre de Piaget dans des pays comme ceux d'Afrique qui se trouvent face au double objectif de construire des sociétés pluralistes dans leurs fondements et unifiés sur le plan idéologique, et de mettre en place des systèmes pédagogiques qui favorisent l'épanouissement des individus et des groupes culturels, en même temps qu'ils renforcent la pensée rationnelle universelle indispensable au développement des idées scientifiques.

Besoins en éducation et besoins de l'éducation

Le terme de sous-développement, si fréquemment utilisé au lendemain de la décolonisation, a « pudiquement » disparu du discours actuel, comme pour dissimuler, d'une part, l'échec des programmes de développement engagés dans les pays anciennement colonisés, et, d'autre part, les déséquilibres existant et s'accroissant entre le Nord et le Sud de la planète. Ce déséquilibre, important sur le plan économique, est frappant dans le domaine socioculturel où les systèmes institutionnels mis en place avaient cru nécessaire d'atteindre des objectifs pédagogiques limités aux « apprentissages informationnels techniques » et conçus en dehors d'une référence aux préconstruits culturels qui marquent la personnalité profonde de l'enfant.

LES URGENCES DE L'ALPHABÉTISATION ET LE CENTRALISME ÉDUCATIF

Outre les problèmes démographiques et économiques réels, un continent comme l'Afrique n'a pas réussi, malgré les budgets importants qui sont fréquemment accordés à l'éducation, un décollage éducatif et culturel, parce qu'il n'a pas su établir un pont, pour ce qui est de la mise en place des programmes, entre l'universalité des structures de pensée et la spécificité culturelle de certains contenus d'enseignement.

À cela, il faut ajouter le fait que, entamant les indépendances nationales avec un taux d'analphabétisme très important, l'Afrique a focalisé son attention sur l'objectif d'alphabétisation au détriment d'une fixation des objectifs pédagogiques liés à l'accélération des connaissances dans le monde développé, comme s'il était indispensable que les écoles africaines récapitulent les étapes du développement des écoles des puissances colonisatrices. Les États et les pouvoirs vivaient comme une fatalité le poids des problèmes, se résignant à un enseignement fondé sur les urgences. Il est vrai que le poids de la colonisation et les prix de la décolonisation étaient élevés pour des nations encore en formation, sans élites intellectuelles et scientifiques, et restées encore soumises aux problèmes de l'autosuffisance alimentaire.

La structure des nations africaines héritée de l'histoire coloniale et précoloniale s'est faite par référence à la structure des nations colonisatrices européennes, prioritairement fondée sur la conception centralisatrice des pouvoirs et des institutions. Cela a été à l'origine d'une volonté d'organiser l'État et l'école sur le mode centralisateur qui a engendré une gestion uniformisante et autoritaire de la vie éducative et culturelle. Les institutions scolaires ont de ce fait oublié que l'enfant était « le » destinataire de tout programme d'éducation et qu'il arrivait à l'école en apportant avec lui une culture d'origine qui participe à son acculturation. Face à la pluralité des cultures nationales, les écoles africaines ont généralement fait table rase des cultures d'origine au profit de cultures scolaires inspirées, au nom de la « modernité » indispensable au développement, du modèle culturel de l'Occident industrialisé. Dans l'ensemble d'informations dont il est porteur, on puisait celles considérées comme données pour rien, comme « free culture », pour mieux se convaincre d'une appropriation de la connaissance universelle, mais en fait coupées des contextes réels dans lesquels se réalise cette appropriation par l'enfant.

LES LANGUES D'ENSEIGNEMENT

La question idéologique n'a pas eu que cet effet ; elle a aussi imposé son empreinte en ce qui concerne le choix des langues d'enseignement. Certes l'Afrique s'est trouvée confrontée à l'existence d'un patrimoine linguistique diversifié et difficile à gérer vu l'absence de travaux de linguistique, de psycholinguistique, de psychopédagogie et de sociolinguistique s'appliquant à l'ensemble des langues en présence. La réponse des responsables de l'éducation a été d'opter très vite pour un système linguistique « unificateur » qui reposait soit sur la langue de l'ancien colonisateur, soit sur celle d'une « composante » dominante, marginalisant ainsi les autres langues et leurs locuteurs. L'acquisition d'une nouvelle langue ne s'est pas faite aisément ; les niveaux de compétence étant restés bien en deçà, pour la majorité des enfants scolarisés, des niveaux de langue indispensables à la transmission des contenus pédagogiques et culturels nécessaires à la constitution d'un savoir compétitif au niveau international. En outre, on a réduit au maximum les capacités des langues maternelles à se substituer à la langue de l'école dans la scolarisation de savoirs et de savoir-faire, et leur traduction au sein des patrimoines culturels, tant individuels que collectifs. Ainsi, sans obtenir un développement de la maîtrise suffisante et généralisée de la langue d'enseignement, les systèmes scolaires ont provoqué une régression des langues autochtones, de leur capacité à produire un renouvellement, un renforcement des productions culturelles et une ouverture sur le patrimoine culturel universel.

Les pouvoirs africains ont justifié leur stratégie par la manière dont les anciennes puissances coloniales ont géré leurs propres langues régionales et en évoquant une meilleure uniformité des systèmes éducatifs et de leurs contenus. Même lorsqu'un effort de prise en charge des langues maternelles a été envisagé, il s'est limité à des programmes d'alphabétisation sans viser pour autant la promotion de ces langues et leur participation à un programme global destiné à faire de chaque

langue maternelle une langue d'enseignement. Lorsqu'elles n'étaient pas soumises à l'interdit, les langues africaines étaient réduites, sous prétexte d'authenticité et de tradition, au rang de patrimoine à conserver en le fixant dans l'état.

Au-delà de la problématique des langues maternelles, les écoles africaines se sont retrouvées au cœur d'une confrontation idéologique mettant en présence le système de pensée véhiculé par les langues des anciennes puissances coloniales et celui porté par les langues nationales. Partagés entre leur culture d'origine et la culture scolaire, les élèves se trouvent en face de deux systèmes de références parfois contradictoires véhiculés chacun par une langue ayant sa propre histoire en termes de culture et de civilisation, et cantonnés chacun dans un objectif pédagogique hermétiquement clos. D'un côté, la langue à laquelle est attribué le rôle de gérer la tradition et de faire l'éloge du passé, et de l'autre, celle à laquelle est confié le soin de transmettre les éléments de la modernité et de lancer des hypothèses sur l'avenir. C'est aussi, d'un côté, la langue véhiculant une pensée religieuse et, de l'autre, un idiome charriant la pensée profane. C'est enfin, d'un côté, la langue où sont enseignés les principes de la morale et, de l'autre, celle où sont assumés les principes de responsabilité. Écartèlement donc de l'enfant entre des systèmes de réflexion où les repères sont opposés, et renforcement d'une pédagogie orientée vers des conditionnements fondés sur un discours magistral qui enveloppe des notions élaborées en dehors de toute activité propre du sujet.

C'est là tout l'intérêt de la référence à la pédagogie piagétienne et à l'approche interculturelle pour appuyer la nécessité d'une pédagogie active, dont l'élève serait le centre, et d'une pédagogie intégrative, ouverte sur les contextes et leur devenir.

Apports de la psychopédagogie piagétienne

L'œuvre pédagogique de Piaget, libérée des restrictions qui lui furent souvent imposées, nous invite à une lecture qui crée des ouvertures où tous les pédagogues peuvent puiser leur source de réflexion. Cette lecture répond aux préoccupations pédagogiques en établissant un rapport d'équivalence entre la mise en place des structures cognitives et la définition des objectifs pédagogiques, en proposant de fonder toute activité pédagogique sur l'activité propre du sujet et sur les acteurs de structuration du milieu qui viennent favoriser son évolution cognitive.

LES ÉTAPES DU DÉVELOPPEMENT DE L'ENFANT ET LES CATÉGORIES DE LA CONNAISSANCE

L'intérêt éducatif de l'œuvre de Piaget réside d'abord dans la démarche par laquelle il fait découvrir aux pédagogues la pensée enfantine et les conditions de mise en place des structures intellectuelles aux différents âges. En s'appuyant sur un ordre fixe des paliers de développement et en tenant compte de simples décalages liés aux contextes, les pédagogues se placeront dans un projet éducatif capable d'offrir à l'enfant les meilleures possibilités d'acquisition des connaissances. Ils puiseront en outre dans les concepts piagétiens de nombre, d'espace, de temps, de causalité, de

sériation, de combinatoire, etc., les supports intellectuels indispensables à l'élaboration de leur matériel éducatif.

Le contact que Piaget a eu avec les enfants explique l'intérêt qu'il suscite chez les éducateurs qui cherchent à comprendre la genèse et le développement de l'intelligence ; de même l'usage qu'il fait de l'approche clinique est le modèle d'une relation pédagogique fondée sur la compréhension des conduites de l'enfant. Les expériences de standardisation des tests de raisonnement entreprises dans le laboratoire de Binet constituent, pour les éducateurs aussi, une source de découverte ; les réussites et les échecs des enfants y ont révélé les formes que prennent les processus cognitifs mis en œuvre, la genèse des structures logiques fondamentales et l'élaboration des catégories de la pensée.

LE RÔLE DES INTERACTIONS SOCIALES COMME FACTEUR DE DÉVELOPPEMENT

Outre les facteurs de maturation nerveuse (en tant que condition nécessaire à l'apparition de certaines conduites), d'équilibration (qui conduit les opérations vers des formes d'équilibre plus larges et de niveau supérieur) et d'exercice (par l'action sur les situations), Piaget souligne pour les éducateurs le rôle fondamental des interactions et des transmissions sociales comme facteurs de développement. Ce facteur d'échange social insiste sur la nécessité d'une participation active de la famille et du groupe social, par l'intermédiaire des cultures et des sous-cultures, à la mise en place des apprentissages scolaires et à l'adaptation des contenus aux formes.

Pris par la rigueur avec laquelle Piaget a présenté les stades de développement, les différents auteurs n'ont pas suffisamment fait ressortir dans son œuvre la place réservée au rôle des facteurs sociaux. Ces facteurs ont une double fonction d'échanges : celui qui a lieu entre l'élève, le maître et les autres apprenants, celui que l'élève entretient avec le milieu social comme stimulateur et ancrage des apprentissages scolaires. D'où l'importance pour les systèmes éducatifs de favoriser chez l'enfant la découverte, dans son milieu, des rapports de la pensée logique et de rétablir, en fonction des principes de la logique, les relations que son milieu établit entre les faits et les objets.

LES RELATIONS ENTRE L'ÉLÈVE, L'ÉCOLE ET LE MILIEU DE VIE

Pour Piaget, l'intelligence est une façon de s'adapter qui s'inscrit dans l'évolution globale du sujet et s'appuie sur l'ensemble des formes d'adaptation qui permettent la réalisation d'un équilibre entre l'organisme et le milieu. Cette notion d'adaptation traduit l'action de deux processus : l'un favorise l'incorporation des éléments du milieu par le sujet, l'autre procède de la transformation du milieu. Entre le milieu et l'individu s'opère une double relation d'assimilation et d'accommodation qui, au fur et à mesure du développement, établit un équilibre à travers l'incorporation des éléments du milieu et une modification de la structure de pensée. Cette

proposition de Piaget est essentielle pour rétablir la forme naturelle des relations entre l'élève et l'école, et entre l'école et le milieu de vie de l'élève, parce qu'elle implique ces trois acteurs pédagogiques dans un système fait de participations réciproques et de significations interdépendantes. D'où aussi la nécessité de créer ou de s'appuyer sur les conditions concrètes utiles à la compréhension logique des situations. Même s'il faut pour cela, et avant d'élargir les acquisitions à d'autres contenus, se limiter à des modes de fonctionnement cognitif privilégiés des sujets. La structuration d'un milieu capable de renforcer l'observation, la transmission verbale et l'exercice fonctionnel favorisera l'évolution cognitive de l'enfant.

LES MÉTHODES ACTIVES

Piaget invite résolument à faire reposer les projets éducatifs sur une pédagogie active et s'inscrit dans la perspective fonctionnaliste qui établit un lien fondamental entre l'activité du sujet, d'une part, et les besoins et les buts, d'autre part ; c'est une position qui place la source de toute connaissance dans l'action. Il rejette ainsi les méthodes traditionnelles qui maintiennent l'élève d'emblée dans une attitude passive en lui présentant les notions dans leur forme la plus élaborée. Pour lui, en effet, les notions doivent être construites grâce à l'activité propre de l'enfant qui participe elle-même à son propre développement en assimilant les situations et en les intégrant dans des structures de pensée déjà organisées.

Partant de ses travaux sur la perception, l'image mentale et les opérations intellectuelles, Piaget rejette également les méthodes intuitives qui font procéder toute connaissance de l'expérience sensorielle des objets. C'est seulement par l'action qu'on exerce sur eux que leurs propriétés vont se construire. En somme, la connaissance procède de l'action sur le monde. Piaget ne croit pas, enfin, à la capacité des méthodes dites d'enseignement programmé de permettre l'acquisition d'un savoir en même temps que l'épanouissement de l'initiative de l'élève dans le renforcement de sa démarche grâce à des tâtonnements, des hypothèses et des vérifications.

Prenant donc le contre-pied de ces méthodes, Piaget considère que seules celles qui sont actives peuvent privilégier les capacités d'adaptation de l'enfant en prenant en compte les rapports assimilation-accommodation. Cette pédagogie active s'appuie sur la théorie de l'interaction et du constructivisme, qui considère tout acte intelligent comme à la fois la compréhension d'une situation et l'invention d'une solution répondant à cette compréhension. Elle met en œuvre, au cours de l'activité éducative, l'ensemble des processus qui marquent le niveau opératoire de l'enfant : maturation, expérience sur les objets, interactions sociales et processus d'équilibration. Plus directement, elle induit la participation directe du sujet en suscitant chez lui des opérations et en éveillant sa curiosité pour le conduire jusqu'à la découverte des solutions.

Il s'agit à nos yeux des enseignements essentiels que l'on peut tirer de la pédagogie piagétienne, pour revaloriser des écoles en souffrance de modèles cohérents. Mais cette œuvre ne peut se réaliser pleinement si, en même temps, le regard sur les

milieux de vie de l'enfant ne s'appuyait pas sur la multiplicité des significations et la rencontre des cultures.

Éducation et interculturelité

Les écoles — aussi bien celles des États à long passé historique que celles d'États plus récents — ont souffert de l'ethnocentrisme et du principe de l'uniformisation des référents culturels de l'école calqués sur le modèle des référents idéologiques du pouvoir. Les écoles africaines notamment ont hérité de l'esprit centralisateur des pouvoirs coloniaux, qui avaient soit ignoré tout enseignement destiné aux populations « autochtones », soit envisagé, pour les besoins de leurs administrations, de tenir compte épisodiquement des facteurs « ethniques » en introduisant l'enseignement des langues « indigènes ».

Il faut attendre le développement des principes théoriques qui ont permis la naissance de l'anthropologie culturelle pour voir l'approche interculturelle participer à la réflexion sur l'organisation des systèmes éducatifs. En établissant le pont entre le social et le psychique, et entre l'individuel et le collectif, elle se déclarait ainsi partie prenante des études sur les phénomènes culturels en même temps que la pédagogie était envisagée comme participant à la rencontre et à la transmission des cultures humaines.

LE RÔLE DE LA PÉDAGOGIE INTERCULTURELLE

Si les rencontres entre les cultures ont un long passé universel, la reconnaissance du caractère multiculturel des actions pédagogiques n'a en revanche été prise en charge par les institutions que très récemment, encore qu'exceptionnellement.

Le multiculturalisme, réalité de toutes les sociétés y compris les sociétés modernes, implique de la part des systèmes d'éducation une démarche qui rompt avec l'ethnocentrisme culturel, leur choix pour une démocratisation culturelle permettant de reformuler les objectifs pédagogiques et culturels dans le sens d'une plus grande adéquation avec les besoins des apprenants. En outre, le multiculturalisme, en allant à la rencontre de l'universalité des structures de pensée, situe bien à nouveau le mouvement piagétien de l'éducation, qui insiste sur la nécessité d'une participation du milieu à l'acquisition des savoirs. Le système de significations propre à chaque groupe d'individus favorisera en effet l'émergence de règles et de normes ancrées dans la nature humaine. Il faut ajouter à cela que l'aspect dynamique de la culture ambiante est le résultat des interactions entre les individus et leur communauté.

Les rapports que l'individu entretient avec son contexte culturel et ceux qui existent entre les différents contextes culturels font de l'interculturalité une approche de l'ensemble des processus psychiques, relationnels, institutionnels, etc. Ces processus permettent d'étudier, au travers d'échanges réciproques, les phénomènes dans leurs contextes réels et pluriels. L'approche de la pédagogie interculturelle puise son efficacité dans cette réalité des faits et dans l'intérêt que l'élève

manifeste pour les stimulations du milieu et pour le soutien de son groupe d'appartenance.

Outre les enseignements qu'elle tire de l'étude comparée de groupes culturels différents, la pédagogie interculturelle se fonde sur l'existence de sujets et de groupes qui vivent des changements de contextes culturels, ou se trouvent confrontés à des univers culturels différents (cas des minorités culturelles et d'élèves migrants).

L'ÉCOLE ET L'INTÉGRATION PLURALISTE

L'approche interculturelle souligne également le rôle fondamental de la notion d'adaptation à travers les deux processus piagétiens d'assimilation et d'accommodation. En effet, parce que, confronté à plusieurs systèmes de référence, l'élève est l'objet d'un équilibre dynamique entre enculturation et acculturation. Cet équilibre doit être pris en charge par les pédagogues au moment de la confection des programmes et lors de l'utilisation des méthodes d'enseignement.

L'enculturation — considérée comme l'ensemble des processus par lesquels l'enfant reçoit la culture de son milieu en même temps qu'il est accueilli par lui — place l'élève dans une situation d'apprentissage marquée par une *assimilation réciproque de l'enfant et du milieu*. L'acculturation, quant à elle, répond aux préoccupations des éducateurs et des apprenants lorsque se produit un contact direct et continu *entre des individus ayant des cultures différentes* ; elle traduit une activité participante au cours de laquelle se réalisent des équilibres et des rééquilibres successifs.

L'interculturalité permet également d'insister sur le rôle de l'expérience en tant que source des connaissances et sur la signification des différences culturelles en tant qu'habitudes acquises et transmises. Aussi bien l'acquisition de ces habitudes que leur transmission s'opèrent dans une relation d'interactions où toutes les opérations présentes participent aux échanges. Il s'agit là d'une véritable intégration pluraliste qui fait de la culture de l'élève le résultat d'une coopération impliquant l'ensemble des cultures en présence, dans une globalité cohérente où se maintiennent la liberté et l'interdépendance des individus et des groupes.

Les systèmes d'éducation découvrent ainsi dans la pédagogie interculturelle les moyens de faire participer les différentes cultures dans lesquelles baigne l'enfant. Cette pédagogie établit en effet entre ces cultures des relations de solidarité, en mettant en place des normes, et de référents communs à partir de la reconnaissance des différences de significations et de l'originalité des démarches.

Réponse aux blocages des institutions pédagogiques devant la diversité des situations, l'approche interculturelle permet d'assurer la cohésion participante au sein de l'école et donne l'occasion d'un discours identitaire qui implique un projet de connaissance d'autrui et de reconnaissance de l'espace multiculturel des élèves. Cette démarche est également une découverte des opérations de réciprocité, de complémentarité, de sériation, d'emboîtement, etc. Une logique, en somme, des relations humaines fondée sur la logique mathématique avec la richesse que procure, sur le plan affectif, le contact et la reconnaissance d'autrui.

LA LANGUE MATERNELLE COMME VÉHICULE DES CONNAISSANCES SCOLAIRES

L'approche interculturelle permet de mieux appréhender la problématique des langues dans des pays où la diversité linguistique n'a suscité que des réponses idéologiques fondées sur le principe de domination et d'exclusion, et justifiées par le besoin de conformer les supports de la pensée à ceux des idéologies ambiantes ou par l'idée d'une hiérarchisation des langues et des cultures, donc de l'incapacité de certaines d'entre elles à participer à l'épanouissement de la pensée et à la constitution des savoirs.

Le concept d'interculturalité, en insistant sur le fait que, à travers le langage, l'enfant reproduit un modèle spécifique fourni par l'environnement, rejoint la psycholinguistique piagétienne qui démontre, d'une part, que le développement du langage s'appuie sur l'acquisition de certaines structures universelles et, d'autre part, que, pour maîtriser certaines structures de la langue, le sujet doit développer des procédures d'approches spécifiques. D'où la nécessité de renforcer par l'acquisition de structures de base le recours à la langue naturelle de l'enfant comme registre langagier immédiatement disponible.

La notion d'interactionnisme, commune à l'approche piagétienne et à l'approche interculturelle, insiste sur la dialectique permanente qui unit le sujet et son milieu. Celle de constructivisme joue également le même rôle de rencontre des deux approches en montrant que la connaissance s'élabore par un ensemble de choix et d'échanges avec le milieu au cours des différents stades de développement. La prise en charge de la pluralité linguistique des apprenants révèle les relations qui existent entre comportements cognitifs et comportements langagiers, notamment dans la description des objets et des situations. Les termes utilisés, pour peu qu'ils soient empruntés à des vocabulaires différenciés, font mieux comprendre les conditions dans lesquelles les réponses sont apportées à des questions pour éviter qu'elles ne soient systématiquement considérées comme de fausses réponses. En somme, la langue de l'enfant est le lien par où transitent à la fois son acquisition des savoirs et l'expression de sa représentation des objets et des situations. C'est là un principe essentiel si l'on veut rester au contact des réalités et du monde de représentations que portent en chacune d'elles les communautés humaines.

La pédagogie piagétienne, née d'une connaissance rationnelle des mécanismes de la pensée individuelle, constitue toujours un référent important face, d'une part, aux besoins des systèmes éducatifs, notamment ceux qui sont aux prises avec la définition des objectifs, d'autre part, aux sollicitations des enfants à vivre leur culture, enfin, aux besoins des cultures qui participent à la fois aux institutions et au savoir. Pédagogie piagétienne et pédagogie interculturelle se rejoignent dans le regard qu'elles portent sur la compréhension de la pensée humaine et sur l'adaptation des principes éducatifs à la richesse de l'humain.

Références

- Clanet, C. 1993. *L'interculturel : introduction aux approches interculturelles en éducation et en sciences humaines*. Toulouse, Presses universitaires du Mirail.
- Gréco, P. ; Piaget, J. 1974. *Apprentissage et connaissance*. Nendeln, Krauss Reprint.
- Fitouri, C. 1983. *Biculturalisme, bilinguisme et éducation*. Neuchâtel et Paris, Delachaux et Niestlé.
- Lahlou, M. 1989. *Ruse et intelligence*. Université Paris-X. (Doctorat d'État.)
- Piaget, J. 1973. *Où va l'éducation ?* Paris, Denoël Gonthier.
- . 1979. *Psychologie et pédagogie*. Paris, Denoël Gonthier.
- . 1981. *Épistémologie et sciences de l'homme*. Paris, Gallimard.
- . 1983. *Problèmes de psychologie génétique*. Paris, Denoël Gonthier.
- Zazzo, R. 1983. *Où en est la psychologie de l'enfant ?* Paris, Denoël Gonthier.

À PROPOS DE L'ACQUISITION

DES OBJETS CULTURELS : LE CAS

PARTICULIER DE LA LANGUE ÉCRITE

Emilia Ferreira

Introduction

Dans ce qui suit nous tenterons de montrer que, en dépit du fait que les aspects sociaux des processus d'acquisition de connaissances n'ont pas été vraiment thématiques par Piaget, l'essentiel de sa théorie permet de les traiter. Elle est en outre d'une grande valeur heuristique lorsqu'il s'agit de comprendre la genèse des objets socioculturels et leur transformation en objets de connaissance.

Puisque ce travail s'inscrit à l'intérieur de la problématique générale concernant « Piaget et l'éducation », il est utile de rappeler la distinction qu'il convient d'établir entre deux aspects étroitement liés certes, mais qu'il faut maintenir séparés :

1. les rapports sociaux, inhérents à tout processus d'apprentissage scolaire, qui ont des conséquences sur l'apprentissage des matières au programme ;
2. les processus d'apprentissage liés aux objets proprement symboliques qui sont, en outre, des produits culturels doués d'une haute « valeur sociale ajoutée ».

Emilia Ferreira (Argentine)

Licence de psychologie de l'Université de Buenos Aires. Doctorat en psychologie de l'Université de Genève, sous la direction de Jean Piaget (1970). Établie à Mexico à partir de 1979, où elle devient professeur-chercheur au Centre de recherches et d'études avancées (CINVESTAV) de l'Institut polytechnique national. Elle est surtout connue par ses recherches concernant le développement des idées sur le système d'écriture chez l'enfant. Docteur *honoris causa* de l'Université de Buenos Aires. International Citation of Merit of the International Reading Association (1994). Consultant de l'UNESCO à plusieurs reprises. Auteur de huit ouvrages et de vingt-huit chapitres d'ouvrages en diverses langues : anglais, espagnol, français, italien et portugais.

Nous allons traiter ici uniquement du second aspect, en prenant comme exemple le cas d'un objet qui a une très grande valeur scolaire et sociale : le système d'écriture.

Introduction à la problématique

Du point de vue matériel, n'importe quel système d'écriture (depuis ses origines jusqu'à nos jours) s'assimile à un ensemble de marques sur une surface. L'homme a toujours été un producteur de marques, et on pourrait même aller jusqu'à dire que la production intentionnelle de marques définit l'humain en tant que tel.

Or, un ensemble quelconque de marques ne constitue pas une écriture. La nature des marques est indifférente : peu importe si chacune d'entre elles, en tant que marque isolée, est le dérivé de tentatives, progressivement schématisées, de dessiner les objets de l'environnement. Ce qui importe est que, à un certain moment, ces marques ont été organisées comme un système qui garde des rapports précis avec le système de la langue. Il semble possible d'affirmer que l'écriture a été inventée seulement quatre fois au cours de l'histoire de l'humanité et à des moments historiques différents : en Chine, en Mésopotamie (Sumer), en Égypte et en Més-Amérique (Michalowski, 1994). Deux d'entre ces systèmes originaux ont eu un si grand succès et fait preuve d'une si grande adaptabilité qu'ils ont survécu jusqu'à nos jours : le chinois a perduré, avec peu de variations à travers les siècles ; le sumérien, bien qu'il ait subi de grandes transformations et diverses déviations, a donné lieu, entre autres, à l'écriture alphabétique.

Les enfants en développement sont également des producteurs de marques. Cependant, le fait crucial, du point de vue social et scolaire, est qu'ils doivent comprendre des marques que d'autres ont auparavant produites sur des surfaces diverses : des marques qui se succèdent les unes aux autres, dans un ordre linéaire, et qui s'organisent dans un espace aux frontières bien définies (la feuille de papier, par exemple, qui est la surface la plus courante de nos jours). Ces marques se présentent comme un ensemble de lignes séparées par des blancs qui délimitent des espaces pleins et des espaces vides, des ensembles serrés de marques et des lignes de longueur variable.

Ces marques sont opaques jusqu'au moment où un interprète montre à l'enfant qu'elles ont des pouvoirs singuliers : il suffit de les regarder pour entendre surgir du langage. Un langage sans doute bien différent du langage de la conversation face-à-face, avec une organisation particulière et des mots qui ne sont pas « les mots de tous les jours ». Celui qui lit parle à autrui, mais ce qu'il dit n'est pas son propre discours : les mots qu'il prononce sont ceux d'autrui, cachés eux aussi derrière les marques.

Les pratiques sociales d'interprétation sont seules à dévoiler que ces marques sur une surface sont en fait des objets symboliques ; les pratiques sociales d'interprétation les transforment en objets linguistiques.

Cette transformation des objets opaques en objets translucides ne se fait pas d'un seul coup, lorsque l'enfant assiste à une lecture à haute voix. Celui qui lit à haute voix fait des choses mystérieuses, et, en même temps, introduit l'enfant dans

les labyrinthes du mystère. Le fait de savoir que ces marques permettent la production du langage est une chose ; comprendre de quelle manière elle s'accomplit en est une autre. Pour arriver à une compréhension analytique, il faut beaucoup plus, et en deux sens : temporel et cognitif. Les discours des enseignants ne suffisent guère. Il y a trop d'enfants qui restent pendant toute une année scolaire sans comprendre le discours pédagogique, un discours délivré à partir des « évidences » propres à un adulte déjà alphabétisé et construit sur l'idée simpliste qui confond les éléments minimaux (lettres ou syllabes) avec les choses faciles, et le niveau de réalisation linguistique complexe (le texte) avec la chose psychologiquement difficile.

Pour arriver à une compréhension analytique entre les marques écrites et le langage oral, il faut laisser se déployer cette activité structurante du sujet que Piaget a su si bien décrire dans d'autres domaines de la connaissance. Il faut aussi — ce qui est essentiel dans ce cas — recevoir des informations spécifiques, de sorte que, comme toujours, l'information sera assimilée par le sujet à ses propres schèmes conceptuels en développement. Il faut aussi laisser la place à de multiples interactions entre le sujet et l'objet à connaître, un objet qui, dans le cas particulier, se présente à travers une pluralité d'autres objets. L'écriture n'existe pas dans le vide. Les surfaces que la culture a construites pour servir à porter (et à transporter) les marques écrites ont des noms et des fonctions : elles s'appellent des journaux, des livres, des calendriers, des documents d'identité, des dictionnaires, des annonces publicitaires et d'organisation urbaine, des boîtes et cartons de toutes sortes... La liste est longue.

L'écriture existe en contexte. Le tableau noir n'est que l'un des contextes possibles : le plus analytique, mais non le plus fonctionnel. Les enfants vivant en milieu urbain, environnés d'écritures depuis leur naissance, ne sont pas toujours bien entourés d'informations et d'interprètes. Tous les enfants (y compris les fils d'analphabètes) arrivent à apprendre des choses à propos des marques écrites, grâce à leurs efforts actifs pour les comparer, les ordonner et les reproduire. Malheureusement, beaucoup d'enfants arrivent à l'école sans jamais avoir eu le privilège d'une lecture à voix haute, sans avoir fait face au déficit du mystère, sans avoir dépassé le seuil de l'opacité des marques. Et, au moment d'arriver à l'école, ils trouvent une enseignante qui, au lieu d'agir comme interprète, se limite à agir en tant que décodificatrice : elle dit que M est /m/ ou /Em/, que MA est /m/ + /a/ ; elle compose ou décompose des syllabes sans laisser soupçonner le rapport avec le langage. Où est le mystère, le défi, l'objet à apprivoiser ?

Une vérité élémentaire qu'il faut rappeler lorsque nous passons de la théorie de Piaget à la pratique de l'éducation : la seule présence de l'objet n'assure pas la connaissance, mais son absence est garantie de manque de connaissance. Si la langue écrite, en tant que système, est bannie du contexte scolaire, si elle est réduite à un ensemble de marques détachées du système d'écriture autant que du système de la langue, alors nous nous trouverons dans la même situation que celle déjà dénoncée par Vygotski en 1935 :

The teaching of writing has been conceived in narrowly practical terms. Children are taught to trace out letters and make words out of them, but they are not taught written language.

The mechanics of reading what is written are so emphasized that they overshadow written language as such (éd. de 1978, p. 105)¹.

Quel est le sens d'une citation de Vygotski dans un texte concernant Piaget ? Y a-t-il un lien possible entre Piaget et l'écrit en tant qu'objet conceptuel, étant donné que Piaget lui-même n'a pas porté la moindre attention à cet objet culturel ?

Faisons une contre-demande : est-il possible de parler de « Piaget et l'éducation » en laissant de côté cet objet scolaire par excellence ? Ces dernières décennies, nous avons assisté à des débats acharnés concernant les fonctions de l'école et du programme scolaire ; or, la seule fonction de l'institution scolaire qui soit restée en dehors du débat est l'apprentissage de la lecture et de l'écriture. Pensons-nous que la théorie piagétienne se trouve dans l'impossibilité de prendre en charge des objets nouveaux, éloignés de ceux qui sont à l'origine de cette théorie ?

Piaget, les influences sociales dans le développement et la connaissance des objets socialement constitués

Piaget n'a jamais thématiqué la psychogenèse du social en tant que telle, mais il ne manquait pas de sensibilité théorique à ce propos.

C'est dans *Psychogenèse et histoire des sciences* (Piaget et García, 1983) que nous trouvons la problématisation la plus claire de la notion d'objet dans les étapes initiales du développement cognitif, en ce qui concerne la dichotomie entre l'objet physique et l'objet social. Il est nécessaire de la présenter en entier :

Or, l'action n'a pas lieu seulement en fonction d'impulsions internes (excepté au tout début de la période sensori-motrice), elle n'est pas engendrée exclusivement de manière centrifuge. Au contraire, dans l'expérience de l'enfant, les situations auxquelles il a affaire sont engendrées par son entourage social, les choses apparaissant dans des contextes qui leur confèrent des significations particulières. L'enfant n'assimile pas des objets « purs », définis par leurs seuls paramètres physiques. Il assimile des situations dans lesquelles les objets jouent certains rôles et non pas d'autres. Quand le système de communications de l'enfant avec son entourage social devient plus complexe et plus riche, et particulièrement quand le langage devient le moyen de communication dominant, ce que nous pourrions appeler l'expérience directe des objets commence à être subordonnée, dans certaines situations, au système de significations que lui confère le milieu social. Le problème qui se pose ici à l'épistémologie génétique est celui d'expliquer comment l'assimilation reste, dans tels cas, conditionnée par tel système social de significations, et dans quelle mesure l'interprétation de chaque expérience particulière dépend de celles-ci (p. 274).

La nature mixte de l'objet, à la fois matérielle et chargée de significations sociales, est explicitée ici mieux que dans n'importe quel autre texte.

Par ailleurs, l'influence du social dans le développement a été maintes fois mentionnée et évoquée par Piaget, sans pour autant avoir été l'objet d'une analyse approfondie. Piaget rejette à plusieurs reprises — et à juste titre — un simple appel (ou invocation) du social qui n'aboutirait pas au moins à une description analy-

tique. De toutes les références possibles, nous pouvons choisir celles que l'on trouve dans *La formation du symbole chez l'enfant*, là où Piaget marque les différences avec Wallon (p. 9 et 69 de la 2^e édition, 1959) :

Mais le recours au concept global de la « vie sociale » nous paraît inadmissible en psychologie : la « société » n'est ni une chose ni une cause, mais un système de rapports, et il s'agit pour le psychologue de distinguer ces rapports et d'analyser séparément leurs effets respectifs (p. 69).

Les deux passages que nous venons de citer correspondent clairement aux deux directions principales que prend la pensée piagétienne : lorsqu'il s'interroge sur la nature de l'objet, il parle d'un problème d'épistémologie génétique ; lorsqu'il parle de l'influence du social dans le développement, il parle en psychologue. (Il n'est pas difficile de trouver, dans l'œuvre de Piaget, d'autres citations qui vont dans le même sens.)

Nous n'entendons pas dresser la liste complète des citations de Piaget à ce double propos. Il n'est pas non plus dans nos intentions d'essayer de montrer que, d'une façon ou d'une autre, Piaget s'est montré attentif aux notions sociales et à l'intervention du social dans le développement des sciences².

Nous allons considérer, au contraire, le point de vue de ses critiques les plus attentifs, point de vue qui, d'une façon très schématique, pourrait se présenter ainsi :

1. Piaget reconnaît — malgré lui ! — les influences sociales, mais il les analyse comme « interférences ». Il projette une analyse logique des rapports sociaux, en termes de « contrainte, coopération, imitation, discussion, etc. » (1959, p. 9), mais il ne la fait pas. Il nous assure que les opérations sont, en réalité, des coopérations, mais il ne nous en offre pas la démonstration.
2. Piaget adopte, par rapport au social, une position semblable à celle qu'il fait sienne face à la neurophysiologie : il s'attend à des coïncidences ou, du moins, pas à des divergences, par rapport à l'analyse psychologique, mais il revendique la spécificité de cette dernière. Il demande aux psychologues de s'abstenir d'invoquer, sans plus, des changements neurologiques non vérifiés (ou de possibles influences sociales) en vue de rendre compte des grands changements psychologiques. Il s'attend, « tôt ou tard », à des convergences dans l'avenir des sciences.

De la première critique on devrait déduire à l'incapacité (voire, à la limite, l'impossibilité intrinsèque) de la théorie piagétienne à traiter les objets sociaux.

De la seconde on devrait conclure à l'adoption d'une attitude méthodologique pour découper l'objet spécifique d'étude (discutable, peut-être, mais entièrement justifiable). Mais cela laisse ouverte la possibilité de mettre la théorie à l'épreuve³.

Même en reconnaissant que le fait de caractériser « autrui » dans les premières étapes du développement en termes d'« objets particulièrement intéressants » est clairement insuffisant (voire inacceptable), le vrai dilemme est le suivant : ou bien (i) la théorie de Piaget est une théorie qui s'applique exclusive-

ment aux objets physiques et logico-mathématiques, ou bien (ii) il s'agit d'une théorie générale des processus de construction de la connaissance, développée à propos des objets physiques et logico-mathématiques, mais en principe potentiellement apte à rendre compte de la construction d'autres types d'objets.

Nous avons soutenu depuis plusieurs années la seconde position, qui semble aujourd'hui plus difficile à admettre tout simplement parce que la mode va vers des micro-théories peu ou mal coordonnées entre elles. Sans renoncer au débat théorique, toujours nécessaire, nous devons nous demander : quelles sont les découvertes, les nouveaux faits observables mis en lumière pour les uns et pour les autres ? (C'est-à-dire ceux qui cherchent des mécanismes de portée très générale, et ceux qui prônent l'existence des modules spécifiques avec moyens d'accès indépendants, dans le champ particulier des objets sociaux de pertinence scolaire.)

Cela nous amène au point suivant : quelle est notre connaissance du développement de l'écrit chez l'enfant, en tant qu'objet conceptuel ?

Le développement de l'écrit chez l'enfant : aspects généraux et aspects spécifiques

Dans plusieurs de nos travaux nous avons essayé de mettre en évidence les processus par lesquels les marques écrites sont traitées progressivement par les enfants à travers une série de constructions conceptuelles qui se succèdent dans un ordre non aléatoire (tout au moins dans le cas des écritures de base phonographico-alphabétique). Loin de nous d'essayer de résumer ici ces travaux⁴. Il suffirait peut-être de donner quelques points de repère.

Après une première période caractérisée par la recherche de paramètres distinctifs entre les marques graphiques figuratives (iconiques) et celles qui ne le sont pas, l'attention des enfants, quand elle se concentre sur les marques écrites, touche davantage la distinction entre éléments et totalités, visant à définir les lois de composition qui permettent de construire des totalités potentiellement interprétables (des séries de lettres qui pourraient « dire » quelque chose).

À ce moment vont se constituer les deux principes organisateurs de base : celui de quantité minimale et celui de variété interne. Selon le premier principe, il doit y avoir une certaine quantité de graphies (au moins deux et de préférence trois) pour que la série de lettres puisse recevoir une interprétation linguistique. Selon le second principe, les graphies ne peuvent pas être répétées à l'intérieur de la série. (Ce second principe peut se manifester d'une façon rigoureuse — aucune répétition — ou bien d'une façon moins rigide — aucune répétition en position contiguë.)

L'histoire conceptuelle de l'écrit chez l'enfant met au premier plan les aspects d'organisation des formes, de composition de séries qui pourraient recevoir une interprétation. Ces aspects formels d'organisation prédominent sur les aspects proprement figuratifs (forme des lettres).

Les variations quantitatives et qualitatives vont permettre, peu à peu, de passer de la considération de chaque écriture en soi à la comparaison entre des ensembles d'écritures. Ces comparaisons permettront de déterminer si deux séries de lettres peuvent recevoir une même interprétation ou si elles doivent recevoir des interprétations différentes, du fait des différences objectivement constatées dans la composition des séries.

Il est remarquable de constater que des petits enfants qui ne savent pas encore lire ni écrire, dans le sens conventionnel du terme, découvrent des moyens remarquables de créer des différences objectives dans un ensemble de séries de lettres ordonnées. Par exemple, certains enfants découvrent que la série OMA peut donner lieu à un ensemble assez grand d'autres séries, rien qu'en changeant la position des formes dans la série : AMO, MOA, OAM... En essayant de comprendre l'écrit (objet culturel déjà constitué) les enfants doivent faire face à des problèmes de combinatoire avec une précocité plus grande que dans d'autres domaines.

Ainsi l'écrit se présente-t-il comme un espace de problèmes cognitifs. Dans d'autres domaines, les enfants feront face à des problèmes de combinatoire. Mais, ici, ils découvrent, ce faisant, une propriété inhérente à tous les systèmes d'écriture (y compris les systèmes alphabétiques) : avec un nombre limité de formes, on obtient par combinaison un ensemble indéfini de séries qui remplissent les conditions de « lisibilité » (variations quantitatives ou qualitatives).

Avant la période de phonétisation de l'écriture, nous assistons à un travail cognitif prolongé et intensif. Cette période de phonétisation débute, dans toutes les langues étudiées⁵, par une recherche de correspondance entre des lettres et des découpages sonores supérieurs au phonème, avec une nette préférence envers les découpages syllabiques. Malgré le fait d'être entourés d'informations alphabétiques, les enfants construisent une écriture syllabique⁶. (Nous pouvons le constater quand ils sont encouragés à écrire comme ils pensent, mais de la meilleure façon possible, en évitant que la copie soit la seule voie d'accès à l'écrit.)

Il n'est pas surprenant de voir apparaître, dans la genèse de l'écrit chez l'enfant, les grands problèmes logiques qu'il doit rencontrer à propos de n'importe quel aspect du réel : coordination de ressemblances et de différences, rapport entre la totalité et les parties, correspondance terme à terme, problèmes de sériation et d'identité. Rien d'étonnant puisque les structures logiques constituent à la fois les conditions de la lecture de l'expérience et le résultat des essais de structuration de l'objet de connaissance.

Toutefois, il est important de souligner que ce n'est pas l'invocation de Piaget qui va résoudre nos problèmes. Plusieurs psychologues d'inspiration piagétienne ont soutenu, dans le domaine éducatif, une position d'après laquelle le seul but valable de l'éducation serait le développement opératoire, sans tenir compte des contenus de l'apprentissage. Plus encore, lorsqu'il s'agit de contenus scolaires impossibles à éviter (et la langue écrite en est l'exemple le plus achevé !), ils se limitent à établir par déduction ce que devraient être les préalables opératoires en vue de commencer l'enseignement. (C'est le cas d'Elkind, 1976, qui trouve « déductivement » que les opérations concrètes sont un préalable à l'enseignement de la lecture.)

La dichotomie est claire : ou bien l'on pense que les processus de structuration du réel sont constitutifs des progrès opératoires, ou bien l'on estime que les structures logiques vont se développer en s'appuyant sur les objets (des « objets quelconques »), sans appréhender leurs contenus.

La psychologie n'est pas une science déductive. Des recherches multiples nous amènent à conclure que les enfants commencent à s'intéresser à l'écrit qui les entoure bien avant le temps que l'école imagine. Nous avons pu montrer que, en plus des problèmes logiques de caractère très général, les enfants rencontrent des problèmes spécifiques posés par cet objet particulier, en ce qui concerne leurs rapports avec la langue orale. Justement, parce qu'il s'agit d'un objet symbolique, l'interaction avec les interprètes n'est pas quelque chose qui s'ajoute, à un moment ou à un autre, au développement : cette interaction est constitutive de la possibilité de comprendre l'objet lui-même, qui resterait opaque en dehors de cette interaction.

Nous venons d'esquisser à peine quelques-uns des problèmes relatifs à l'acquisition de la langue écrite. La démonstration de la conversion de l'écrit en objet de connaissance est contraire à l'idée généralement admise suivant laquelle l'écrit n'est qu'une technique de transcription. Admettre le travail cognitif déployé par les enfants à propos de l'écrit est riche de conséquences théoriques et pédagogiques (impossibles à développer ici). La prise en charge de l'écriture en tant que système est déjà un grand acquis. Néanmoins, ce n'est pas suffisant. L'école doit permettre un accès intelligent aux conditions d'énonciation propres à l'écrit, car les enfants doivent apprendre à solliciter, argumenter, raconter, donner des instructions, questionner, répondre, informer, commenter et dialoguer par écrit.

Piaget et la connaissance des objets culturels dans leurs utilisations sociales : programme pour les prochaines décennies

La capacité potentielle d'une théorie, sa richesse explicative, est mise en lumière au moment de son application à des domaines nouveaux. Il s'agit d'un point important de construction de théories scientifiques : une théorie explique non pas les situations spécifiques (les « faits »), mais les processus. De même qu'en physique, en chimie ou en biologie, cela ne rime à rien de rechercher des explications *ad hoc* pour chaque phénomène ; mieux vaut concevoir des théories applicables à des processus que partagent une grande variété de phénomènes.

Les travaux d'inspiration piagétienne relatifs aux notions économiques, politiques et sociales ne nient pas la spécificité de ces notions (voir, par exemple, Berti et Bombi, 1981 ; Delval, 1989 ; Furth, 1980). Les recherches les plus prometteuses sont celles qui s'éloignent de l'idée d'une simple application des opérations à des contenus nouveaux et qui insistent sur l'importance des processus de structuration du réel dans le développement opératoire.

Plusieurs domaines sont encore à explorer. Par exemple, notre connaissance de la psychogenèse des notations mathématiques est encore trop faible, de même que celle des diagrammes, cartes, plans et autres notations d'usage scolaire.

Dans tous ces domaines, la contribution de la théorie de Piaget est d'une grande valeur heuristique. Elle ne nous donne pas de réponses toutes faites, obtenues par déduction ; elle nous aide à formuler de nouvelles questions de recherche.

Il n'empêche, pour donner la place à de nouvelles questions, il faut abandonner l'idée naïve qui considère les systèmes graphiques comme des « moyens figuratifs », pâle image des instruments opératifs. Les systèmes de représentation historiquement constitués ne sont pas neutres : ils marquent notre regard sur l'objet de la représentation. Dans le cas de l'écriture, il y a de multiples évidences montrant l'incidence de la représentation sur la façon de concevoir la langue. (Par exemple, la notion de « mot » chez un adulte alphabétisé est imprégnée de la définition orthographique — série de lettres délimitée par des espaces vides —, définition qui fixe des limites « pratiques » à une notion intuitive qui continue à résister aux efforts visant à lui donner un statut théorique satisfaisant.)

D'un point de vue épistémologique, il semble assez urgent de considérer une sociogénèse ainsi qu'une psychogenèse des systèmes de représentation socialement constitués. Cela est à distinguer soigneusement de l'histoire des notions et des systèmes explicatifs, tels qu'ils ont été considérés jusqu'à présent par l'épistémologie génétique.

Notes

1. L'enseignement de l'écriture a été conçu en termes étroitement pratiques. On enseigne aux enfants à dessiner des lettres et à en former des mots, mais on ne leur enseigne pas la langue écrite. On insiste tant sur les mécanismes qui permettent de lire ce qui est écrit qu'ils finissent par éclipser la langue écrite en tant que telle (trad. de la réd.).
2. Il suffit de rappeler que Piaget est l'auteur d'un ouvrage dédié à la psychogenèse des règles sociales dans le jeu collectif (*Le jugement moral chez l'enfant*, 1932), ainsi que d'un travail (*Épistémologie des sciences de l'homme*, 1970) en vue d'un volume édité par l'UNESCO.
3. Nous laissons de côté les arguments présentés par quelques piagétiens « orthodoxes », qui pensent en fait que la théorie du maître genevois ne peut pas se développer dans le sens des objets sociaux, du fait d'une assimilation abusive entre le social et l'arbitraire. Cette interprétation, qui est présentée non pas comme une critique, mais plutôt comme une justification, place le social en dehors de la pensée piagétienne, pour des raisons intrinsèques.
4. Les références les plus facilement disponibles en français sont les suivantes : Ferreiro, 1988, 1992, 1993, 1994.
5. Espagnol (avec de multiples variations dialectales), anglais, catalan, français, hébreu, italien, portugais.
6. Par exemple, CunKOPT pour « c'est-un-ca-deau-pour-toi ».

Références

- Berti, A. ; Bombi, A. *Il mondo economico nel bambino* [Le monde économique de l'enfant]. Florence, La Nuova Italia, 1981. (Traduction anglaise : *The child's construction of economics*. Cambridge, Cambridge University Press, 1988.)
- Delval, J. « La representación infantil del mundo social » [La représentation du monde social chez l'enfant]. Dans : Turiel, E ; Enesco, I. ; Linaza, J. (dir. publ.). *El mundo social en la mente infantil*. Madrid, Alianza, 1989, p. 245-328.
- Elkind, D. « Cognitive development and reading ». Dans : Singer, H. ; Rudell, R. (dir. publ.). *Theoretical models and processes of reading* [Modèles et processus théoriques de la lecture]. Newark, International Reading Association, 1976.
- Ferreiro, E. « L'écriture avant la lettre ». Dans : Sinclair, E. (dir. publ.). *La production de notations chez le jeune enfant*. Paris, Presses universitaires de France, 1988, p. 17-70.
- . « Psycholinguistique et conceptualisation de l'écrit ». Dans : Besse, J. M. *et al.* (dir. publ.). *L'« illetrisme » en questions*. Lyon, Presses universitaires de Lyon, 1992, p. 89-99.
- . « L'entrée dans l'écrit : construction et représentation ». Dans : Bentolila, A. (dir. publ.). *Les entretiens Nathan-Actes III : parole, écrit, images*. Paris, Nathan, 1993, p. 33-49.
- . « Remarques sur la précocité et les apprentissages précoces ». Dans : Bentolila, A. (dir. publ.). *Les entretiens Nathan-Actes IV : enseigner, apprendre, comprendre*. Paris, Nathan, 1994, p. 119-134.
- Furth, H. *The world of grown-ups* [Le monde des adultes]. New York, Elsevier, 1980.
- Michalowski, P. « Writing and literacy in early states : a Mesopotamianist perspective » [L'écriture et l'alphabétisation dans les premiers États : perspective en faveur de la Mésopotamie]. Dans : Keller-Cohen, D. *Literacy : interdisciplinary conversations* [L'alphabétisation : conversations interdisciplinaires]. Cresskill, New Jersey, Hampton, 1994.
- Piaget, J. *Le jugement moral chez l'enfant*. Paris, Alcan, 1932.
- . *La formation du symbole chez l'enfant*. Neuchâtel, Paris, Delachaux et Niestlé, 1945. 2^e éd. 1959.
- . *Épistémologie des sciences de l'homme*. Paris, Gallimard, 1970.
- ; García, R. *Psychogenèse et histoire des sciences*. Paris, Flammarion, 1983.
- Vygotski, L. S. *Mind in society*. Cambridge, Londres, Cambridge University Press, 1978.

PIAGET À L'ÉCOLE : LE DÉFI SOCIOCULTUREL

Eduardo Martí

L'œuvre de Piaget a été, depuis ses débuts, un point de référence obligé pour la recherche et la pratique pédagogiques¹. Dès les années 20, ses premiers travaux sur la pensée enfantine sont accueillis avec intérêt dans les milieux pédagogiques (Parrat-Dayan, 1993). Plus tard (années 50 et 60), dans un contexte économique favorable et à une époque où les réformes de l'éducation s'imposent pour faire face aux nouveaux défis technologiques, la diffusion de sa théorie fonde une grande partie des tentatives qui seront faites en faveur du renouveau pédagogique. L'importance incontestable des travaux de Piaget pour l'éducation émerge d'une œuvre dans laquelle, paradoxalement, l'intérêt pour les questions pédagogiques est au second plan. Il est vrai que Piaget publie, de la fin des années 20 aux années 70, une vingtaine d'articles sur des questions qui ont trait à l'éducation. Cet intérêt est en partie lié à sa fonction de Directeur du Bureau international d'éducation qu'il assumait à partir de 1929 et jusqu'aux années 60. Divers articles parus dans des revues scientifiques et une série de discours issus des Conférences internationales de l'instruction publique traitent d'une gamme étendue de questions pédagogiques : bases psychologiques pour une éducation nouvelle, fondements scientifiques pour l'éducation de demain, éducation pour la paix, éducation à la liberté, éducation artistique, enseignement des mathématiques modernes, enseignement de l'histoire, travail par équipes à l'école, etc. (pour plus de détails, on pourra consulter la bibliographie complète, Fondation Archives Jean Piaget, 1989). Cette activité, qui rapproche Piaget de la problématique de l'éducation, semble quelque peu secondaire par rapport à ses vrais intérêts. Malgré la possibilité de « contribuer à

Eduardo Martí (Espagne)

Professeur de psychologie du développement à l'Université de Barcelone. Docteur en psychologie de l'Université de Genève, il a été le collaborateur de Jean Piaget au Centre international d'épistémologie génétique. Ses recherches portent sur la résolution de problèmes mathématiques par les enfants, et sur l'utilisation de l'ordinateur comme moyen d'apprentissage.

améliorer les méthodes pédagogiques et à l'adoption officielle de techniques mieux adaptées à l'esprit de l'enfant » (Piaget, 1966, p. 10), son engagement dans des fonctions bureaucratiques liées à l'éducation est évalué avec distance et ironie :

Cette affaire m'a certainement coûté beaucoup de temps que j'aurais sans doute mieux utilisé en le consacrant à la recherche en psychologie de l'enfant, mais elle m'a en revanche beaucoup appris sur la psychologie de l'adulte (*ibid.*, p. 10).

Rappelons aussi que Piaget, alors que son œuvre épistémologique et psychologique est étendue, n'a publié que deux ouvrages directement liés à l'éducation : *Psychologie et pédagogie* (1969) et *Où va l'éducation ?* (1972). Par ailleurs, même s'il a consacré quelques ouvrages au problème de l'apprentissage, sa façon de l'aborder reste très personnelle, et en tout cas bien éloignée de la majorité des études classiques. Il défend, pour réfuter les positions empiristes, la thèse qu'il est impossible d'expliquer des acquisitions nouvelles sans le recours à des mécanismes internes de régulation (Goustard *et al.*, 1959 ; Morf *et al.*, 1959). Pour Piaget, il importe de mettre en relief le rôle dynamique joué par l'équilibration dans toute acquisition, même celles qui sont induites par l'expérience. Dans ce sens-là, les travaux de Piaget sont loin d'accorder aux mécanismes d'apprentissage en général, et aux mécanismes d'apprentissage scolaire en particulier, une quelconque spécificité par rapport aux mécanismes généraux du développement. Ce sont ces derniers, et les contraintes qui en découlent selon le niveau de développement de l'enfant, qui détermineront les nouvelles capacités d'apprentissage. On comprend bien alors la méfiance de Piaget envers toute volonté d'accélérer l'avènement d'une notion ou d'une structure opératoire :

Pour chaque sujet, la vitesse de passage d'un stage au suivant correspond sans doute à un optimum, ni trop lent ni trop rapide, la solidité et même la fécondité d'une organisation (ou structuration) nouvelle dépendant de connexions qui ne peuvent être ni instantanées ni indéfiniment retardées, sous peine de laisser échapper leur pouvoir de combinaisons internes (Piaget, 1968, p. 290).

Malgré la place secondaire qu'occupe la réflexion pédagogique dans l'œuvre de Piaget, soucieux avant tout d'élucider des questions épistémologiques, et malgré la subordination chez lui des mécanismes d'apprentissage aux mécanismes propres du développement, le constructivisme piagétien a été, nous l'avons dit, décisif pendant de longues années pour tous ceux qui ont voulu repenser l'éducation. Depuis quelques années, toutefois, de sérieuses critiques issues de la psychologie cognitive, mais surtout des théories socioculturelles, ont signalé les limites du constructivisme piagétien lorsqu'il s'agit de rendre compte de la complexité de la pratique éducative.

Forces et faiblesses du constructivisme piagétien

L'ENFANT, LE SCIENTIFIQUE ET L'ÉLÈVE

Il est indéniable que les données de Piaget sur la pensée enfantine ont contribué à cerner avec précision les capacités et les limites propres aux enfants de différents

niveaux de développement pour les apprentissages scolaires. Les données sur l'ordre d'acquisition des différentes notions physiques (poids, volume, densité), spatiales et géométriques (ordre, coordonnées, droite, surface, volume) ou logico-mathématiques (sériation, classification, nombre, proportion) offrent un point de repère inestimable dans la pratique de l'éducation. Elles permettent une base légitime pour le choix de contenus scolaires et elles offrent différents modèles de séquences d'enseignement.

Or, cet emprunt des données de la psychologie génétique à la pratique éducative comporte ses limites. Il est basé sur un modèle général de construction des connaissances, valable aussi bien pour le développement de l'enfant que pour la construction des connaissances scientifiques et pour l'acquisition de connaissances scolaires. Autrement dit, Piaget, voulant avant tout déceler ce qu'il y a de commun dans la manière de construire la connaissance (surtout scientifique), que ce soit spontanément dans la vie de tous les jours, à l'école ou à l'intérieur de chaque discipline scientifique, aboutit à un modèle explicatif commun pour les trois savoirs (savoir spontané de l'enfant, savoir scientifique et savoir scolaire)². Or, tout porte à penser qu'on a intérêt à distinguer ces trois types de connaissances.

De nombreux travaux, issus notamment de la psychologie cognitive et de la psychologie de l'instruction, nous montrent que les enfants de tout âge élaborent une série de connaissances spécifiques concernant différents domaines : nombre, classification, biologie, structure de la matière, mouvement, causalité, relations et catégories sociales, etc. (Driver, Guesne et Tiberghien, 1985 ; Hirschfeld et Gelman, 1994 ; Rodrigo, Rodríguez et Marrero, 1993). Ces connaissances viennent de l'interaction de l'enfant avec des situations de la vie quotidienne et ne se forment donc pas dans des contextes d'instruction formelle comme celui de l'école. Il s'agit non pas de représentations isolées, mais d'authentiques réseaux de concepts et de principes qui guident les prévisions et l'action de l'enfant pour différents problèmes auxquels il doit faire face. Ces connaissances issues de la vie quotidienne diffèrent profondément des connaissances enseignées à l'école. Tandis que les premières restent normalement implicites, les secondes se caractérisent par leur nature explicite ; les premières sont souvent incohérentes et manquent d'esprit de suite alors que les secondes sont cohérentes et conséquentes ; les premières sont souvent issues d'un processus inductif et suivent des stratégies de vérification tandis que les secondes sont plutôt déductives et suivent des stratégies de démenti ; les premières sont spécifiques tandis que les secondes sont générales ; enfin, les connaissances quotidiennes confondent covariation et relation de cause à effet tandis que les connaissances scolaires arrivent à faire cette distinction (Rodrigo, Rodríguez et Marrero, 1993, p. 85).

Ajoutons que les connaissances quotidiennes ne peuvent être facilement modifiées par l'enseignement. Elles sont, en général, très résistantes au changement et leur modification ou, là où c'est possible, leur intégration aux connaissances scolaires constitue un des grands défis de l'enseignement d'aujourd'hui. Il est donc certain, Piaget nous l'enseigne, que l'enfant qui s'approche des savoirs scolaires n'est pas un réceptacle vide, une « tabula rasa » ; il va assimiler les nouvelles connais-

sances à ses schèmes et à ses structures cognitives. Mais, comme nous le montrent les recherches que nous venons de citer, le cadre assimilateur n'est pas seulement constitué de schèmes et de structures qui changent de façon spontanée au cours du développement. Il comprend aussi des connaissances implicites qui ont une fonction évidente pour résoudre des problèmes de la vie quotidienne et qui changent avec grande difficulté, à moins d'entrer dans un processus d'explicitation consciente guidé par un adulte.

L'enfant, pour devenir élève, doit remplacer ou restructurer ses connaissances implicites, fort différentes des connaissances scolaires et qui se sont forgées dans des contextes tout aussi différents. Cela est vrai pour les mathématiques, la physique, la biologie ou l'histoire. Certaines de ces connaissances sont construites très tôt, pendant les premières années de la vie, de sorte que l'enfant de quatre ou cinq ans commence l'école avec un bagage riche d'idées et de principes explicatifs sur le nombre, l'espace, les objets, le temps, etc. (Gardner, 1991). Tout au long de leur scolarité, les enfants continuent à construire des connaissances implicites au fil de leur interaction avec le monde physique et social. Et cela est décisif pour leurs apprentissages scolaires.

Si nous n'établissons pas de différence entre les connaissances acquises à l'école et d'autres connaissances forgées dans des contextes moins formels, nous risquons d'ignorer les spécificités du contexte scolaire par rapport à d'autres contextes de la vie quotidienne. Dans le premier, qui prend comme modèle le savoir scientifique, les contenus et les objectifs de l'apprentissage sont bien différents des contenus et des objectifs des connaissances quotidiennes. L'organisation des activités est diamétralement opposée. Là où l'école cherche des problèmes à résoudre, l'enfant se trouve aux prises avec des problèmes qu'il n'avait pas cherchés. Le savoir scolaire se veut précis, rigoureux, lent, cérébral, tandis que les problèmes de la vie quotidienne restent souvent mal définis, sont ambigus, exigent des solutions urgentes et apparaissent dans des situations où il existe une forte charge émotionnelle (Claxton, 1991). Ces différences doivent être considérées, non pas pour opposer l'enfant à l'élève, les connaissances quotidiennes aux connaissances scolaires, mais pour que l'on puisse reconnaître leurs spécificités et garantir ainsi une meilleure intégration ou une coexistence pacifique entre les deux types de savoir.

En comparant connaissances scolaires et connaissances quotidiennes, nous avons assimilé implicitement connaissances scolaires et connaissances scientifiques. Il est certain que les savoirs scientifiques sont ceux qui déterminent fondamentalement le choix des contenus et des objectifs de l'apprentissage à l'école. Mais il ne faut pas oublier aussi que, entre les savoirs scientifiques et les contenus à enseigner, a lieu un processus complexe de sélection, que Chevallard appelle « transposition didactique » (Chevallard, 1985). Ainsi, la fragmentation inhérente à l'élaboration des programmes scolaires fait que des fragments de savoir sont détachés de leur contexte scientifique. Cela peut conduire à des contenus d'enseignement qui ont perdu le sens qu'ils avaient dans le cadre conceptuel de la science et qui acquièrent des significations nouvelles. Ces significations sont inséparables de la pratique de l'éducation. Vouloir alors, comme le suggère Piaget, identifier la

démarche du scientifique à la démarche de l'enfant (ou de l'élève), en signalant la communauté de mécanismes d'acquisition entre les deux, aboutit à une image des apprentissages scolaires totalement désincarnée et décontextualisée. Tandis que les hommes de science ont construit, au fil des siècles, leurs connaissances dans un contexte socioculturel déterminé, l'élève est placé devant une série de contenus scientifiques déjà élaborés et dégagés du contexte de leur création, connaissances qu'il doit reconstruire (plutôt que « construire ») dans un contexte scolaire particulier bien différent du contexte propre à la création scientifique. Le fait d'être conscient de ces différences peut nous aider à identifier avec plus de précision les obstacles rencontrés par les élèves dans leur processus d'acquisition.

DES CONTENUS À APPRENDRE AUX MÉCANISMES D'ACQUISITION

Il est certain que l'une des raisons qui expliquent l'attrait qu'a exercé la psychologie de Piaget dans les milieux pédagogiques réside dans la place prépondérante attribuée au sujet dans le processus de connaissance. Toute l'œuvre de Piaget est marquée par la volonté de préciser les mécanismes psychologiques qui caractérisent cette activité du sujet. Le constructivisme piagétien, contrairement à d'autres théories de la connaissance plus empiristes ou innéistes, attribue à l'action du sujet un rôle prépondérant dans la création de nouvelles formes de connaissances, formes qui, au départ, ne se trouvent ni dans le sujet (comme le suppose l'innéisme) ni dans l'entourage (comme le suppose l'empirisme) (Piaget, 1970). Dès ses premiers travaux, Piaget défend l'idée que le sujet explore activement son entourage et crée, à partir de ses actions, des structures internes qui lui permettent de connaître le monde de façon chaque fois plus objective et différenciée. Or, il serait trivial de conclure qu'il est important, en se basant sur l'œuvre piagétienne, de tenir compte de l'activité de l'élève pour rendre compte de ses apprentissages scolaires. Cette idée, peut-être importante dans les milieux pédagogiques du début du siècle encore trop proches d'un modèle d'école basé sur l'idée de la transmission des connaissances, fait partie de nos jours de n'importe quelle proposition éducative. Ce qui demeure important dans le point de vue de Piaget, c'est la relation indissociable entre le sujet connaissant et l'objet de connaissance : le sujet construit des structures internes et crée de cette façon les conditions indispensables pour connaître les objets. Cette position relativiste et non dualiste se distingue de nombreuses propositions qui, tout en postulant la nécessité que le sujet soit actif dans ses connaissances, proposent une séparation nette entre le sujet et la réalité à connaître, ou une relation statique entre les deux (Karmiloff-Smith, 1985 ; Sinclair *et al.*, 1985). Ce qui caractérise le constructivisme piagétien, c'est précisément que le sujet construit de nouvelles connaissances en transformant sans cesse sa relation avec le monde : il change à la fois sa façon de penser et le monde qu'il est en train de connaître (Piaget, 1980a). Cette vision est totalement différente, par exemple, de celle qui prône que l'enfant ne fait que « s'approprier » ou « intérioriser » des connaissances déjà constituées, repérables dans son entourage, ou de celle qui tient que la construction des connaissances n'est qu'un déploiement des capacités déjà existantes à l'intérieur du sujet.

Fidèle à ses intérêts épistémologiques et à la recherche de principes explicatifs qui rendent compte de ce qu'il y a de commun dans la construction de la pensée rationnelle, Piaget fait appel à une série de mécanismes généraux pour expliquer la dynamique de cette activité du sujet. Ainsi, les processus régulateurs, propres à l'équilibration surtout, mais aussi l'abstraction réfléchissante, la prise de conscience ou la généralisation seront les mécanismes psychologiques qui permettront à Piaget d'expliquer la construction des connaissances telle qu'elle apparaît dans la psychogenèse et même dans l'histoire des sciences. Les mêmes mécanismes restent valables pour toutes les connaissances et dans n'importe quel contexte. C'est donc le primat des mécanismes généraux au détriment des mécanismes plus spécifiques qui l'emporte.

De nombreuses recherches en psychologie cognitive, menées ces dernières années, démentent, en grande partie, cette vision généraliste. Elles montrent l'importance des restrictions inhérentes à des domaines spécifiques (espace, temps, langage, nombre, personnes, etc.) quand il s'agit de comprendre le processus de construction de chacune de ces connaissances (Brown, 1990 ; Carey et Spelke, 1994 ; Hirschfeld et Gelman, 1994 ; Karmiloff-Smith, 1992 ; Keil, 1981). De ce point de vue, le sujet est tributaire, dans son processus de construction, des principes spécifiques propres à chacun des domaines et non seulement, comme le voyait Piaget, à des principes généraux liés à la dynamique de ses actions et à leur coordination.

Cette vision a des conséquences pour la recherche pédagogique. Si l'on veut, par exemple, étudier la construction de connaissances numériques en dégagant les principaux moments et les principes directeurs, il ne suffit pas, comme le propose Piaget, d'évoquer l'activité opératoire et la coordination des schèmes de classification et de sériation. Il faut repérer comment certains principes, propres au domaine numérique (correspondance terme à terme, cardinalité, non-pertinence de l'ordre de comptage, composition additive, etc.), guident la construction des connaissances numériques et les capacités de l'enfant (Gelman et Gallistel, 1978 ; Resnick, 1986). Cela a conduit à un renouveau des recherches didactiques et psychopédagogiques, recherches qui s'orientent vers l'étude de l'acquisition de contenus spécifiques (plus proches des contenus scolaires).

Mais l'importance des spécificités propres aux apprentissages scolaires n'est pas incompatible avec l'existence de mécanismes généraux permettant la construction des connaissances. Comme le signale Karmiloff-Smith (1992), les restrictions inhérentes aux différents domaines de connaissance apportent une base adaptative initiale qui s'appuie sur la nature automatique du traitement de l'information liée à des « entrées », à des apports spécifiques. Mais le développement cognitif se caractérise aussi, dans ses phases ultérieures, par une plus grande flexibilité à l'intérieur de chaque domaine et par l'établissement de nouvelles relations entre les connaissances de domaines différents. Il est donc aussi dangereux de postuler une acquisition de connaissances basée exclusivement sur des principes généraux que de faire appel seulement à des principes spécifiques. Il faut envisager à tout moment l'interaction entre les deux types de mécanismes et prendre en compte aussi bien les spé-

cificités d'acquisition propres à chacun des domaines que les mécanismes généraux (abstraction, prise de conscience, équilibration) qui sont nécessaires pour expliquer la tendance à une construction des connaissances chaque fois plus flexibles, explicites et générales.

LA NATURE SOCIOCULTURELLE DES ACQUISITIONS SCOLAIRES

Nous l'avons signalé, si l'on veut passer de l'enfant à l'élève, il est nécessaire de dépasser le constructivisme spontané envisagé par Piaget (qui rend compte de l'acquisition des structures fondamentales et universelles de la pensée) et d'adopter un point de vue qui envisage l'élève comme un reconstruteur de connaissances scientifiques spécifiques, sélectionnées comme contenus scolaires par leur valeur culturelle. De ce point de vue, la construction de connaissances dans le contexte scolaire exige la prise en compte d'une dimension culturelle et sociale, absente dans les postulats piagétiens. Cette dimension socioculturelle comprend deux aspects essentiels intimement liés : la nature médiatrice et la nature sociale de la connaissance.

La médiation sémiotique

Il est vrai que l'apparition de la fonction sémiotique constitue, pour Piaget, un moment crucial dans le développement cognitif. Grâce à la fonction sémiotique, l'intelligence devient représentative : les actions et leur coordination peuvent être réalisées dans un nouveau plan, interne, et peuvent ainsi se détacher des données externes. Il y a là un gain d'autonomie et de contrôle de la part du sujet (Piaget, 1936). Cette nouvelle capacité représentative est possible parce que l'intelligence s'appuie désormais sur des symboles et des signes, qui à leur tour sont expliqués par filiation à partir de l'activité imitatrice (Piaget, 1946). Mais, malgré l'importance que donne Piaget à la médiation sémiotique, signes et symboles ne sont qu'un support et un instrument de la pensée. Ils favorisent l'acquisition et l'enregistrement de l'information, mais ne modifient pas en profondeur la nature de la cognition. Ce qui est réellement nouveau dans l'apparition et le fonctionnement de la fonction sémiotique, ce sont, pour Piaget, les propriétés issues de la dynamique des actions et de leur coordination (une plus grande flexibilité et une plus grande possibilité de combinaison grâce au processus d'équilibration).

La vision de Piaget est, depuis quelques années, doublement en question. D'une part, diverses recherches concernant le développement des systèmes sémiotiques et de notation chez l'enfant (langage, écriture, notation mathématique, dessin) signalent la nature spécifique des mécanismes constructeurs de chacun de ces systèmes (Karmiloff-Smith, 1992 ; Teberosky, 1993 ; Tolchinsky et Karmiloff-Smith, 1993). Ainsi, l'enfant arrive très tôt à différencier langage écrit et notation mathématique, et applique des principes totalement différents lorsqu'il s'agit de produire l'un ou l'autre (Tolchinsky et Karmiloff-Smith, 1993). Il semblerait, contrairement à ce qui est soutenu par Piaget, que le développement des systèmes sémiotiques ne doit pas être envisagé comme une application des caractéristiques de la compétence opératoire générale aux différents domaines sémiotiques. Au

contraire, chacun de ces domaines possède ses propres mécanismes et ses principes d'acquisition.

Par ailleurs, certaines recherches indiquent que les systèmes sémiotiques ne constituent pas seulement un appui pour la pensée, mais qu'ils modifient en profondeur son fonctionnement. Qu'il s'agisse de l'écriture, de la notation mathématique, du dessin, des images ou de l'informatique, ces travaux indiquent l'influence du sémiotique sur le fonctionnement cognitif (Goody, 1987 ; Greenfield, 1984 ; Olson, 1986 ; Salomon et Leigh, 1984). Dans ce sens, une activité cognitive qui n'utilise pas de médiation sémiotique serait profondément différente d'une activité qui l'utilise. Et les activités cognitives seraient différentes selon le type de médiation utilisée. La compréhension de la construction des connaissances doit donc envisager, en plus des caractéristiques générales propres à l'activité opératoire, celles qui proviennent du type de médiation utilisée.

Cette vision, qui attribue au sémiotique une place fondamentale dans la construction des connaissances, se rapproche de certains postulats de la théorie vygotskienne qui attribuent à l'utilisation des systèmes sémiotiques un rôle important dans le développement cognitif. Pour Vygotsky, le fait d'utiliser différents systèmes sémiotiques entraîne une différence dans le contenu et la forme de la pensée (Van de Veer et Valsiner, 1991). En outre, c'est pour lui le caractère sémiotique des activités (réalisées dans un premier temps dans la dynamique des relations interpersonnelles) qui permet une intériorisation ultérieure de ces activités sous forme de pensée individuelle. D'après cet auteur, les systèmes sémiotiques doivent être compris comme des créations culturelles héritées de génération en génération, utilisées par les adultes et progressivement incorporées par les enfants au cours de leur développement. On est en face non seulement d'une vision qui attribue au sémiotique un rôle formateur, mais aussi d'une vision qui attribue aux instruments culturels existants dans l'entourage de l'enfant une importance de premier ordre dans son développement cognitif. On est alors non seulement face à un enfant (un élève) qui déploie ses capacités internes lorsqu'il est aux prises avec les apprentissages scolaires, mais aussi face à un enfant qui utilise des systèmes sémiotiques culturellement construits, nécessaires pour ses apprentissages, et qui changent de façon radicale sa façon de penser et d'apprendre. De ce point de vue, il est primordial d'envisager les acquisitions scolaires comme des activités de construction de connaissances intimement liées aux instruments culturels employés par les adultes et mis à disposition des enfants.

L'interaction sociale

La vision que nous donne Piaget de la construction des connaissances attribue aux mécanismes internes de nature individuelle un rôle prépondérant. Il est clair que Piaget n'a jamais nié l'importance des facteurs sociaux lorsqu'il explique le développement cognitif. Dans ses premiers travaux, il montre le rôle essentiel joué par l'interaction sociale dans le passage d'une pensée égocentrique à une pensée plus logique et socialisée, ainsi que l'importance de la confrontation et de la coordination des points de vue dans les progrès cognitifs de l'enfant (Piaget, 1923, 1924,

1932). Par la suite, ses travaux laissent peu de place au rôle dynamique joué par les formes externes de régulation sociale. Ce sont les mécanismes d'autorégulation qui sont décisifs pour expliquer la forme et la direction du développement cognitif. Il est vrai que les activités interpsychologiques (celles qui émergent des interactions entre personnes) sont conçues par Piaget comme constituant un tout articulé avec les actions internes du sujet. Mais, de même qu'il fait dépendre la médiation sémiotique de l'activité opératoire, Piaget subordonne l'activité interpsychologique aux progrès opératoires et aux mécanismes généraux de la coordination entre actions :

Toute pensée logique est socialisée parce qu'elle implique la possibilité d'une communication entre individus. Mais de tels échanges interpersonnels procèdent à partir de correspondances, réunions, intersections et réciprocitys, c'est-à-dire, à travers les opérations. Il y a ainsi identité entre les opérations intra-individuelles et interindividuelles qui constituent la *coopération* au sens propre et quasi étymologique du mot. Les actions, qu'elles soient individuelles ou interpersonnelles, sont par essence coordonnées et organisées par les structures opératoires qui se construisent spontanément dans le cours du développement mental (Piaget, 1985, p. 137).

Cette subordination des actions interpsychologiques à la dynamique constructive interne est loin de pouvoir nous expliquer les ressorts de la construction des connaissances dans le contexte scolaire, contexte où les partenaires sociaux de l'élève (le maître et les autres élèves) constituent des pièces fondamentales pour l'acquisition des connaissances. Vygotsky, ainsi que d'autres auteurs qui se situent dans la même tradition théorique, nous offre une vision qui nous rapproche de la dynamique sociale du contexte scolaire. Pour lui, ce sont précisément les caractéristiques des actions réalisées entre personnes qui déterminent les aspects principaux du fonctionnement interne. Parmi ces caractéristiques se trouve la nature sémiotique des interactions communicatives, aspect essentiel pour comprendre, selon notre auteur, la relation entre le fonctionnement interpsychologique et le fonctionnement intrapsychologique (Vygotsky, 1981a, 1981b).

Pour une théorie constructive des apprentissages scolaires, l'intérêt de la position de Vygotsky est double. D'un côté, il revalorise le rôle joué par les interactions entre personnes en postulant qu'il existe une profonde articulation entre le plan interpsychologique et le plan intrapsychologique. D'un autre côté, ce qui explique cet isomorphisme entre l'organisation interpsychologique et l'organisation intrapsychologique, et ce qui explique la possibilité d'intériorisation, c'est la nature sémiotique de l'activité interpsychologique. C'est donc le contact de l'enfant avec les formes externes d'activités (elles utilisent une médiation sémiotique) qui explique qu'il soit capable de créer des nouvelles formes d'activités internes.

La portée que prête Vygotsky aux systèmes de signes (produits d'un développement culturel) dans la construction des connaissances est en accord avec les données des recherches citées plus haut, qui montrent que l'utilisation des systèmes sémiotiques entraîne des différences fondamentales dans le fonctionnement cognitif. De même, l'importance qu'il attribue à l'activité interpsychologique dans la construction de l'activité intrapsychologique est illustrée de nos jours par de nom-

breux travaux qui montrent l'influence de différents mécanismes interpsychologiques dans le fonctionnement cognitif et dans l'acquisition de nouvelles connaissances aussi bien dans des contextes d'enseignement formel que dans des contextes informels (Resnick, Levine et Teasley, 1991 ; Rogoff, 1990). Sans aucun doute, nous nous approchons de façon plus fidèle des apprentissages scolaires lorsque ceux-ci sont conçus comme des processus impliquant non seulement l'activité structurante de l'élève, mais aussi les mécanismes interactifs qui permettent à ce dernier de reconstruire un contenu d'enseignement préalablement choisi. Il y a, d'une part, les mécanismes d'influence pédagogique à travers lesquels l'enseignant crée les conditions nécessaires pour qu'il y ait un ajustement constant de l'aide pédagogique et pour que l'apprentissage ait lieu : par exemple, le transfert progressif de contrôle de l'enseignant à l'élève et la construction progressive de significations partagées (Coll *et al.*, 1992 ; Coll et Onrubia, 1994). Il y a, d'autre part, les mécanismes d'interaction entre élèves qui jouent également un rôle fondamental dans la résolution de problèmes et dans le processus d'acquisition de connaissances scolaires : explicitation des connaissances, confrontation des points de vue, partage de la charge cognitive (Brown et Palincsar, 1989 ; Forman, 1989 ; Martí, 1994b ; Schoenfeld, 1989).

La vision d'un élève qui construit spontanément ses structures cognitives lui permettant d'accéder aux principaux contenus scolaires doit être donc reformulée dans un double sens. Il faut prendre en considération, d'un côté, la spécificité des contenus scolaires (eux-mêmes étant le résultat d'une sélection de contenus scientifiques) qui s'acquièrent selon certains mécanismes qui sont loin de se réduire aux mécanismes généraux signalés par Piaget. Il est nécessaire, en outre, d'analyser le processus d'acquisition en intime articulation avec les processus interactifs qui ont lieu dans le contexte scolaire.

Le double processus d'intériorisation et d'extériorisation dans la construction des connaissances scolaires

Les limites que nous venons de signaler de la théorie de Piaget ne doivent pas nous conduire à un remplacement de ses postulats par les postulats d'autres théories, par exemple celles qui se forgent dans la tradition de la théorie socioculturelle de Vygotsky. Cela nous conduirait à des propositions certainement plus adéquates que celles de Piaget lorsqu'il s'agit de rendre compte de la dynamique sociale inhérente à tout processus constructif (notamment scolaire), mais certainement incapables de rendre compte de la dynamique interne individuelle et de son rôle structurant dans les acquisitions scolaires. On pourrait aussi être tenté de juxtaposer certains postulats piagétiens et ceux qui sont issus d'autres cadres théoriques (comme le cadre vygotkien) pour essayer de surmonter les limites des uns et des autres. Cela pourrait mener, à notre avis, à une position éclectique où des thèses

inconciliables se trouvent juxtaposées et finissent par perdre toute valeur explicative.

Nous partons donc des postulats du constructivisme piagétien, mais en les reformulant dans certaines des directions signalées par les travaux que nous venons de citer. Cette relecture des thèses piagésiennes, en vue d'arriver à un cadre explicatif plus approprié pour rendre compte des acquisitions scolaires, sera articulée autour de deux processus essentiels à la construction des connaissances : le processus d'intériorisation et le processus d'extériorisation (Martí, 1994a).

LA CONSTRUCTION DES CONNAISSANCES IMPLIQUE UN PROCESSUS D'INTÉRIORISATION

Tout au long de son œuvre, Piaget a défendu l'importance du processus d'intériorisation pour rendre compte du caractère constructif de la connaissance. Lorsqu'il aborde le passage de l'intelligence sensori-motrice à l'intelligence représentative, il montre que cette dernière n'est pas le simple produit d'une transposition des connaissances externes à un plan interne, mais constitue en réalité un niveau de fonctionnement nouveau (Piaget, 1947). Ce nouveau plan de fonctionnement interne résulte de la plus grande rapidité qu'ont les schèmes à se combiner entre eux. De cette façon, l'activité structurante n'a plus besoin de s'appuyer sur les données actuelles et successives de la perception ni sur un contrôle externe continu. Et cela est possible, selon Piaget, grâce à la nouvelle capacité de représentation, celle d'évoquer des objets absents (Piaget, 1936).

Malgré l'importance que Piaget attribue au passage de l'intelligence sensori-motrice à l'intelligence représentative, le processus d'intériorisation ne s'y limite pas. Pour lui, la tendance à l'intériorisation est présente tout au long du développement. En fait, le développement cognitif se caractérise précisément par une conquête progressive de l'autonomie interne (issue d'une continuelle coordination des actions) au détriment d'une dépendance de l'intelligence des données externes, proches de la perception. Dans ce sens, l'acquisition des connaissances consiste pour Piaget en un passage récurrent de connaissances de nature externe (liées aux observables, à la perception) à des connaissances plus endogènes. Cette tendance a été clairement mise en évidence par lui lors de ses dernières études sur les mécanismes fonctionnels de la construction des connaissances (Piaget, 1980a). Aussi bien les relations entre abstraction empirique et abstraction réfléchissante que les relations entre généralisation inductive et généralisation constructive, ou celles qui existent entre correspondances et transformations, indiquent clairement cette tendance de l'exogène à l'endogène. C'est, à coup sûr, l'étude de la prise de conscience qui fait apparaître avec le plus de netteté cette tendance générale à l'intériorisation puisque le mécanisme de la prise de conscience lui-même prend une direction qui va des aspects plus périphériques de l'action aux aspects plus internes (Piaget, 1974).

Cette tendance générale à l'intériorisation est liée au processus même d'équilibration. On sait en effet que Piaget attribue aux déséquilibres et au processus

d'équilibration majorante qui en résulte un rôle primordial dans la construction des connaissances. Or, les deux classes principales de déséquilibres, les déséquilibres externes (qui sont les difficultés d'application et d'attribution des schèmes aux objets) et les déséquilibres internes (qui sont les difficultés de composition entre ces schèmes), rendent bien compte de l'interaction entre l'exogène et l'endogène (Piaget, 1975).

L'importance attribuée au processus d'intériorisation est aussi manifeste dans l'œuvre de Vygotsky et des auteurs qui adhèrent aux postulats de la théorie socioculturelle. Mais, contrairement à Piaget, ces auteurs attribuent au fonctionnement externe (pour eux de nature sociale) un rôle formateur plus important que celui que Piaget lui assigne. Pour Vygotsky, tout processus psychologique se forme en deux plans distincts ; il se constitue d'abord dans le plan social (fonctionnement interpsychologique), puis dans le plan individuel (fonctionnement intrapsychologique) :

Il est nécessaire que tout ce qui est interne dans les formes supérieures ait été externe, c'est-à-dire, qu'il fût pour les autres ce que maintenant il est pour soi-même. Toute fonction psychologique supérieure passe nécessairement par une étape externe dans son développement, puisque initialement c'est une fonction sociale. Cela constitue le problème principal du comportement externe et interne [...]. Lorsqu'on se réfère à un processus « externe », cela veut dire « social ». Toute fonction psychologique supérieure a été externe parce qu'elle a été sociale à un moment antérieur à sa transformation en une authentique fonction psychologique interne (Vygotsky, 1981*b*, p. 162, notre traduction).

On se rend donc compte que, contrairement à Piaget, Vygotsky définit le plan externe comme celui qui est constitué par les interactions sociales. Dans ce sens, il défend avec netteté l'origine sociale de la construction des connaissances. Mais, comme l'indique Wertsch (1985), il ne s'agit pas d'interpréter cette origine sociale des connaissances en affirmant que les personnes apprennent à travers leur participation à des échanges avec d'autres personnes. Pour Vygotsky, il y a plus. Il existe une connexion profonde entre les deux plans de fonctionnement, le plan externe déterminant les aspects principaux du fonctionnement interne. C'est précisément le processus d'intériorisation qui permet de réaliser cette connexion. L'intériorisation transforme les phénomènes sociaux (conçus par Vygotsky principalement comme des interactions entre personnes) en des phénomènes psychologiques qui gardent les principales caractéristiques des premiers.

Le processus d'intériorisation tel que le conçoit Vygotsky ne pourrait pas être réellement compris sans l'apport de la médiation sémiotique. Ce mécanisme nous aide à saisir l'intime connexion qui relie la nature sociale et sémiotique des processus psychologiques supérieurs. Pour Vygotsky, ces processus, contrairement aux processus élémentaires, sont ceux qui utilisent des signes. L'incorporation de signes dans l'activité psychologique (par exemple, l'utilisation des signes linguistiques dans la mémorisation) ne se limite pas à favoriser cette activité ; celle-ci est profondément modifiée lorsqu'elle est médiatisée par des signes. La clef qui permet de comprendre les formes de médiation sémiotique dans le plan interne est à chercher,

selon Vygotsky, dans les origines sociales et externes du signe. Et cela dans un double sens. Les systèmes de signes (langage, systèmes de comptage, systèmes de symboles algébriques, techniques mnémotechniques, etc.) ont une nature sociale puisqu'ils sont le produit de l'évolution socioculturelle et ne sont pas inventés par chaque individu dans son rapport avec la nature ; ils deviennent justement individuels, c'est-à-dire internes au fonctionnement de chaque individu, à travers le processus d'intériorisation. Par ailleurs, les signes ont une nature sociale en ceci que le signe surgit dans la dynamique communicative de l'interaction sociale. Le signe est en effet conçu par Vygotsky comme un moyen utilisé originairement pour des motifs sociaux, un moyen permettant d'influencer les autres, et c'est seulement plus tard (grâce à l'intériorisation) qu'il se convertit en un moyen servant à s'influencer soi-même (Vygotsky, 1981a, 1981b).

Il semble indéniable que toute acquisition cognitive suppose un processus d'intériorisation. Piaget et Vygotsky s'accordent sur ce postulat général. Mais la nature de ce processus est différente pour chacun de ces auteurs. Tandis que, pour Piaget, l'intériorisation est une tendance qui rend les connaissances de plus en plus autonomes et indépendantes des données externes, pour Vygotsky, l'intériorisation est le passage d'un fonctionnement externe, social, à un fonctionnement interne, individuel. Cela est possible grâce à la médiation sémiotique. Lorsqu'il s'agit de comprendre les mécanismes d'acquisition propres aux situations éducatives, l'intérêt de Piaget réside dans le fait qu'il explique le processus d'intériorisation en faisant appel à des mécanismes individuels (prise de conscience, abstraction, équilibration), essentiels pour rendre compte de la nature nouvelle et constructive des acquisitions. Ces mécanismes sont absents dans l'œuvre de Vygotsky. Mais la limite de la position de Piaget réside dans le fait que ni les interactions sociales ni la médiation sémiotique ne jouent de rôle formateur dans ce processus d'acquisition. Ce qu'apportent les postulats de Vygotsky au constructivisme piagétien, c'est une revalorisation de la médiation sémiotique et de la nature sociale de toute acquisition de connaissances. Ces deux dimensions sont essentielles dans le contexte de l'éducation.

LA CONSTRUCTION DES CONNAISSANCES IMPLIQUE AUSSI UN PROCESSUS PARALLÈLE D'EXTÉRIORISATION

Le processus d'intériorisation, essentiel pour rendre compte de la construction de nouvelles connaissances en général et des connaissances scolaires en particulier, est à son tour inséparable d'un processus parallèle d'extériorisation. Pour Piaget, le processus d'extériorisation est conçu comme une compréhension chaque fois plus profonde des propriétés des objets et de leur relation. Ainsi, tandis qu'à travers l'intériorisation le sujet construit des connaissances internes chaque fois plus stables, plus mobiles et plus éloignées des données immédiates de la perception, avec le processus d'extériorisation le sujet arrive à approfondir les propriétés des objets et leur relation. En fait, ce double processus (intériorisation / extériorisation) est inhérent à l'interactionnisme piagétien, qui se caractérise par une double construction :

celle des structures internes de la pensée et celle de la connaissance chaque fois plus profonde de la réalité externe (Piaget, 1980*b*).

Mais l'extériorisation peut se comprendre aussi (ainsi nous le suggèrent certaines des thèses vygotskiennes) comme un processus d'explicitation de connaissances jusque-là demeurées latentes. Piaget lui-même, dans ses travaux sur la prise de conscience, suggère une telle tendance : une construction de connaissances chaque fois plus explicites que le sujet peut extérioriser à travers ses gestes (lorsqu'il simule ce qu'il vient de faire) ou à travers des verbalisations (lorsqu'il explique ce qu'il vient de faire) (Piaget, 1974). En fait, Piaget reconnaît que la prise de conscience génère des conceptualisations de différents degrés d'explicitation, qui vont de la conscience à peine esquissée lors d'une réussite après régulation automatique, aux prises de conscience manifestes et clairement verbalisées.

Karmiloff-Smith, malgré ses divergences avec la position piagétienne, défend aussi l'existence d'un mécanisme général et récurrent, la « redescription représentationnelle », responsable du passage de connaissances inconscientes, implicites, inhérentes au fonctionnement, à des connaissances conscientes, accessibles, exprimées par des explications verbales (Karmiloff-Smith, 1992). Cette transformation des connaissances, liée à la stabilité et à la réussite du fonctionnement cognitif plutôt qu'aux échecs ou au conflit, comprend trois niveaux au moins : un premier niveau de connaissance implicite représentée de façon procédurale, un second niveau de connaissance définie explicitement, mais qui n'est pas susceptible de verbalisation, et un troisième niveau qui, lui, est susceptible de verbalisation.

Dans le même ordre d'idées, Allal et Saada-Robert (1992), en se basant partiellement sur la typologie de Piaget concernant les mécanismes de régulation, distinguent quatre degrés d'explicitation des régulations cognitives : 1) les régulations implicites, intégrées au fonctionnement cognitif, dont le sujet n'a pas conscience ; 2) les régulations accessibles à la conscience et explicitables dans le cas d'une demande externe ; 3) les régulations explicitées, conscientes, communicables à autrui ; et 4) les régulations instrumentées qui s'appuient sur un support externe à la pensée du sujet. Dans ce dernier cas, qui nous intéresse tout particulièrement, l'instrumentation peut se baser sur un support que le sujet produit lui-même (un plan de rédaction, un diagramme, une notation mnémotechnique, etc.) ou sur un support venant d'autrui (liste de critères fourni par un enseignant, diagramme fourni par un programme d'ordinateur, symboles algébriques, etc.).

L'intérêt de toutes ces propositions est qu'elles permettent d'aborder plus en détail le processus d'extériorisation et de lui attribuer un rôle dynamique dans la construction des connaissances. L'extériorisation serait non seulement (tel que le propose Piaget) une construction progressive de la réalité externe, mais aussi une réorganisation des connaissances dans le sens d'une progressive explicitation consciente. Le contexte social jouerait un rôle décisif dans ce processus d'explicitation. À son tour, cette explicitation entraînerait une possibilité accrue de communication et de partage avec les autres personnes. À mesure que ces connaissances sont construites explicitement (et s'appuient sur des signes ou des symboles souvent concrétisés par des représentations externes ou des notations symboliques spéci-

fiques), elles modifient en retour le fonctionnement cognitif ; leur potentialité communicative s'accroît aussi. On se rend compte que le processus d'extériorisation ainsi conçu peut jouer un rôle important dans la construction des connaissances ; il resterait intimement lié à la médiation sémiotique et à l'interaction sociale.

Conclusions

La théorie de Piaget s'est révélée décisive pour comprendre certains des mécanismes psychologiques à l'œuvre dans les acquisitions scolaires et pour suggérer certaines séquences d'enseignement et d'apprentissage de contenus scientifiques sur la base d'une analyse épistémologique des principales notions scientifiques. Malgré cet apport essentiel pour la réflexion pédagogique, la théorie de Piaget présente une série de limites qui ont trait à son incapacité de rendre compte des spécificités du contexte scolaire et des processus d'acquisition qui lui sont propres. Reprenons, en guise de conclusion, les principaux points développés dans l'article.

1. Les mécanismes psychologiques, tels que la prise de conscience, l'abstraction ou l'équilibration, sont essentiels pour rendre compte du caractère constructif des apprentissages scolaires. Ce sont eux qui permettent d'analyser l'activité structurante des élèves et de s'éloigner ainsi de toutes les options pédagogiques qui n'arrivent pas à préciser la nature constructive et créatrice du sujet. Mais de nombreuses recherches réalisées dans des domaines divers (mathématiques, sciences, lecture, écriture, connaissances sociales) ont montré l'importance des connaissances spécifiques que les sujets se forment spontanément lors de leur interaction avec l'entourage physique et social. En outre, les mécanismes d'acquisition de ces diverses connaissances seraient, en partie, spécifiques. Ils ne seraient pas réductibles aux progrès de l'activité opératoire. Il est donc nécessaire de dépasser le constructivisme piagétien en acceptant l'importance des connaissances et des mécanismes spécifiques d'acquisition.
2. S'intéressant aux possibilités pour l'espèce humaine d'atteindre une pensée rationnelle, Piaget s'est concentrée sur les points communs, généraux de l'activité cognitive, et a mésestimé les particularités individuelles ou contextuelles. Il n'est donc pas surprenant que, derrière l'enfant, l'élève et le scientifique, Piaget ne voit qu'un sujet épistémique réglé par les mêmes mécanismes de construction. Or, du point de vue de la pratique éducative, il semble indispensable d'analyser leurs différences. De nombreuses données de recherches, qui comparent les connaissances élaborées par les élèves dans le contexte scolaire et les connaissances des mêmes sujets élaborés dans différents contextes socioculturels, montrent avec précision leurs différences (degré d'accessibilité, fonctionnalité, degré d'organisation, disparité de stratégies). La pratique éducative se réalise dans un contexte particulier qui détermine, en partie, les caractéristiques du savoir scolaire. Analyser les spécificités de ce contexte d'apprentissage, tout en tenant compte des connaissances implicites qu'apportent les élèves à partir d'autres contextes quotidiens, semble deux objectifs essentiels pour dépasser le sujet épistémique de Piaget et s'approcher du « sujet pédagogique ».

3. L'une des caractéristique essentielles du contexte scolaire est sa nature sociale. Tout en considérant l'interaction sociale comme un facteur nécessaire à la construction des connaissances, Piaget n'a jamais précisé son rôle structurant. Il l'a subordonné aux mécanismes généraux d'autorégulation. Or, pour s'approcher des processus d'apprentissage scolaire, il est indispensable d'attribuer aux mécanismes régulateurs des autres personnes un rôle central. D'une part, les mécanismes d'influence éducative issus de l'activité de support et guide des enseignants sont essentiels pour comprendre de quelle façon les élèves arrivent à reconstruire les savoirs culturels sélectionnés par l'école. D'autre part, les mécanismes qui règlent l'interaction entre élèves s'avèrent indispensables pour comprendre comment les connaissances scolaires deviennent chaque fois plus explicites et partagées.
4. L'autre caractéristique essentielle du contexte scolaire est le caractère médiateur des activités d'enseignement et d'apprentissage. Pour Piaget, la médiation sémiotique, quoique essentielle pour garantir le fondement représentatif de la pensée, est dépendante et subordonnée à l'activité opératoire. De nombreuses recherches montrent, au contraire, l'importance spécifique de la médiation et son impact sur le fonctionnement cognitif : le langage, l'écriture, la notation mathématique et l'utilisation d'instruments culturels divers jouent un rôle décisif dans la construction des connaissances scolaires.
5. S'il est indispensable d'envisager la construction des connaissances scolaires comme un processus récurrent d'intériorisation à travers lequel l'élève élabore des connaissances chaque fois plus autonomes et moins dépendantes des aspects externes et perceptifs, il est également nécessaire d'envisager le processus réciproque d'extériorisation. C'est à travers ce processus que les connaissances deviennent progressivement plus explicites, peuvent devenir verbalisables, et donc plus susceptibles d'être communiquées et partagées par les autres agents sociaux.

Piaget, un peu malgré lui, a été décisif pour la recherche et la pratique éducatives. Il continuera de l'être si ses postulats constructivistes intègrent les principaux défis issus de la recherche contemporaine, plus sensible aux spécificités des domaines de connaissance et aux spécificités des mécanismes sémiotiques et sociaux qui sont la marque du contexte scolaire.

Notes

1. Cet article n'a pu paraître que grâce à une subvention du Ministère espagnol de l'éducation, projet DGICTV PS 91-0059.
2. Il faut signaler que, à l'intérieur même de l'École de Genève, certains développements théoriques récents montrent la nécessité de passer de l'étude du « sujet épistémique » envisagé par Piaget (ce qu'il y a de commun entre les structures cognitives des sujets d'un même niveau) à l'étude du « sujet psychologique », et de revaloriser ainsi les aspects liés au dynamisme du fonctionnement psychologique individuel (Inhelder, 1978 ; Inhelder *et al.*, 1992).

Références

- Allal, L. ; Saada-Robert, M. 1992. « La métacognition : cadre conceptuel pour l'étude des régulations en situation scolaire ». *Archives de psychologie* (Genève, Suisse), vol. 60, n° 235, p. 265-296.
- Brown, A. L. 1990. « Domain-specific principles affect learning and transfer in children » [Les principes spécifiques à un domaine influencent l'apprentissage et le transfert chez les enfants]. *Cognitive science* (Norwood, New Jersey), n° 14, p. 107-133.
- ; Palincsar, A. S. 1989. « Guided, cooperative learning and individual knowledge acquisition » [L'apprentissage guidé et en coopération et l'acquisition individuelle de la connaissance]. Dans : Resnick, L. B. (dir. publ.). *Knowing, learning and instruction : essays in honor of Robert Glaser* [Connaissance, apprentissage et instruction : essais en l'honneur de Robert Glaser]. Hillsdale, New Jersey, Erlbaum, p. 393-451.
- Carey, S. ; Spelke, E. 1994. « Domain-specific knowledge and conceptual change » [La connaissance spécifique à un domaine et le changement conceptuel]. Dans : Hirschfeld, L. A. ; Gelman, S. A. (dir. publ.). *Mapping the mind : domain specificity in cognition and culture* [Dresser la carte de la pensée : spécificité du domaine en matière de cognition et de culture]. Cambridge, Massachusetts, Cambridge University Press, p. 169-200.
- Chevallard, Y. 1985. *La transposition didactique : du savoir savant au savoir enseigné*. Grenoble, La Pensée sauvage.
- Coll, C. et al. 1992. « Actividad conjunta y habla : una aproximación al estudio de los mecanismos de influencia educativa » [Activité d'ensemble et langage : approche de l'étude des mécanismes d'influence éducative]. *Infancia y aprendizaje* (Madrid, Espagne), n° 59-60, p. 189-232.
- Coll, C. ; Onrubia, J. 1994. « Temporal dimension and interactive processes in teaching/learning activities : a theoretical and methodological challenge » [Dimension temporelle et processus interactif dans les activités d'enseignement et d'apprentissage : défi théorique et méthodologique]. Dans : Río, P. del ; Alvarez, A. ; Wertsch, J. V. (dir. publ.). *Explorations in socio-cultural studies* [Essais d'études socioculturelles]. Madrid, Aprendizaje S. L., vol. 3, p. 107-122. (*Teaching, learning and interaction*. [Enseignement, apprentissage et interaction], dir. publ. N. Mercer et C. Coll.)
- Driver, R. ; Guesne, E. ; Tiberghien, A. 1985. *Children's ideas in science* [Les idées des enfants en matière de science]. Milton Keynes, Open University Press.
- Claxton, G. 1991. *Educating the inquiring mind. The challenge for school science* [Instruire l'esprit curieux : le défi jeté à la science à l'école]. Londres, Harvester.
- Fondation Archives Jean Piaget. 1989. *Bibliographie Jean Piaget*. Genève, Fondation Archives Jean Piaget.
- Forman, E. 1989. « The role of peer interaction in the social construction of mathematical knowledge » [Le rôle de l'interaction entre pairs dans la construction sociale de la connaissance des mathématiques]. *International journal of educational research* (Kidlington, Royaume-Uni), vol. 13, n° 1, p. 55-70.
- Gardner, H. 1991. « The unschooled mind : how children think and how schools should teach » [L'esprit non scolarisé : comment pensent les enfants et comment les écoles devraient enseigner]. New York, Basic.
- Gelman, R. ; Gallistel, C. R. 1978. *The child understanding of number* [Comment l'enfant comprend les nombres]. Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press.

- Goody, J. 1987. *The interface between the written and the oral* [L'interface entre l'écrit et l'oral]. Cambridge, Massachusetts, Cambridge, University Press.
- Goustard, M. ; Gréco, P. ; Matalon, B. ; Piaget, J. 1959. *La logique des apprentissages*. Paris, Presses universitaires de France.
- Greenfield, P. M. 1984. « Mind and media : the effects of television, video games and computers » [Esprit et médias : les effets de la télévision, des jeux vidéo et des ordinateurs]. Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press.
- Inhelder, B. 1978. « De l'approche structurale à l'approche procédurale : introduction à l'étude des stratégies ». *Actes du XXF Congrès international de psychologie*. Paris, Presses universitaires de France.
- Inhelder, B. et al. 1992. *Le cheminement des découvertes de l'enfant*. Paris, Neuchâtel, Delachaux et Niestlé.
- Hirschfeld, L. A. ; Gelman, S. A. (dir. publ.). 1994. *Mapping the mind : domain specificity in cognition and culture* [Dresser la carte de la pensée : spécificité du domaine en matière de cognition et de culture]. Cambridge, Massachusetts, Cambridge University Press.
- Karmiloff-Smith, A. 1985. « A constructivist approach to modelling linguistic and cognitive development ». *Archives de psychologie* (Genève), n° 204, vol. 53, p. 113-126.
- . 1992. *Beyond modularity. A developmental perspective on cognitive science* [Au-delà de la modularité : perspective de développement pour la science cognitive]. Cambridge, Massachusetts, MIT Press.
- Keil, F. 1981. « Constraints on knowledge and cognitive development » [Contraintes sur la connaissance et le développement cognitifs]. *Psychological review* (Washington, D.C.), vol. 8, n° 3, p. 197-227.
- Martí, E. 1994a. *Mécanismes d'intériorisation/extériorisation des connaissances chez Piaget et Vygotsky*. Conférence présentée au quatorzième Cours avancé des Archives Jean Piaget, Genève, 19-22 septembre.
- . 1994b. « Peer interaction in problem solving. A microgenetic analysis of interpsychological mechanisms » [Interaction entre pairs en matière de solution de problèmes : analyse microgénétique des mécanismes interpsychologiques]. Dans : Río, P. del ; Alvarez, A. ; Wertsch, J. V. (dir. publ.). *Explorations in socio-cultural studies* [Essais d'études socioculturelles]. Madrid, Aprendizaje S. L., vol. 3, p. 209-216. (*Teaching, learning and interaction*. [Enseignement, apprentissage et interaction], dir. publ. N. Mercer et C. Coll.)
- Morf, A. et al. 1959. *L'apprentissage des structures logiques*. Paris, Presses universitaires de France.
- Olson, D. R. 1986. « Intelligence and literacy : the relationship between intelligence and the technologies of representation and communication » [Intelligence et alphabétisation : les rapports entre l'intelligence et les technologies de la représentation et de la communication]. Dans : Sternberg, R. J. ; Wagner, R. K. (dir. publ.). *Practical intelligence : nature and origins of competence in the everyday world* [L'intelligence pratique : nature et origines de la compétence dans le monde de tous les jours]. New York, Cambridge University Press, p. 338-360.
- Parrat-Dayán, S. 1993. « La réception de l'œuvre de Piaget dans le milieu pédagogique des années 1920-1930 ». *Revue française de pédagogie* (Paris), n° 104, p. 73-83.
- Piaget, J. 1923. *Le langage et la pensée chez l'enfant*. Neuchâtel, Delachaux et Niestlé.
- . 1924. *Le jugement et le raisonnement chez l'enfant*. Neuchâtel, Delachaux et Niestlé.
- . 1932. *Le jugement moral chez l'enfant*. Paris, Alcan.

- . 1936. *La naissance de l'intelligence chez l'enfant*. Neuchâtel et Paris, Delachaux et Niestlé.
- . 1946. *La formation du symbole chez l'enfant*. Neuchâtel et Paris, Delachaux et Niestlé.
- . 1947. *La psychologie de l'intelligence*. Paris, Armand Collin.
- . 1966. « Autobiographie ». *Cahiers Vilfredo Pareto* (Genève), n° 10, p. 129-159.
- . 1968. « Le point de vue de Piaget ». *International journal of psychology/Journal international de psychologie* (Hove, Royaume-Uni), vol. 3, n° 4, p. 281-299.
- . 1969. *Psychologie et pédagogie*. Paris, Denoël.
- . 1970. *L'épistémologie génétique*. Paris, Presses universitaires de France.
- . 1972. *Où va l'éducation ?* Paris, Denoël/Gonthier.
- . 1974. *La prise de conscience*. Paris, Presses universitaires de France.
- . 1975. *L'équilibration des structures cognitives : problème central du développement*. Paris, Presses universitaires de France.
- . 1980a. « Recent studies in genetic epistemology » [Études récentes d'épistémologie génétique]. *Cahiers de la Fondation Archives Jean Piaget* (Genève), n° 1, p. 3-7.
- . 1980b. *Les formes élémentaires de la dialectique*. Paris, Gallimard.
- . 1985. « Commentaires sur les remarques critiques de Vygotsky ». Dans : Schneuwly, B. ; Bronckart, J. P. (dir. publ.). *Vygotsky aujourd'hui*. Neuchâtel, Paris, Delachaux et Niestlé, p. 120-137.
- Resnick, L. B. 1986. « The development of mathematical intuition » [Le développement de l'intuition mathématique]. Dans : Perlmutter, M. (dir. publ.). *Perspectives on intellectual development : the Minnesota symposium on child development*, vol. 19. Hillsdale, New Jersey, Erlbaum, p. 159-194.
- Resnick, L. B. ; Levine, J. M. ; Teasley, S. D. 1991. *Perspectives on socially shared cognition* [Perspectives sur la cognition socialement partagée]. Washington, D.C., American Psychological Association.
- Rodrigo, M. J. ; Rodríguez, A. ; Marrero, J. 1993. *Las teorías implícitas : una aproximación al conocimiento cotidiano* [Les théories implicites : approche de la connaissance quotidienne]. Madrid, Aprendizaje/Visor.
- Rogoff, B. 1990. *Apprenticeship in thinking : cognitive development in social context* [Apprentissage de la pensée : développement cognitif en contexte social]. New York, Oxford University Press.
- Salomon, G. ; Leigh, T. 1984. « Predispositions about learning from print and television » [Prédispositions concernant l'apprentissage par l'imprimé et par la télévision]. *Journal of communication* (New York, New York), n° 34, p. 119-135.
- Schoenfeld, A. H. 1989. « Ideas in the air : speculations on small group learning, environmental and cultural influences on cognition and epistemology » [Des idées dans l'air : spéculations sur l'apprentissage par petits groupes, les influences environnementales et culturelles sur la cognition et l'épistémologie]. *International journal of educational research* (Kidlington, Royaume-Uni), vol. 13, n° 1, p. 71-88.
- Sinclair, H. et al. 1985. « Constructivisme et psycholinguistique génétique ». *Archives de psychologie* (Genève), n° 204, vol. 53, p. 37-60.
- Teberosky, A. 1993. « Introducción : investigación psicológica y educación en dominios específicos » [Introduction : investigation psychologique et éducation dans les domaines spécifiques]. *Substratum* (Barcelone, Espagne), vol. 1, n° 2, p. 9-19.

- Tolchinsky, L. ; Karmiloff-Smith, A. 1993. « Las restricciones del conocimiento notacional » [Les restrictions de la connaissance nationale]. *Infancia y aprendizaje* (Madrid, Espagne), n° 62-63, p. 19-51.
- Van de Veer, R. ; Valsiner, J. 1991. *Understanding Vygotsky : a quest for synthesis* [Comprendre Vygotsky : en quête d'une synthèse]. Cambridge, Massachusetts, Blackwell.
- Vygotsky, L. S. 1981a. « The instrumental method in psychology » [La méthode instrumentale en psychologie]. Dans : Wertsch, J. V. (dir. publ.). *The concept of activity in Soviet psychology* [Le concept d'activité dans la psychologie soviétique]. Armonk, New York, Sharpe.
- 1981b. « The genesis of higher mental functions » [La genèse des fonctions mentales supérieures]. Dans : Wertsch, J. V. (dir. publ.). *The concept of activity in Soviet psychology* [Le concept d'activité dans la psychologie soviétique]. Armonk, New York, Sharpe.
- Wertsch, J. V. 1985. *Vygotsky and the social formation of mind* [Vygotsky et la formation sociale de la pensée]. Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press.

L'ENSEIGNEMENT DES MATHÉMATIQUES

SOUS LE REGARD DE L'ÉPISTÉMOLOGIE

GÉNÉTIQUE

Gisèle Lemoyne

Connaître un objet c'est agir sur lui et le transformer, pour saisir les mécanismes de cette transformation en liaison avec les actions transformatrices.

JEAN PIAGET

Dans son ouvrage *Psychologie et pédagogie*, Piaget (1969)¹ fait le point sur l'évolution des rapports entre la psychologie et l'éducation depuis 1935, et se demande pourquoi les « renouvellements profonds de la psychologie de l'enfant » (p. 12) ont si peu affecté la science de l'éducation. À propos des méthodes actives, il constate que, pour plusieurs pédagogues, le mérite principal de ces méthodes « est de remplacer l'abstraction par les contacts concrets. [Ils] croient même parvenir à la pointe du progrès éducatif en multipliant les figurations intuitives sous des formes qui n'ont plus rien d'actif » (p. 56-57).

Gisèle Lemoyne (Canada)

Professeur titulaire au Département de didactique de l'Université de Montréal, où, après des études de premier cycle en sciences et en psychologie, elle a obtenu en 1976 un Ph. D. en psychologie. Sa thèse de doctorat, réalisée sous la direction du professeur Georges Baylor, portait sur la modélisation psycho-informatique des processus de développement de la sériation. À la suite de ces premières recherches en psychologie, elle s'est intéressée à la didactique des mathématiques. Plusieurs de ses études sur les processus d'apprentissage et d'enseignement de l'arithmétique et de l'algèbre élémentaire ont été réalisées dans le cadre de micro-mondes informatiques. Ses recherches, enfin, ont été publiées dans des revues américaines et européennes.

En 1995, ce constat nous apparaît toujours pertinent, car plusieurs méthodes se déclarant inspirées de l'épistémologie génétique procèdent à de telles réductions. Il nous faut en outre ajouter qu'on assiste, depuis les dernières décennies, à une augmentation des objets physiques et figuratifs « de contact » avec les notions enseignées, et à l'entrée de nouveaux contenus d'enseignement. Ces objets et ces contenus sont très souvent puisés des recherches psycho-pédagogiques et didactiques, lorsqu'ils ne sont pas directement conçus par les chercheurs eux-mêmes.

Plusieurs interprétations de ces rapports réducteurs entre la psychologie et l'enseignement ont été proposées. Vanderdorpe (1992) souligne que l'interprétation d'un texte ou d'une œuvre s'effectue d'abord par sa mise en relation avec l'ensemble des ouvrages produits par l'auteur et des ouvrages de référence. Elle dépend aussi des relations avec l'ouvrage construites par le lecteur selon ses connaissances, mais aussi selon les objectifs qu'il poursuit. Ces contributions du lecteur peuvent dénaturer le texte, le trahir. On parle alors d'un fonctionnement idéologique. Dans le cas de la lecture des ouvrages de Piaget et de ses collaborateurs du Centre international d'épistémologie génétique, on peut aisément comprendre que l'étendue et la complexité de ces ouvrages n'aient pas facilité le travail d'interprétation.

L'interprétation suivante, avancée par Brun (1993), rend bien compte du travail de lecture de l'œuvre piagétienne :

La proximité des préoccupations concernant la transformation des connaissances chez un sujet et chez un élève explique sans doute l'utilisation directe des travaux de la psychologie du développement cognitif, faute de s'interroger sur la nature des projets et des objets respectifs de la psychologie et de la didactique (p. 4).

Cette interprétation rend aussi intelligibles plusieurs analyses de ces rapports. Elle suggère des voies précieuses pour poursuivre leur investigation et, comme le dit Morf (1994), pour préparer à « l'acceptation des paradigmes constructivistes par la didactique » (p. 29).

Dans ce travail², nous examinerons quelques voies de passage et de fonctionnement de l'épistémologie génétique dans l'enseignement des mathématiques. Pour mieux définir notre projet, nous citons un très court passage du texte de la conférence donnée par Guy Brousseau (1991) sur *L'enjeu dans une situation didactique* :

Si j'ai un phénomène de didactique qui est réellement sensible à un phénomène de type psychologique, il faut qu'il y ait un objet qui ait du sens dans les deux, il faut que je dise par quel objet didactique le psychisme va s'exprimer dans cette situation. Alors je crois que ça a un rapport avec l'enjeu, puisque c'est finalement l'enjeu, le désir qui va être le moteur de toutes ces conversions (p. 149-150).

Dans les pages qui suivent, nous tenterons donc d'identifier certains phénomènes ou objets de la didactique des mathématiques, en liaison avec des phénomènes ou objets de la psychologie du développement cognitif, dont l'étude pourrait être enrichie du fait de cette liaison.

La didactique des mathématiques : son projet, ses objets et ses méthodes

Substituer à la question des rapports entre la psychologie, l'éducation et l'enseignement des mathématiques, formulée dans les années 60, celle des rapports entre la didactique des mathématiques et l'épistémologie génétique n'est pas un exercice de style. C'est d'abord reconnaître un événement important, soit la création d'une discipline scientifique, « la didactique des mathématiques », avec son projet, ses objets et ses méthodes propres. C'est de plus affirmer que les contributions de l'épistémologie génétique à la didactique des mathématiques seront d'autant plus importantes qu'elles s'inscriront dans le champ de cette dernière discipline.

L'émergence en France de « la didactique des mathématiques » a eu pour effet apparent ou visible de substituer, aux discours idéologiques et souvent alarmistes concernant l'enseignement des mathématiques, une analyse scientifique des phénomènes d'enseignement de cette discipline. Dans son article sur « Les programmes et la transposition didactique », Chevallard (1986) nous convie à une réflexion sur le système d'enseignement, le fonctionnement didactique et les programmes. Il nous rappelle d'abord que le système d'enseignement est soumis aux lois du fonctionnement didactique. La reconnaissance et, surtout, l'affirmation de cette soumission sont lourdes de conséquences. Elles enclenchent un processus de recherche des lois qui « gouvernent l'acte d'enseignement et la gestion sociale » (Chevallard, 1986, p. 32). Plus encore, elles éloignent des visions irréalistes ou des utopies qui pourraient tenter les didacticiens et les chercheurs désireux d'infléchir l'enseignement. L'histoire récente de l'enseignement de la théorie des ensembles à l'école élémentaire montre comment l'assujettissement de cet enseignement aux lois du fonctionnement didactique a produit des phénomènes inattendus et mis fin aux rêves d'un nombre important de didacticiens et de chercheurs (Conne, 1981).

Seule une étude des lois du fonctionnement didactique peut aussi prémunir contre des représentations spontanées du fonctionnement didactique qui peuvent conduire à mettre les programmes « au banc des accusés », quand le système d'enseignement est considéré comme étant en échec. Et Chevallard (1986) le souligne, lorsque les élèves, les professeurs et les écoles ne peuvent être tenus responsables de cet échec, ce sont les programmes qui sont accusés ; par voie de conséquence, ce sont ces programmes qui sont transformés. D'ailleurs, plus l'on dispose de mesures pour évaluer l'enseignement, plus l'on assiste à des remaniements fréquents des programmes. C'est donc la signification que l'on attribue aux programmes et non les programmes en eux-mêmes qui déterminent leur importance « véritable (et tyrannique) ». Leur mise en cause est enfin symptomatique d'une représentation « ascientifique (préscientifique ?) du système d'enseignement » (Chevallard, 1986, p. 44).

Il convient donc, selon Chevallard, de faire entrer l'enseignement des mathématiques dans la « modernité scientifique ». Le système d'enseignement doit être étudié ; on doit chercher à comprendre ses propriétés, ses lois et son déterminisme.

C'est le projet que s'est donné la didactique des mathématiques en France. Voici les objets et les méthodes de cette nouvelle discipline.

L'étude du système didactique commande celle des interactions entre trois sous-systèmes : maître, élève et savoir. Nous nous référons principalement aux travaux de Brousseau (1986a, 1990), de Mercier (1992) et de Rouchier (1991) pour définir ces sous-systèmes et leurs interactions. L'élève résulte d'une intention didactique ; il est celui à qui l'on enseigne, celui qui est instruit. L'école est une institution didactique qui permet à des maîtres — en position d'enseignants — de réaliser chez des élèves — en position d'enseignés — l'émergence de rapports à des objets de savoir. Le savoir est donc placé au centre de la relation didactique. L'entrée dans le savoir, donc dans l'institution, se réalise pour l'élève sous forme de situations. C'est par elles et à travers elles que l'élève va établir un rapport à un savoir qui lui est d'abord extérieur. C'est par elles et à travers elles aussi que le maître opère une recontextualisation et une repersonnalisation du savoir privilégiant certains rapports à ce savoir. C'est par elles et à travers elles, enfin, que le maître et l'élève s'informent mutuellement de leurs rapports respectifs au savoir et de leurs responsabilités ; cet échange s'opère sous le contrôle du contrat didactique.

Au cours des dernières décennies, la théorie des situations didactiques élaborée par Brousseau (1986a) s'est imposée à la communauté des chercheurs en didactique des mathématiques (et aussi des sciences) comme l'instrument privilégié pour réaliser l'étude du système didactique.

La théorie des situations « organise une lecture des événements didactiques » (Brousseau, 1988, p. 16), en référence à des fonctionnements de la connaissance et du savoir. La distinction entre connaissance et savoir constitue un élément clé de cette théorie. Effectuer une telle distinction permet aussi de mieux cerner les fondements et les méthodes de la didactique des mathématiques, et de situer cette nouvelle discipline. Au fil des analyses que nous proposons, nous ferons souvent référence à cette distinction, nous appuyant sur l'un ou l'autre des textes publiés par les chercheurs qui ont examiné cette question (Brousseau et Centeno, 1991 ; Conne, 1992 ; Rouchier, 1991). Nous choisissons pour le moment de présenter très schématiquement la distinction proposée par Conne (1992).

La distinction entre connaissance et savoir est marquée essentiellement par l'interaction sujet-situation. Conne (1992) parle en ces termes de cette interaction :

D'un côté, la situation est inductrice de connaissance ; d'un autre côté, la connaissance permet d'agir sur la situation. [...] Lorsque le sujet reconnaît le rôle actif d'une connaissance sur la situation pour lui, le lien inducteur de la situation sur cette connaissance devient inversible, il sait. Une connaissance ainsi identifiée est un savoir (p. 234-235).

Ce qui confère à l'enseignement son caractère fondamental en regard de la distinction entre connaissance-savoir est son projet de transformer la connaissance de l'élève en situation en une connaissance utile, en un savoir, mais qui, de plus, épouse les formes du savoir à enseigner, du savoir institué. Le savoir institué rend ainsi compte de pratiques sociales mises en forme par une institution.

La distinction entre connaissance et savoir permet de saisir l'intérêt et l'importance de la théorie des situations didactiques. Nous nous référons, pour présenter cette théorie, à la recherche menée par Brousseau (1981) sur l'enseignement des décimaux.

Dans son analyse mathématique et épistémologique de la notion de nombre décimal, Brousseau distingue trois phases de construction de cette notion. Au cours d'une première phase, le décimal est une notion protomathématique (terme emprunté à Chevallard ; voir Brousseau, 1981) ; il est utilisé dans diverses pratiques de mesurage et de représentation de quantités. Des connaissances implicites du décimal interviennent dans ces pratiques. Le décimal n'est alors reconnu ni comme objet d'étude ni comme outil. Dans une seconde phase, initiée par l'unification du calcul des naturels et des rapports géométriques et par l'emploi de la numération de position décimale, le décimal devient un « outil consciemment utilisé, reconnu, désigné » (Brousseau, 1981, p. 45) ; il acquiert un statut de notion paramathématique (Chevallard, 1985, éd. de 1991, p. 55). Enfin, au cours d'une troisième phase, le décimal devient une notion mathématique « sous le contrôle d'une théorie qui en fixe la définition, les propriétés et la position épistémologique » (Brousseau, 1981, p. 46).

Dans la théorie des situations didactiques, ces différentes phases de construction du savoir permettent de définir différents types de situation et, à partir de là, différents fonctionnements de la connaissance et du savoir. À la phase protomathématique correspond la situation d'action. En s'adaptant à la situation, l'élève construit un modèle implicite qui lui permet de résoudre les problèmes qu'elle comporte. La connaissance s'y manifeste alors comme « modalité d'adaptation de l'individu aux contraintes et aux défis de l'environnement et des situations » (Rouchier, 1991, p. 33).

Dans la situation de formulation, l'élève est amené à expliciter son modèle, ses connaissances, à formuler des représentations ; il opère une lecture de son expérience qui le rend capable de représenter pour lui et pour autrui les moyens et les connaissances qu'il a utilisés pour résoudre les problèmes que comportait la situation d'action. Brousseau (1986a, p. 454) écrit à ce propos que « la composante des situations d'apprentissage qui justifie cette formulation, c'est la communication, éventuellement l'autocommunication ». Un jeu où les élèves comparent leurs modèles et leurs expériences confère un sens à la formulation. On peut aussi dire que cette situation de formulation permet d'identifier les outils-connaissances qui ont été utilisés dans l'action. Une telle situation simule une phase paramathématique de construction du savoir.

Enfin, dans une situation de validation-institutionnalisation, l'élève est amené à prouver, à valider ce qu'il avance et, enfin, à donner un statut à ce qu'il a produit, grâce à un processus d'identification et d'authentification « par d'autres savoirs déjà institués, présents dans une culture déterminée » (Rouchier, 1991, p. 35). C'est à travers une telle situation que le savoir devient objet ; cette situation renvoie donc à la phase mathématique de construction du savoir.

Par sa modélisation du fonctionnement de la connaissance et du savoir, la théorie des situations constitue un outil fondamental pour l'étude du système didactique. C'est ainsi que le problème de la dévolution de situations a-didactiques ou de l'entrée de l'élève dans une situation d'apprentissage (lorsque l'intention du maître s'efface au profit de la responsabilité de l'élève) s'est imposé dès le début des travaux en didactique des mathématiques. C'est aussi en référence à la théorie des situations que le processus d'institutionnalisation de la connaissance a été examiné. C'est enfin dans une application de la théorie des situations que la méthodologie de l'ingénierie didactique a été créée pour une « mise à l'épreuve des constructions théoriques élaborées dans les recherches, par l'engagement de ces constructions dans un mécanisme de production » (Artigue, 1990, p. 285) et pour une « prise en compte de la complexité de la classe » (Douady, 1987, p. 222).

La didactique des mathématiques sous le regard et l'influence de l'épistémologie génétique

La didactique des mathématiques, comme nous venons de le montrer, est une discipline définie par un projet, des objets et des méthodes spécifiques. Elle s'intéresse à un « savoir déjà institué, c'est-à-dire un savoir qui a sa place dans une société déterminée et vis-à-vis duquel existe un projet social de transmission réalisé sous la forme d'un enseignement » (Rouchier, 1991, p. 36). Ce savoir institué est un objet structurant dans les recherches en ce domaine. Comprendre la transmission de ce savoir dans l'enseignement est un but fondamental. Ce but est étranger à l'épistémologie génétique, ce qui ne signifie nullement que les théories piagétienne ne puissent éclairer la compréhension de l'enseignement. Voici comment Piaget parle des rapports entre la psychologie et l'enseignement des mathématiques :

L'enseignement des mathématiques dépend en grande partie de l'idée qu'on se donne d'elles et par conséquent de leur épistémologie. Si un mathématicien ne consultera naturellement jamais un psychologue pour savoir comment démontrer un théorème, [...] tout autre est la question des fondements des mathématiques. [...] Or, les tendances actuelles des mathématiques sont orientées, de ce point de vue épistémologique, vers un structuralisme nettement constructiviste » (Piaget, 1970a, p. 227-228).

Les études piagétienne visent la compréhension de la connaissance, de sa nature et de son accroissement. Ce projet est exprimé, sous diverses formes, dans les ouvrages piagétien :

Cette discipline [la psychologie] se propose d'interpréter la science à titre de résultat de l'activité mentale de l'homme, ou, ce qui revient au même, d'expliquer comment la pensée réelle de l'homme peut produire la science en tant que système cohérent de connaissances objectives » (Beth et Piaget, 1961, p. 325).

Le propre de l'épistémologie génétique est ainsi de chercher à dégager les racines des diverses variétés de connaissance dès leurs formes les plus élémentaires et de suivre leur développement aux niveaux ultérieurs jusqu'à la pensée scientifique inclusivement. [...] Le

problème spécifique de l'épistémologie génétique est, en effet, celui de l'accroissement des connaissances, donc du passage d'une connaissance moins bonne ou plus pauvre à un savoir plus riche en compréhension et en extension (Piaget, 1970b, p. 6-8).

Ce projet est à la base des études élaborées sur la construction des opérations et des structures de l'intelligence. Ces constructions définissent à la fois l'acte de connaître et le produit de cet acte, la relation sujet-objet et le produit de cette relation dans le sujet (Morf, 1994).

C'est ce sujet connaissant qui entre dans le système didactique. Sa rencontre avec l'objet ou le milieu est organisée par la situation didactique, elle-même organisée par le savoir institué. Comprendre comment cette organisation affecte les conduites de l'élève, sujet connaissant, nous apparaît fondamental pour situer les relations possibles entre la didactique des mathématiques et l'épistémologie génétique.

LE SAVOIR INSTITUÉ ET LE FONCTIONNEMENT DIDACTIQUE : ESPACES RESPECTIFS DU SUJET DIDACTIQUE ET DU SUJET ÉPISTÉMIQUE

La question du placement du sujet par rapport à un « déjà-là » structuré et structurant est une question ancienne dont l'entrée dans l'interrogation didactique marque, pour cette dernière, une évolution importante (Rouchier, 1991, p. 28). Dans ce qui suit, nous aimerions amorcer une réflexion sur les problèmes que pose à l'épistémologie génétique le fonctionnement didactique en raison de sa relation essentielle, existentielle même, au savoir institué. Nous voudrions aussi montrer comment l'interrogation psychologique peut éclairer le fonctionnement didactique.

Que le savoir institué se définit, se montre, se reconnaît, s'utilise et s'enseigne

Dans les manuels scolaires, les programmes, les ouvrages didactiques, les publications des chercheurs, la classe de mathématiques, le savoir institué figure ainsi. Dès ses premiers travaux en didactique, Chevallard (1982 ; éditions 1985, 1991) s'est intéressé au savoir. Il en donne la définition suivante dans une de ses publications (1988) :

Un savoir, ou plus exactement un corps de savoir, en effet, est un système ayant une existence objective, qui s'identifie à une organisation de contenus sémiotiques de divers types (discursifs, pratiques, etc.), préexistant à l'individu concret qui le rencontrera en tant que sujet d'une institution déterminée, dans des conditions, c'est-à-dire à travers des situations déterminées, sous la juridiction d'un contrat déterminé, dans une institution où il apparaîtra lui-même dans un régime déterminé. [...] On dira alors que l'individu a un (certain) rapport au savoir (p. 17).

Dans son ouvrage sur l'anthropologie des savoirs (1991), Chevallard propose une définition d'un objet mathématique qui éclaire la question du rapport au savoir mathématique :

Un objet (par exemple, un objet mathématique) est un émergent d'un système de pratiques où sont manipulés des objets matériels qui se découpent dans différents registres sémiotiques : registre de l'oral, des mots ou expressions prononcés ; registre du gestuel ; domaine de la scription, de ce qui est écrit ou dessiné (graphismes, formalisme, calculs, etc.), c'est-à-dire registre de l'écrit. Et on ajoutera à ces trois registres la présence de certains objets matériels (au sens courant du terme). [...] Nous appellerons alors praxèmes ces objets comme pris dans des pratiques. Un objet est ainsi un émergent d'un système de praxèmes. Un objet émerge dans des pratiques (p. 110).

Dans l'activité mathématique, ce sont certains praxèmes qui sont manipulés. Cette déclaration est très instructive pour la didactique des mathématiques. En effet, elle rend « inintelligible et inopérant » tout discours portant sur la construction ou la compréhension d'un savoir par un élève. Ainsi, déclarer qu'un élève ne comprend pas, par exemple, les fractions, alors même qu'il a reçu un enseignement des fractions, ne signifie-t-il rien en soi pour celui qui ignore dans quelles pratiques l'élève a été engagé. Cette déclaration n'a de sens que pour celui qui l'émet. Certains des praxèmes sont donc privilégiés dans les programmes et les manuels de mathématiques. Ces praxèmes peuvent représenter ou encore présenter l'objet, le désigner. Par exemple, l'objet soustraction de nombres entiers peut être nommé pendant que les manipulations de l'écrit et le discours accompagnant ces manipulations sont réalisés. Tous ceux qui interrogent des élèves en leur demandant d'expliquer comment ils procèdent pour soustraire peuvent reconnaître des expressions communes de ces élèves, telles que « je vais emprunter une dizaine chez le voisin » ; non seulement ces élèves ont retenu les transformations à réaliser, mais ils peuvent aussi nommer ces transformations.

Une quantité d'objets sémiotiques sont ainsi créés en mathématiques : schémas, notations écrites, etc. Ces objets s'insèrent dans de nouvelles pratiques. Ce que montrent les textes mathématiques est le fruit d'une normalisation de ces praxèmes en ne retenant que les objets standards. Le savoir mathématique se présente ainsi épuré de l'histoire des praxèmes d'où il a émergé.

L'enseignement doit apprêter ce savoir pour le rendre « comestible » aux élèves. Ce faisant, il ajoute certains praxèmes qui peuvent être fort éloignés des praxèmes qui ont constitué le savoir (objets sémiotiques variés). Il émaille aussi l'enseignement d'objets de la langue courante. Comme l'a montré Laborde (1982), ces derniers objets peuvent ajouter à la confusion des élèves.

Ainsi opère la transposition didactique (Chevallard, 1985, 1991 ; Conne, 1981). Opération inévitable dès qu'il s'agit d'enseigner. Que devient le rapport au savoir, au savoir institué ? Pour l'élève, il sera le rapport construit des différents objets sémiotiques qui auront été manipulés dans ses pratiques, puis institués. Pour l'enseignant, il pourra n'être réalisé que par les praxèmes de son milieu professionnel (la classe). Il pourra aussi être un composé de ces praxèmes et des praxèmes de son activité et de son histoire mathématiques. La mise en relation des rapports au savoir de l'enseignant et de l'élève constitue l'une des activités les plus consommatrices et les plus complexes de l'enseignement ; elle se réalise dans la situation. C'est en relation avec cette réalité que Rouchier (1991) parle du fonctionnement institu-

tionnel de la situation : « Il est en effet nécessaire que cette situation institue la connaissance visée, ou pour le moins des pratiques matérielles et /ou symboliques qui attestent qu'elles sont au centre du rapport que l'élève engage avec la situation. À ce titre, la situation est une institution » (p. 36).

Le processus d'institutionnalisation « officialise » ainsi le rapport au savoir, le légitimise, lui confère le statut de savoir. Ce rapport peut être désigné, nommé. C'est le rapport au savoir du sujet didactique qui est institutionnalisé et ce rapport se montre dans des pratiques. Ces pratiques peuvent être fort simples. Ainsi, il n'est pas difficile pour un élève de onze ou douze ans d'additionner des fractions comportant un même dénominateur, si la somme est une fraction irréductible, inférieure à 1 (ex. : $1/9 + 3/9 + 4/9 \rightarrow 1 + 3 + 4 = 8$; $8/9$) ; mais institutionnaliser le procédé utilisé comme un rapport à l'addition de fractions pose problème.

Le rapport attribué au sujet didactique peut aussi être noyé, confondu avec celui du maître ; à son insu, très souvent, le maître pilote les solutions de l'élève, les formule, les commente. Ces effets didactiques sont bien décrits dans les travaux de Brousseau (1986a, 1986b). Il est possible également que le sujet psychologique n'ait pas la conviction de savoir ou d'avoir appris « quelque chose » ; il a pu exécuter des actions « gagnantes », mais peut ne pas être en mesure de les lire, de les valider. Si, selon la théorie piagétienne, le schème est l'unité de fonctionnement en résolution de problèmes, le « canevas des actions susceptibles d'être répétées activement » (Inhelder *et al.*, 1992), son fonctionnement est aussi heuristique, voire opportuniste ; il permet de faire « parler » une situation, de résoudre des problèmes. Être capable de résoudre des problèmes ne signifie pas que l'on sache reconnaître en quoi les actions conduites sont pertinentes, nécessaires. Inhelder et de Caprona (Inhelder *et al.*, 1992) effectuent une distinction entre les schèmes procéduraux et les schèmes représentatifs, qui a toute son importance en psychologie cognitive et pourrait aussi permettre d'interpréter certains rapports aux savoirs institués :

Les schèmes re-présentatifs sont opéro-sémiotiques ; ils appliquent des opérations à des symboles ou signifiants plutôt qu'à des objets, et ont une fonction inférentielle comportant des applications pratiques (anticiper ; planifier ; reconstituer) comme théoriques (modéliser ; déduire, expliquer). [...] En revanche, les schèmes procéduraux sont des suites d'actions servant de moyens pour atteindre un but, qui sont difficiles à abstraire de leurs contextes, et dont la conservation est limitée puisqu'un moyen pour atteindre un but n'a plus d'emploi lorsque le sujet a recours au moyen suivant (p. 41-42).

Le rapport au savoir qui est institué dans la relation didactique permet aux connaissances qui le définissent d'entrer dans la représentation d'autres situations. L'identification du rapport à une organisation de contenus sémiotiques de types variés lui confère un pouvoir assimilateur et accommodateur. Toute lecture de conduites d'élèves ne peut, il nous semble, faire abstraction de ce pouvoir. Les études de Brun et Conne (1993, 1994) sur les erreurs de calcul montrent bien comment les arrangements d'écriture dans les diagrammes de division peuvent contrôler les actions des élèves et entraîner des accommodations étonnantes, à défaut

d'un contrôle numérique et numéral suffisant. Ce travail d'accommodation assure aussi le fonctionnement des schèmes, tel le schème « partager-distribuer » ; la notion piagétienne de schème se révèle ainsi précieuse pour interpréter les rapports de ces élèves au savoir « division ». Ces rapports montrent en effet le fonctionnement d'un sujet didactique mais aussi d'un sujet psychologique ; nous aurons l'occasion plus loin de montrer la pertinence de l'étude du fonctionnement de ces sujets dans l'analyse des événements didactiques. Ces études nous montrent aussi comment le savoir institué peut être enseigné. S'il n'avait pas d'épaisseur sémiotique, son enseignement serait difficilement envisageable.

Dans notre travail d'enseignement, nous avons aussi maintes fois pu éprouver les fonctions assimilatrice et accommodatrice du savoir institué. Dans certaines de nos pratiques, nous avons pu aussi montrer comment sujet épistémique et sujet didactique « coopèrent ». Ainsi, au cours de l'examen de l'enseignement de la multiplication que nous faisons avec les futurs maîtres, pour situer la technique de multiplication connue des étudiants parmi d'autres techniques possibles, et pour analyser les connaissances et les savoirs qui définissent et contrôlent les calculs réalisés, nous avons l'habitude de proposer sans le commenter le diagramme suivant correspondant à une application de la technique connue sous le nom de « multiplication du paysan russe » :

FIGURE 1. Multiplication du paysan russe

	342	1 083
→	171	2 166
→	85	4 332
	42	8 664
→	21	17 328
	10	34 656
→	5	69 312
	2	138 624
→	1	277 248
		<u>370 386</u>

Les étudiants doivent d'abord identifier le savoir qui s'y montre et expliquer le diagramme. Il va de soi qu'aucun des étudiants ne sait le faire spontanément. Les étudiants peuvent cependant parler des relations multiplicatives entre les différents nombres. Toutefois, dès que nous déclarons qu'il s'agit d'une multiplication, la très grande majorité des étudiants peut expliquer le diagramme. Ils procèdent très souvent de cette façon : a) multiplication des nombres 342 et 1 083 selon la technique usuelle, ce qui conduit à la reconnaissance du résultat 370 386 comme produit ; b) addition des nombres dans les rangées marquées → ; le nombre 370 386 est alors retrouvé ; c) multiplication des nombres dans les rangées marquées → ; comparaison de ces produits au produit attendu, ce qui se fait par le calcul des différences et amène à reconnaître que la différence entre $85 \times 4\,332$ et $171 \times 2\,166$ est justement 2 166 ; d) recherche d'une explication de ce résultat, en examinant les relations multiplicatives entre les nombres des diverses colonnes, puis en posant chacune des multiplications selon le diagramme usuel ; c'est alors que plusieurs confèrent à la

multiplication et à la division par un même nombre le statut de transformation nulle, pour autant que le reste de la division soit nul.

L'identification d'un invariant fonctionnel, marquant selon Piaget (1966) « l'accord de la pensée avec les choses et l'accord de la pensée avec elle-même », est bien un produit du sujet épistémique ou, à tout le moins, dans la situation que nous décrivons, un produit de la coopération du sujet connaissant et du sujet didactique. Ce produit va déterminer par la suite, chez les étudiants, leur rapport à d'autres objets de savoir, soit la multiplication et la division des nombres décimaux. En effet, dans la poursuite de ce travail, nous demandons aux étudiants d'expliquer le fonctionnement de la multiplication et de la division de nombres décimaux (ex. : dans la division, l'effacement des marques décimales, l'ajout de 0...). Leurs explications reposent alors sur cet invariant fonctionnel construit dans la première situation.

Ces derniers résultats nous indiquent bien que la multiplication et la division ont été des savoirs institués dans l'enseignement reçu par ces étudiants, que ces savoirs sont porteurs de connaissances qui entrent dans la représentation de la situation, qu'ils ont un nom qui réalise l'union du signifiant (ex. : le mot multiplication) et du signifié (Barthes, 1985), et que ce signifié peut être envisagé comme un champ conceptuel, selon la définition donnée par Vergnaud (1991). Cette inclusion dans un champ conceptuel, comme le montre notre interprétation des conduites de ces étudiants, active — il est difficile de trouver une formulation plus adéquate — le sujet psychologique et didactique.

Quelle est la pertinence didactique de ces résultats obtenus dans un cadre très particulier, celui de la formation des enseignants ? Nous sommes enclins à penser que ces résultats nous informent aussi sur le fonctionnement didactique et, en particulier, sur la conversion connaissance-savoir. En effet, la situation que nous avons examinée peut être envisagée comme une situation didactique. La multiplication et la division sont des savoirs institués qui président à la création de cette situation. Sa représentation fait bien intervenir des connaissances qui la transforment ; la raison de ces transformations est bien cherchée dans les connaissances qui deviennent objet de pensée dans un processus de formulation et de validation des connaissances. On peut dire que le savoir apparaît « comme production », selon le sens que Rouchier (1991) donne à cette expression. Ce savoir est également transféré à une autre situation et conserve son caractère de savoir agissant sur la situation nouvelle, la transformant. Le travail opéré sur la situation nouvelle affecte la signification du savoir, une telle signification étant liée à un cadre situationnel ou à une pratique. Ces interprétations s'appuient sur les analyses des processus de conversion connaissance-savoir et de transposition de savoir menées par Conne (1992) et Rouchier (1991).

Nous pensons enfin que, dans cette situation, le rôle du maître disposant d'un modèle du savoir institué, d'un modèle du sujet didactique et d'un modèle du sujet épistémique ne doit pas être négligé. Ce sont ces connaissances qui lui ont permis de lire les conduites des étudiants et de proposer une seconde situation.

Que le savoir institué est un organisateur du sujet connaissant dans une situation didactique

Dans une situation didactique, si la rencontre d'un sujet avec un milieu est bien un acte de connaissance — encore faut-il qu'il y ait bien dévolution d'une situation a-didactique — et si le produit de cet acte réside dans le sujet, reconnaissant en cela le caractère assimilateur et accommodateur des structures cognitives définies dans la théorie piagétienne, ce produit doit avoir lieu dans le registre du savoir institué, sans quoi il perd toute signification didactique. C'est ce report au savoir constitué qui confère à ce savoir un rôle organisateur du sujet connaissant (épistémique et didactique) dans une relation didactique. Brousseau (1988) écrit à ce propos : « La prise en compte " officielle " par l'élève de l'objet de la connaissance et par le maître de l'apprentissage de l'élève est un phénomène social très important et une phase essentielle du processus didactique ; cette double reconnaissance est l'objet de l'INSTITUTIONNALISATION » (p. 17).

La référence à un savoir institué dans le fonctionnement didactique engage élève et maître dans un contrat didactique différent du contrat expérimental qui lie sujet et psychologue dans l'investigation psychologique. Les études conduites par Schubauer-Leoni (Schubauer-Leoni et Grossen, sous presse ; Schubauer-Leoni et Ntamakiliro, 1994) font ressortir des différences entre les réponses des élèves selon leurs lieux — en classe et hors-classe — de production, selon les contenus mathématiques des problèmes et selon le caractère privé ou public de ces réponses.

Dans une étude que nous avons réalisée (Lemoyne et Gauthier, sous presse) sur les rapports des élèves aux écritures mathématiques utilisées dans l'enseignement de la chimie, rapports examinés après avoir enseigné cette discipline, nous avons aussi montré comment ces rapports sont différents, selon que ces écritures sont présentées dans une classe de chimie ou dans une classe de mathématiques. Ainsi, pour onze des vingt-huit élèves des classes de chimie que nous avons interrogés, l'écriture $p1v1/t1 = p2v2/t2$ désigne deux calculs à réaliser et indique que les résultats de ces calculs doivent être égaux ; ces élèves reconnaissent aussi que cette écriture intervient dans les lois sur les gaz. Dans les classes de mathématiques, peu d'interprétations de cette nature sont rencontrées (trois élèves sur vingt-cinq). Dix-sept des vingt-cinq élèves de ces classes, comparativement à neuf des vingt-huit élèves des classes de chimie, relient cette écriture aux fractions, rapports et proportions, et assignent des valeurs numériques à ces lettres pour démontrer par le calcul ce qu'ils entendent par rapports égaux. Libérés de la contrainte de situer cette écriture en chimie mais voulant également montrer ce qu'ils savent en mathématiques, ces élèves se montrent donc davantage en mesure de porter un regard mathématique sur cette écriture.

Comme le soulignent Brun et Conne (1990), le fonctionnement de l'élève ne peut être attribué à son seul fonctionnement cognitif ; il doit aussi être examiné à la lumière du rôle de la situation. Dans le cas du fonctionnement de l'élève en situation didactique, la nécessité pour lui de « faire voir au maître » ce qu'il a appris, ou ce qu'il sait, pèse lourdement sur ce qu'il va montrer.

Lorsque ce qu'un élève a montré est institutionnalisé ou reconnu adéquat au regard du savoir institué, ce produit est toujours visible après plusieurs années séparant l'enseignement d'une notion spécifique et son investigation. Ainsi nous avons montré, par exemple, comment, chez la majorité des élèves et des enseignants (Lemoyne, 1992 ; Lemoyne, 1994), le savoir-faire, « écrire des fractions en utilisant un même dénominateur », organise la conduite de ces personnes dans un problème où il s'agit d'ordonner des fractions (ex. : $11/12$; $24/100$; $7/8$; $3/4$; $3/10$; $16/36$; $1/4$) et ce, plusieurs années après que l'enseignement eut été effectué. L'institutionnalisation de ce savoir-faire dans l'enseignement semble placer d'emblée ces personnes dans une situation didactique où il s'agit de montrer ce qu'ils savent, de montrer qu'ils ont appris. Plusieurs d'entre elles se montrent par ailleurs capables d'exécuter la tâche en mettant à profit leurs connaissances sur les fractions, lorsque nous formulons autrement cette tâche (ex. : $11/12$ est plus grand que $7/8$ parce qu'il manque $1/12$ à $11/12$ pour faire 1, et $1/8$ à $7/8$ pour faire 1, et parce qu'il manque moins dans $11/12$ que dans $7/8$) ; les commentaires et les justifications qui accompagnent cette exécution montrent des rapports adéquats aux fractions. Toutefois, ces personnes ne confèrent pas un même statut à cette seconde solution qu'à la première. La solution instituée est mieux évaluée que l'autre même si cette solution s'accompagne de nombreuses multiplications et d'un accroissement assez important du dénominateur commun. Un bon nombre de personnes se montrent aussi démunies pour expliquer leur procédure.

Passer d'une investigation didactique à une investigation psychologique ne va pas de soi. Dans le cas, entre autres, des fractions, la pénétration des épreuves conçues par Noeiting (Noeiting, 1980 ; Noeiting et Béland, 1988), pour examiner le développement du raisonnement proportionnel dans les classes de mathématiques, a amené une didactification de ces épreuves, de telle sorte que l'investigation qui se voudrait psychologique devient, de fait, celle des rapports à un nouvel objet de savoir institué.

Nous avons là du reste un problème didactique fondamental. De l'examen des conduites d'un élève ou d'un individu, dans un processus d'investigation ou d'évaluation de savoirs mathématiques ayant fait l'objet d'un enseignement, on ne peut conclure sur l'état de savoir ou de connaissance, ou encore sur la connaissance ou le savoir de cet élève, comme on pourrait croire que le fait le psychologue qui examine le fonctionnement de la connaissance. Tout au plus peut-on parler de rapports à des objets de savoirs enseignés ou institués. C'est en occultant cette distinction entre le psychologique et le didactique, entre le fonctionnement de la connaissance et le fonctionnement des savoirs dans l'institution qu'est l'école, que plusieurs chercheurs en enseignement des mathématiques ont fait ressortir les conceptions inadéquates et erronées des élèves et des enseignants, et en ont déduit des propositions pour un enseignement renouvelé ou pour un ré-enseignement qui, lui, pourrait amener la construction de « vrais savoirs » ou de « vraies connaissances ». Plusieurs de ces propositions consistaient d'ailleurs à ériger en savoirs à enseigner des connaissances mises en évidence dans diverses situations d'investigation. Dans le cas de l'étude menée sur les fractions, une proposition de ce type

ferait en sorte que l'on enseigne aux élèves comment ordonner les fractions en utilisant les résultats mis en évidence dans la version de la tâche conçue pour l'examen psychologique. Nul besoin d'insister sur la naïveté psychologique et didactique d'une telle proposition.

Est-ce à dire que les méthodes d'investigation psychologique des savoirs enseignés et appris ne sont d'aucune pertinence pour la didactique des mathématiques ? Poser ainsi le problème ne m'apparaît pas indiqué. En effet, dans l'étude que nous rapportons, les conduites premières des élèves et des enseignants montrent qu'ils se concentrent sur le produit des actions. Selon notre compréhension des études de Conne (1992 ; 1993) sur la conversion connaissance-savoir, ces conduites sont déterminées par un savoir-faire dont l'utilité est évaluée par le résultat, le produit ; la réussite de la tâche — réussite jugée par le fait d'avoir produit une réponse selon une forme acceptable ou encore, plus généralement, d'avoir fait quelque chose de la tâche — constitue ainsi un critère d'utilité, voire de maintien, de ce savoir-faire.

Nous pourrions compléter cette analyse du savoir-faire en rappelant certaines conclusions des études piagétienues sur le passage de la réussite à la compréhension. Dans son livre *Réussir et comprendre* (1974), Piaget écrit :

Réussir c'est comprendre en action une situation donnée à un degré suffisant pour atteindre les buts proposés, et comprendre c'est réussir à dominer en pensée les mêmes situations jusqu'à pouvoir résoudre les problèmes qu'elles posent quant au pourquoi et au comment des liaisons constatées et par ailleurs utilisées dans l'action (p. 237).

Poser le problème du fonctionnement des savoirs dans l'enseignement, c'est donc reconnaître le poids des savoirs institués sur le sujet connaissant dans une situation didactique. C'est aussi reconnaître les problèmes que suscite toute tentative d'infléchir les rapports des élèves aux savoirs ayant fait l'objet d'un enseignement. Plusieurs enseignants et chercheurs croient qu'il suffit de proposer une nouvelle fois les situations pour modifier les rapports des élèves aux savoirs. C'est faire « comme si » on pouvait rejouer sans cesse des situations d'action ou des situations a-didactiques. Dans notre étude sur les rapports aux écritures numériques et algébriques des élèves du secondaire (Lemoyne, 1994), nous avons été confrontés à ce désir de vouloir transformer les rapports d'un bon nombre de ces élèves à ces objets. Ces élèves (élèves-A) savaient résoudre des équations algébriques simples mais manifestement ne pouvaient justifier les transformations d'écritures qu'ils réalisaient.

Nous avons alors décidé de proposer à d'autres élèves, qui n'avaient pas encore reçu un enseignement de l'algèbre (élèves-B), les équations suivantes en leur demandant de trouver les valeurs de x et de c : 1) $4x + 4c = 40$; 2) $6x + 2c = 48$. Parmi ces élèves, plusieurs ont trouvé les relations entre x et c , en faisant l'hypothèse qu'un même nombre était assigné à ces lettres et en testant cette hypothèse ; ils ont ainsi trouvé que x est 4 de plus que c . Tous ont ensuite trouvé les valeurs de x et de c ; certains ont procédé ainsi : $40 - 16 = 24$; $24 / 8 = 3$; $x = 7$; $c = 3$.

Cette solution, fruit du couple sujet-épistémique et sujet-didactique, nous l'avons présentée aux élèves-A en leur demandant de l'évaluer et de montrer comment les opérations qu'ils effectuent lorsqu'ils résolvent ces équations peuvent rendre compte de la solution des élèves-B ; nous avons proposé aux élèves-A une situation nouvelle, différente de celles qui leur ont été proposées antérieurement. Plusieurs des élèves-A sont alors parvenus à expliquer les relations entre leurs solutions et celle des élèves-B.

En présentant cette façon de faire, nous ne voulons pas, loin de là, montrer qu'elle est une façon exemplaire. Nous voulons simplement en dégager quelques caractéristiques : a) cette situation reconnaît le statut de savoir aux connaissances des élèves-A, reconnaît qu'ils ont appris l'algèbre ; b) cette situation est nouvelle pour ces élèves-A, et elle a ainsi pour visée de transformer leurs rapports aux savoirs sur l'algèbre, en les faisant intervenir dans un autre registre ou sur un autre plan, voire même en les inscrivant dans une dialectique outil-objet (Douady, 1984). Enfin, nous avons montré que la didactique des mathématiques ne peut ignorer les problèmes de la conception et de la gestion de situations didactiques pour une transformation de savoirs ayant déjà fait l'objet d'un enseignement ; dans ce travail de transformation, le savoir « déjà-là » (Rouchier, 1991 ; Mercier, 1992) occupe, pourrions-nous dire en forçant un peu, presque tout l'espace didactique.

LA CONCEPTION ET LA GESTION DE SITUATIONS POUR L'ENSEIGNEMENT DES MATHÉMATIQUES

Dans la section précédente, nous avons montré le poids des savoirs institués dans le fonctionnement didactique et dans la création, le déroulement et les enjeux des situations didactiques. Mettre en évidence des rapports à des objets de ces savoirs constitue une entrée pour examiner les situations didactiques, pour tenter de reconstituer l'histoire scolaire de ces produits d'enseignement et pour enfin mieux contrôler les situations didactiques. Ainsi, l'ingénierie didactique s'appuie sur une analyse mathématique et épistémologique du savoir ; elle ne néglige pas pour autant les analyses préalables qui renseignent sur la construction de grandes catégories de connaissance qui lui sont liées ; elle situe enfin ce savoir en relation avec les choix et les contenus des enseignements réalisés.

Dans le texte qui suit, nous aimerions examiner *les liaisons possibles entre la didactique des mathématiques et l'épistémologie génétique ou la psychologie piagétienne*, à la lumière de la conception et de la gestion de situations pour l'enseignement des mathématiques.

Toute situation place l'élève en relation avec un milieu, en face d'un ou des problèmes. Pour faire émerger le ou les rapports d'un élève à un savoir, il ne suffit pas de lui faire résoudre des problèmes en relation avec ce savoir. La déclaration de Descartes, dont Boirel (1964) fait l'épigraphe de son livre *Comment résoudre aisément des problèmes de mathématiques*, ainsi que les propos qu'il tient au sujet de la différence entre un bon élève et un élève plus brillant peuvent encore aujourd'hui alimenter notre réflexion. « Nous ne deviendrons jamais mathématiciens [...] bien

que notre mémoire possède toutes les démonstrations faites par d'autres, si notre esprit n'est pas capable de résoudre toutes sortes de problèmes. [...] Ainsi, en effet, nous semblerions avoir appris, non des sciences, mais des histoires » (Descartes, *Règles pour la direction de l'esprit*, III, cité par Boirel, 1964, p. 10).

Dès lors, saisissez-vous la différence psychologique qui vous sépare, vous le bon élève qui comprend le cours de mathématiques, de votre camarade qui résout les problèmes avec facilité ? Tandis que pour vous les figures ou les expressions algébriques sont statiques, définies d'une manière immuable par l'énoncé, pour votre camarade, au contraire, elles se présentent d'emblée sous une forme dynamique : il les voit comme des faisceaux de possibilités opératoires, mobilisables immédiatement en fonction du problème posé (Boirel, 1964, p. 13-14).

Les recherches en didactique des mathématiques ont montré comment la conception de problèmes susceptibles d'entrer dans des situations didactiques est intimement liée à une analyse mathématique et épistémologique du savoir à enseigner. C'est ainsi que la recherche de situations fondamentales pour l'enseignement de savoirs préoccupe de plus en plus les chercheurs en didactique. Brousseau (voir Berthelot et Salin, 1992) définit ainsi ce projet : « Modéliser les fonctions des connaissances par des situations non didactiques représentatives des pratiques des institutions de référence et utiliser ces modèles pour l'analyse de situations d'enseignement, l'élaboration et le contrôle d'ingénierie » (p. 34).

Les travaux de Brousseau (1981, 1987) sur l'enseignement des décimaux et ceux de Berthelot et Salin (1992) sur l'enseignement de l'espace et de la géométrie montrent comment le choix de situations fondamentales peut amener à la construction de situations didactiques permettant de mieux maîtriser la naissance de rapports à des savoirs mathématiques. La construction de ces rapports est aussi réglée par le sujet épistémique et elle peut échapper à l'emprise de la situation.

Dans l'enseignement des nombres rationnels à des élèves présentant des difficultés en mathématiques, Blouin (Blouin, 1993 ; Lemoyne et Blouin, 1994) a adapté certaines des situations proposées par Brousseau pour l'enseignement des décimaux. Dans l'analyse des conduites de ces élèves, elle a montré comment le fonctionnement des schèmes d'addition pour les naturels, par accommodation et coordination à d'autres schèmes, tels les schèmes de partition, de réunion et de mesure, peut résulter en des conduites fort éloignées de celles que l'on pourrait attendre d'une construction indépendante des décimaux et des naturels ou d'une construction des décimaux passant par Q .

Par exemple, pour trouver l'opérateur multiplicatif qui, appliqué à 14,6 (mesure d'une des dimensions d'un premier voilier), permet de produire 21,9 (mesure de la dimension correspondante du second voilier), un élève trouve la différence entre les deux mesures, soit 7,3, rapporte cette différence à la mesure 14,6 et conclut que le second voilier est « une fois et une demie » le premier ; cet élève propose ensuite de faire d'abord $+ 7,3$ puis $\times 1/2$. Cette interprétation est bien celle d'une transformation additive (Vergnaud, 1981, 1983) ; le surplus de mesure, si on peut s'exprimer ainsi, est un surplus interprétable comme une fraction de la mesure initiale, d'où la non-considération de l'unité en réalisant la transformation selon le

rapport « une fois et une demie ». Cette prégnance d'un modèle additif a été maintes fois relevée dans les études piagésiennes sur la notion de fonction (Ricco, 1982 ; Piaget *et al.*, 1968). Doit-on en tenir compte en concevant des situations didactiques ? Si oui, comment le faire ?

Si la genèse des structures additives et multiplicatives est un objet de la recherche en psychologie du développement cognitif, l'apprentissage par les élèves des opérations arithmétiques est bien un problème d'enseignement. Or, les analyses mathématique et épistémologique sont peu éclairantes pour l'enseignement de ces savoirs, qui n'ont, à toute fin pratique, d'intérêt que pour les didacticiens. Dans la recherche de situations pour leur enseignement, l'analyse psycho-cognitive ou psycho-génétique, conjuguée à une analyse mathématique, peut entraîner un choix de situations non prévu par leur analyse mathématique et épistémologique. C'est ainsi que la prise en compte des structures cognitives et des schèmes numériques des élèves a conduit Vergnaud (Vergnaud *et al.*, 1979 ; Vergnaud, 1981, 1983) à définir des classes de problèmes additifs et multiplicatifs orientant l'enseignement de ces opérations. Ce résultat constitue un événement important en didactique. En effet, on ne compte plus aujourd'hui les recherches que cette distinction a fécondées. L'importance de ce résultat doit être aussi reconnue en référence à la théorie des champs conceptuels développée par le même Vergnaud (1991).

Selon cette théorie, les concepts se développent en liaison avec des situations ou des problèmes que l'apprenant sait résoudre, et avec d'autres pour lesquels il cherche une solution. Les propriétés et les invariants constitutifs de ces concepts construits par l'apprenant dépendent de la nature et des caractéristiques de ces situations. Diversifier les situations permet d'aborder différents sens d'un concept ; cette diversité constitue un terrain propice pour l'abstraction des propriétés essentielles ou, encore, des invariants d'un concept. La notion de théorème-en-acte découle de celle d'invariants.

Les travaux réalisés par Brun et Conne (Brun *et al.*, 1993, 1994) sur les erreurs en division écrite sont fortement influencés par la théorie des champs conceptuels. Ces chercheurs ont montré qu'il existe bien chez les élèves « plusieurs organisations du schème-algorithme en construction », que « la disposition graphique de l'opération prend en charge, organise même, l'action, et masque aussi, par la même occasion, le sens de la suite des actions nécessaires à l'effectuation de l'opération », que le schème de base partager-distribuer « sert à assimiler l'ensemble des situations de division » et qu'enfin les « situations de calcul présentées aux élèves offrent, par leur variété, diverses résistances à ce schème assimilateur ; c'est alors que se forgent différentes erreurs liées aux caractéristiques des situations et aux manières d'accommoder le schème aux situations » (Brun *et al.* 1994, p. 123).

Brun et Conne proposent de concevoir des situations didactiques présentant « l'algorithme comme une curiosité à explorer au moyen des connaissances numériques et numérales dont on dispose, jusqu'à ce qu'on puisse en retrouver la clé » (Brun *et al.*, 1994, p. 130). Notons enfin que, dans le prolongement de ces études, le traitement didactique des erreurs a été examiné dans une recherche originale conduite par Portugais (Portugais, 1992, éd. de 1995 ; Portugais et Brun, 1994)

auprès d'étudiants inscrits dans un programme de formation des maîtres. Ce chercheur a mis en évidence vingt-six formes de stratégies de traitement didactique des erreurs chez ces futurs maîtres, lors de séquences didactiques qu'ils ont réalisées. Il a aussi montré comment le placement de ces étudiants « dans un double-contrat didactique », en raison de leurs positions de formés et d'enseignants, accroît la complexité du travail d'analyse que réclame le fonctionnement didactique ; les résultats de l'étude réalisée par Leutenegger (1994) montrent aussi qu'on ne peut faire l'économie d'un examen du jeu des contrats lorsqu'on analyse les séquences didactiques préparées par les étudiants « futurs enseignants ». L'ensemble de ces travaux ouvre un champ important de la recherche en didactique des mathématiques.

Dans une étude sur l'enseignement de la multiplication (Vincent, 1992 ; Lemoyne *et al.*, 1993) dispensé à des élèves de huit à dix ans, nous avons voulu éprouver le pouvoir assimilateur et accommodateur des schèmes quand se déroulent des situations didactiques. Une analyse en termes de schèmes des relations additives et multiplicatives (ex. : de plus, fois autant, fois plus...), conjuguée à une analyse des connaissances numériques sur la multiplication et l'addition, a conduit à élaborer des situations d'enseignement offrant l'occasion de confronter les schèmes et les connaissances numériques, et d'avoir la possibilité de coordonner ces connaissances. Nous avons ainsi mis en évidence trois grands moments où s'élaboraient des relations multiplicatives chez les élèves.

Dans une première période d'indifférenciation des relations additives et multiplicatives, des schèmes d'équivalence et d'itération d'unités contrôlent les solutions aux problèmes multiplicatifs. Le problème « Marie a acheté 2 fois plus de poissons que Julie. En tout, elles ont acheté 15 poissons » est résolu de la façon suivante : 2 collections de 6 poissons sont d'abord créées, selon un schème d'équivalence (faire autant) ; 3 poissons sont ensuite ajoutés à une des collections, selon un schème « faire n de plus ». Dans un second temps, une extension des conditions d'application des schèmes est réalisée. Le jugement d'équivalence entre les collections peut s'appuyer sur une comparaison des éléments ou des sous-collections (parties) composant ces collections ; le schème d'itération peut désormais fonctionner sur des regroupements d'éléments, sur des parties constituées d'éléments. La multiplication envisagée comme une addition répétée vient ainsi caractériser le schème « fois de plus ». Pour illustrer le problème précédent, les actions suivantes peuvent être réalisées : a) produire 2 collections identiques de 4 éléments ; b) ajouter à une des collections, 2 collections de même mesure que les précédentes, modifiant alors le nombre d'éléments total pour faire fonctionner les schèmes (le nombre total de poissons est non plus de 15, mais de 16). Enfin, dans un troisième temps, multiplication et addition répétée se différencient ; la coordination des schèmes précédents procède d'une construction d'invariants fonctionnels de ces schèmes, d'une coordination des relations éléments-parties-tout et de connaissances numériques variées. Pour le problème précédent, le schème d'équivalence « faire autant » est coordonné à un schème « faire 1 fois » ; « faire 2 fois plus »

devient ainsi « faire autant 2 fois ». Cette accommodation des schèmes prend en compte les connaissances numériques.

Dans cette étude, l'interprétation des conduites des élèves en termes de schèmes nous a permis de créer des situations visant une transformation des rapports à la multiplication. Elle nous a aussi révélé toute la complexité du processus d'interaction de connaissances au sein d'une classe ; ainsi, ce n'est pas parce que nous pouvions interpréter en termes de schèmes des conduites comparables des élèves que, chez ces élèves, ces connaissances étaient porteuses de mêmes significations et pouvaient être reconnues, explicitées, accommodées dans la rencontre avec d'autres situations. Pour nous faire mieux comprendre, rappelons les propos de Piaget (1972) au sujet de la prise de conscience :

Le sens commun se donne une idée tout à fait insuffisante (pour ne pas dire erronée) de la prise de conscience, en se la représentant comme une sorte d'éclairage qui projetterait la lumière sur des réalités jusque-là obscures, mais sans rien y changer d'autre. [...] Or, la prise de conscience est bien davantage que cela puisqu'elle consiste à faire passer certains éléments d'un plan inférieur inconscient à un plan supérieur conscient. [...] La prise de conscience constitue donc une reconstruction sur le plan supérieur de ce qui est déjà organisé, mais d'une autre manière, sur le plan inférieur [...]. L'inconscient est meublé de schèmes sensori-moteurs ou opératoires déjà organisés en structures, mais exprimant ce que le sujet peut « faire » et non pas ce qu'il pense. [...] Ce processus de la prise de conscience cognitive [...] est tout autre chose qu'un simple éclairage [...] : elle est donc une réintégration et une levée des conflits grâce à une nouvelle organisation (p. 16-18).

Il nous a fallu ainsi vivre la dialectique didactique-épistémique : a) didactique : enseigner des solutions aux problèmes multiplicatifs, prenant le risque décrit par Morf (1994) de créer des assemblages de connaissances fermées, mais économiques à court terme ; b) épistémique : favoriser, en s'abstenant d'enseigner des solutions, la croissance de potentiels de type génératif (connaissances vues comme des potentiels d'action) ne manifestant pas les performances anticipées dès le départ. Comme l'a souligné Vergnaud, lors d'une table ronde sur les programmes (voir Michel-Pajus, 1986) :

La formation d'un concept prend des années, mais il faut gérer cette formation dans le temps court des situations d'enseignement. En outre, on observe des décalages très importants entre les enfants. Il faut regarder dans leur passé mais aussi dans l'avenir, car le renforcement d'une conception, à l'école élémentaire par exemple, peut constituer un obstacle à l'acquisition ultérieure d'autres connaissances (p. 54).

En un mot, le problème que pose l'institutionnalisation des connaissances nous est apparu encore plus délicat que ce que les études didactiques nous permettaient d'appréhender. Nous nous sommes enfin interrogés sur la pertinence didactique de ce savoir sur la multiplication, qui, dans la pratique, n'est jamais, à notre connaissance, objet d'enseignement, bien qu'il entre dans la composition de plusieurs objets enseignés. Nous touchons là, il nous semble, à des problèmes de frontières entre les finalités et les objets de la psychologie et de la didactique.

Conclusion

En se donnant pour finalité la compréhension du système didactique, la didactique ne répond pas seulement à un désir de se constituer en discipline différente de la psychologie cognitive. Elle affirme clairement que le fonctionnement du système cognitif que constitue l'élève ne peut être étudié qu'en prenant en compte le projet d'enseignement d'un savoir déjà là qui est au centre de la relation didactique. Pour comprendre le fonctionnement de ce système cognitif, on ne peut donc faire abstraction de ce savoir. C'est, il nous semble, à cette condition que l'épistémologie génétique peut éclairer certains faits didactiques.

Dans le respect de cette condition, nous aimerions revenir sur l'épineux problème des objets et du contrôle de situations didactiques, problème que nous avons soulevé à plusieurs reprises dans notre travail. Ce problème engage tout le processus de conversion des connaissances en savoirs, tout le processus d'institutionnalisation. Les travaux effectués par Conne (1992), ainsi que par Rouchier (1991) proposent des analyses de ce processus et soulèvent des questions fondamentales. Dans la théorie des situations et dans l'analyse qu'il fait de l'enseignement des décimaux, Brousseau (1981, 1987) montre comment pourraient se jouer les situations de formulation, de validation. L'analyse des interactions de connaissances dans ces jeux pourrait éclairer le fonctionnement de ce processus.

Les travaux récents sur les microgenèses cognitives pourraient peut-être fournir des concepts et des outils pour examiner ce processus. Ainsi, la distinction entre schèmes procéduraux et schèmes re-présentatifs (Inhelder *et al.*, 1992) mériterait, je crois, d'être retenue, approfondie et éprouvée dans l'analyse des interactions de connaissances. Ces schèmes montrent des fonctionnements différents de la connaissance. Les analyses conduites par Saada-Robert (1989) et par Blanchet (Inhelder *et al.*, 1992) sur la représentation de problèmes montrent comment la lecture de l'expérience faite par un sujet concernant la résolution de problèmes peut se réaliser différemment, depuis l'enregistrement de ce qui a été effectivement fait jusqu'à une schématisation des aspects causal et téléonomique de l'expérience cognitive. La première réalisation relève de schèmes procéduraux et la seconde, de schèmes re-présentatifs. Si le savoir est une connaissance utile (Conne, 1992), la conversion connaissance-savoir est difficilement envisageable sans le fonctionnement de schèmes re-présentatifs. Mais, le recours à ceux-ci ne suffit pas à décrire ce processus. Les études de Saada-Robert (1989) nous laissent entrevoir toute la complexité de ce processus. Elle insiste sur la nécessité d'envisager la microgenèse selon un double aspect :

celui des changements de significations concernant les schèmes utilisés, pratiques ou conceptuels (liés à des modèles formés antérieurement) et concernant les objets (réels ou de pensée, y compris leurs relations) et celui des transformations de contrôle, concernant l'organisation des actions et des significations en fonction du but (p. 195).

Les résultats de ces études psycho-génétiques en liaison avec les hypothèses cognitives formulées dans les études didactiques nous invitent à orienter l'analyse didac-

tique du processus de conversion connaissance-savoir vers celle du processus d'élaboration des savoir-faire, savoir-réfléchi et savoir-institué, définis par Conne (1992). L'analyse didactique de protocoles d'observation d'interactions de connaissances dans le déroulement de situations, amorcée par Brun et Conne (1990), apparaît une voie prometteuse pour l'étude de ce processus ; elle pourrait aussi permettre de mieux définir et de mieux caractériser les situations de formulation, de validation et d'institutionnalisation qui jouent un rôle déterminant dans ce processus.

Notes

1. On pourra lire dans son contexte, à la page 48 de cet ouvrage, la phrase citée en épigraphe.
2. L'auteur désire exprimer sa reconnaissance à Jean Brun et à François Conne. La réalisation de ce travail a grandement bénéficié des collaborations que l'auteur a poursuivies depuis plusieurs années avec ces chercheurs. Leurs recherches sur les erreurs en division ont permis de saisir toute l'importance de la notion de schème et de la théorie des champs conceptuels dans l'analyse de protocoles didactiques. L'étude réalisée par Jean Brun sur les rapports entre la psychologie cognitive et la didactique et celle conduite par François Conne sur le processus de conversion connaissance-savoir ont aussi été des sources d'inspiration essentielles pour l'analyse des liaisons entre la didactique des mathématiques et l'épistémologie génétique. L'auteur désire également remercier Jean Portugais pour ses commentaires fort précieux sur les analyses conduites dans ce texte et pour les recherches publiées qu'il a mises à sa disposition ; un dernier merci enfin à Jacinthe Giroux et à Sophie René de Cotret pour leurs lectures commentées de la première version de ce texte.

Bibliographie

- Artigue, M. 1990. « Ingénierie didactique ». *Recherches en didactique des mathématiques* (Grenoble, France), vol. 9, n° 3, p. 281-308.
- Barthes, R. 1985. *L'aventure sémiologique*. Paris, Seuil. 358 p.
- Beth, E. W. ; Piaget, J. 1961. *Études d'épistémologie génétique*, vol. XIV : « Épistémologie mathématique et psychologie ». Paris, Presses universitaires de France. 352 p.
- Berthelot, R. ; Salin, M. H. 1992. *L'enseignement de l'espace et de la géométrie dans la scolarité obligatoire*. Bordeaux, Université de Bordeaux-I. (Thèse de doctorat.)
- Blouin, P. 1993. *Enseignement de la notion de fraction à des élèves de première secondaire en difficulté d'apprentissage*. Montréal, Université de Montréal. (Thèse de doctorat.)
- Boirel, R. 1964. *Comment résoudre aisément des problèmes de mathématiques*. Sermaise, France, Culture humaine. 212 p.
- Brousseau, G. 1981. « Problèmes de didactique des décimaux ». *Recherches en didactique des mathématiques* (Grenoble, France), vol. 2, n° 1, p. 39-127.
- . 1986a. *Théorisation des phénomènes d'enseignement des mathématiques*. Bordeaux, Université de Bordeaux-I. (Thèse de doctorat d'État.)
- . 1986b. « Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques ». *Recherches en didactique des mathématiques* (Grenoble, France), vol. 7, n° 2, p. 35-115.

- . 1988. « Les différents rôles du maître ». *Bulletin de l'association mathématique du Québec* (Montréal, Canada), vol. II, n° 2, p. 14-25.
- . 1990. « Le contrat didactique, le milieu ». *Recherches en didactique des mathématiques* (Grenoble, France), vol. 9, n° 3, p. 309-336.
- . 1991. « L'enjeu dans une situation didactique ». Texte de la conférence donnée à Cahors par Guy Brousseau, dans le cadre d'un stage sur la formation des enseignants, p. 147-163.
- ; Brousseau, N. 1987. *Rationnels et décimaux dans la scolarité obligatoire*. Bordeaux, Université de Bordeaux-I (IREM de Bordeaux). 535 p.
- ; Centeno, J. 1991. « Rôle de la mémoire didactique de l'enseignant ». *Recherches en didactique des mathématiques* (Grenoble, France), vol. 11, n° 2/3, p. 167-210.
- Brun, J. 1993. « Évolution des rapports entre la psychologie du développement cognitif et la didactique des mathématiques ». Dans : Artigue *et al.* (dir. publ.). *Vingt ans de didactique des mathématiques en France*. Grenoble, La Pensée sauvage, p. 67-83.
- ; Conne, F. 1990. « Analyses didactiques de protocoles d'observation du déroulement de situations ». *Éducation et recherche* (Fribourg, Suisse), vol. 12, n° 3, p. 261-286.
- *et al.* 1993. « Erreurs systématiques et schèmes-algorithmes ». Dans : Artigue, M. *et al.* (dir. publ.). *Vingt ans de didactique des mathématiques en France*. Grenoble, La pensée sauvage, p. 203-209.
- *et al.* 1994. « La notion de schème dans l'interprétation des erreurs à des algorithmes de calcul écrit ». *Cahiers de la recherche en éducation* (Sherbrooke, Canada), vol. 1, n° 1, p. 117-131.
- Chevallard, Y. 1982. « Pourquoi la transposition didactique : communication au Séminaire de didactique et de pédagogie des mathématiques ». Grenoble, Université scientifique et médicale de Grenoble.
- . 1985. 1991. *La transposition didactique : du savoir savant au savoir enseigné*. Grenoble, La Pensée sauvage, 240 p.
- . 1986. « Les programmes et la transposition didactique ». *Bulletin de l'association des professeurs de mathématiques de l'enseignement public* (Paris), vol. 65, n° 352, p. 32-50.
- . 1988. « L'univers didactique et ses objets : fonctionnement et dysfonctionnements ». *Interactions didactiques* (Genève et Neuchâtel, Suisse), n° 9, p. 9-36.
- . 1991. « Dimension instrumentale, dimension sémiotique de l'activité mathématique ». *Séminaire de didactique des mathématiques et de l'informatique*, n° 122, p. 103-117.
- Conne, F. 1981. *La transposition didactique à travers l'enseignement des mathématiques en première et deuxième année de l'école primaire*. Genève, Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation, Université de Genève. (Thèse de doctorat.)
- . 1992. « Savoir et connaissance dans la perspective de la transposition didactique ». *Recherches en didactique des mathématiques* (Grenoble, France), vol. 12, n° 3, p. 221-270.
- Douady, R. 1984. *Jeux de cadres et dialectique outil-objet dans l'enseignement des mathématiques — une réalisation dans tout le corpus scolaire*. Paris, Université Paris-VII. (Thèse de doctorat d'État.)
- . 1987. « L'ingénierie didactique : un instrument privilégié pour une prise en compte de la complexité de la classe ». Dans : Bergeron, J. C. ; Herscovics, N. ; Kieran, C. (dir. publ.). *Psychology of mathematical education*. Montréal, p. 222-228.

- Inhelder, B. et al. 1992. *Le cheminement des découvertes de l'enfant : recherche sur les micro-genèses cognitives*. Neuchâtel, Delachaux et Niestlé.
- Laborde, C. 1982. *Langue naturelle et écriture symbolique*. Grenoble, Université scientifique et médicale, Institut national polytechnique de Grenoble. (Thèse de doctorat.)
- Lemoyne, G. 1993a. « L'évolution des rapports aux écritures numériques et algébriques des élèves du secondaire : premier rapport d'une recherche subventionnée par le Ministère de l'éducation du Québec ». Inédit.
- . 1993b. « La quête de sens dans l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques ». Dans : Jonnaert, P. ; Lenoir, Y. (dir. publ.). *Sens des didactiques et didactique du sens*, Université de Sherbrooke, Éditions du CRP, 1993, p. 263-288.
- . et al. 1993. « Addition, addition répétée, multiplication : un trajet éclairé par les schèmes d'action ». Dans : Artigue, M. et al. (dir. publ.). *Vingt ans de didactique des mathématiques en France*. Grenoble, La Pensée sauvage, p. 236-242.
- ; Blouin, P. 1994. « Les élèves de la psychologie cognitive et de la didactique des mathématiques dans l'ingénierie didactique ». Dans : Brun, J. ; Conne, F. (dir. publ.). *L'analyse de protocole entre didactique des mathématiques et psychologie cognitive* (Neuchâtel, Suisse), Société suisse pour la recherche en éducation, 1994, p. 20-48.
- ; Gauthier, D. « Les rapports d'élèves du secondaire à des écritures mathématiques, dans des classes de chimie et de mathématiques ». Dans : *Actes de la Commission internationale pour l'étude et l'amélioration de l'enseignement des mathématiques*, Toulouse, sous presse.
- Leutenegger, F. 1994. « Didactique des mathématiques et formation des enseignants : préparations de séquences didactiques à propos d'algorithmes de calcul : rapport de recherche ». Équipe de didactique des mathématiques (Jean Brun, Ruhai Floris, Francia Leutenegger), FPSE, Université de Genève.
- Mercier, A. 1992. *L'élève et les contraintes temporelles de l'enseignement ; un cas en calcul algébrique*. Bordeaux, Université de Bordeaux-I. (Thèse de doctorat.)
- Morf, A. 1994. « Une épistémologie pour la didactique : spéculations autour d'un aménagement conceptuel ». *Revue des sciences de l'éducation* (Montréal, Canada), vol. XX, n° 1, p. 29-40.
- Noelting, G. 1980. « The development of proportional reasoning and the ratio concept. Part 1 : Differentiation of stages » [Le développement du raisonnement proportionnel et le concept de rapport. Première partie : différenciation des étapes]. *Educational studies in mathematics* (Dordrecht, Pays-Bas), vol. 11, n° 2, p. 217-253.
- ; Béland, A. 1988. « Échelle de développement cognitif portant sur la notion de rapport : rapport de recherche » (Québec, Canada). Université Laval.
- Michel-Pajus, A. 1986. « Compte-rendu de la table ronde " Quels programmes pour l'an 2000 " », *Bulletin de l'Association des professeurs de mathématiques de l'enseignement public* (Paris), vol. 65, n° 352, p. 51-64.
- Piaget, J. 1969. *Psychologie et pédagogie*. Paris, Denoël, 1969. 264 p.
- . 1970a. *Épistémologie des sciences de l'homme*. Paris, UNESCO ; Paris, Gallimard. 377 p. (Collection idées, n° 260.)
- . 1970b. *L'épistémologie génétique*. Paris, Presses universitaires de France. 126 p. (Que sais-je, n° 1399.)
- . 1972. *Problèmes de psychologie génétique*. Paris, Denoël-Gonthier. 174 p.
- . 1974. *Réussir et comprendre*. Paris, Presses universitaires de France. 253 p.
- . 1996. *La naissance de l'intelligence*. Neuchâtel, Delachaux et Niestlé. 370 p.

- Piaget, J. *et al.* 1968. *Épistémologie et psychologie de la fonction*. Paris, Presses universitaires de France. 239 p.
- Portugais, J. 1992. *Didactique des mathématiques et formation des enseignants*. Éd. de 1995. Berne, Peter Lang. 312 p.
- ; Brun, J. 1994. « De futurs instituteurs formés à la didactique des mathématiques ? Une étude de cas ». Dans : Artigue, M. *et al.* (dir. publ.). *Vingt ans de didactique des mathématiques en France*. Grenoble, La Pensée sauvage, p. 283-290.
- Ricco, G. 1982. « Les premières acquisitions de la notion de fonction linéaire chez l'enfant de sept à onze ans ». *Educational studies in mathematics* (Dordrecht, Pays-Bas), vol. 13, n° 3, p. 289-327.
- Rouchier, A. 1991. *Étude de la conceptualisation dans le système didactique en mathématiques et informatique élémentaires : proportionnalité, structures itérativo-récurrentes, institutionnalisation*. Orléans, Université d'Orléans. (Thèse de doctorat d'État.)
- Saada-Robert, M. 1989. « La microgenèse de la représentation d'un problème ». *Psychologie française* (Paris), vol. 34, n° 2/3, p. 193-206.
- Schubauer-Leoni, M.-L. ; Ntamakiliro, L. 1994. « La construction de réponses à des problèmes impossibles ». *Revue des sciences de l'éducation* (Montréal, Canada), vol. XX, n° 1, p. 87-115.
- Schubauer-Leoni, M.-L. ; Grossen, M. 1993. « Negotiating the meaning of questions in didactic and experimental contracts » [L'approche du sens des questions dans les contrats didactiques expérimentaux], *European journal of psychology of education* (Lisbonne, Portugal), vol. 8, n° 4, 1993, p. 451-471.
- Vanderdorpe, C. 1992. « Comprendre et interpréter ». Dans : Préfontaine, C. ; Lebrun, M. (dir. publ.). *La lecture et l'écriture : enseignement et apprentissage*. Montréal, Les éditions logiques, p. 159-181.
- Vergnaud, G. 1981. *L'enfant, la mathématique et la réalité*. Berne, Peter Lang. 218 p.
- . 1983. « Multiplicative structures ». Dans : Lesh, R. ; Landau, M. (dir. publ.). *Acquisition of mathematics concepts and processes*. New York, Academic Press, p. 127-174.
- . 1985. « Concepts et schèmes dans une théorie opératoire de la représentation ». *Psychologie française*, vol. 30, n° 3/4, p. 245-252.
- . 1991. « La théorie des champs conceptuels ». *Recherches en didactique des mathématiques* (Grenoble, France), vol. 10, n° 2-3, p. 133-170.
- Vergnaud, G. *et al.* 1979. « Acquisition des structures multiplicatives ». Orléans, IREM d'Orléans et Centre d'étude des processus cognitifs et du langage ; Paris, EHESS-CNRS.
- Vincent, S. 1992. *Construction des structures multiplicatives chez les jeunes élèves du primaire*. Montréal, Université de Montréal. (Thèse de doctorat.)

QUELQUES IDÉES FONDAMENTALES

DE PIAGET

INTÉRESSANT LA DIDACTIQUE

Gérard Vergnaud

Piaget ne s'intéressait pas à la didactique, et pourtant les didacticiens s'intéressent beaucoup à Piaget. S'agit-il d'un malentendu de leur part ou d'une erreur d'appréciation de Piaget ? Peut-on approfondir de manière critique l'apport scientifique du maître genevois à la recherche en éducation, à la lumière des résultats obtenus par la recherche en didactique aujourd'hui ?

Le centenaire de la naissance de Piaget est en même temps le centenaire de la naissance de Vygotski. Étrange coïncidence que les deux psychologues qui ont marqué le plus profondément ce siècle, pour ce qui est de la psychologie des activités cognitives supérieures et de l'éducation, soient nés la même année, ne se soient jamais rencontrés, et soient en outre souvent considérés comme les chefs de file de courants scientifiques contraires, voire contradictoires. Est-ce vraiment le cas, ou bien y a-t-il en fait plus de convergences et de complémentarités que de véritables divergences entre le point de vue de l'un et celui de l'autre ?

Telles sont quelques-unes des questions qu'il me semble intéressant d'aborder dans cet article.

Gérard Vergnaud (France)

Directeur de recherche au Centre national de la recherche scientifique, à Paris. Il a dirigé pendant quinze ans le groupement de recherche « Didactique », réseau national des chercheurs en didactique des mathématiques et de la physique. Élève de J. Piaget, il s'est intéressé très vite à la recherche sur l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques, thème sur lequel il a écrit de nombreux articles et un ouvrage, *L'enfant, la mathématique et la réalité* (1981), traduit en plusieurs langues. Il s'est également intéressé à l'analyse des compétences professionnelles des adultes, ainsi qu'à l'étude des conditions dans lesquelles se forment ces compétences.

La connaissance est un processus adaptatif

C'est probablement l'idée la plus fondamentale de Piaget, celle qui irrigue toute son œuvre. On en voit aisément la source dans le fait que Piaget était au départ biologiste, profondément marqué par les théories de l'évolution, d'ailleurs davantage par Lamarck que par Darwin. Mais cette idée fondamentale d'évolution adaptative est transposée par Piaget du domaine de l'évolution des espèces vers celui du développement de l'enfant, et, plus précisément, du développement de la pensée de l'enfant. Piaget pose alors avec force la thèse que, pour comprendre la connaissance, il faut en étudier le développement : en d'autres termes, l'idée d'une évolution adaptative des connaissances chez l'enfant lui permet de se donner comme projet scientifique non seulement d'élaborer et d'accréditer la thèse selon laquelle les connaissances actuelles du sujet résultent de l'interaction entre son expérience et ses connaissances antérieures (c'est la thèse interactionniste), mais aussi celle qui tient que la connaissance résulte fondamentalement de l'action sur le monde, puisque c'est principalement à travers son action que le sujet éprouve ses connaissances et les modifie (c'est la thèse opératoire)¹.

La didactique a hérité directement de cette idée, et l'a fait fructifier. C'est en effet son principal mérite que de s'être attachée à la mise au point de situations susceptibles de provoquer l'évolution adaptative de l'activité et des connaissances des élèves. Piaget n'a pas vu (ou n'a pas voulu voir) cette conséquence directe de la thèse interactionniste et opératoire, à savoir la possibilité d'orienter les apprentissages par le choix le plus adéquat possible des situations offertes aux élèves. Les didacticiens, eux, l'ont bien vue, notamment les chercheurs francophones. C'est un didacticien des mathématiques, Brousseau, qui a donné à cette idée la forme la plus systématique. Celui-ci distingue en effet (peut-être plus qu'il n'est nécessaire mais, à coup sûr, de manière pertinente) : a) les situations d'action, dont l'enjeu est de faire et de réussir ; b) les situations de formulation, dont l'enjeu est de produire un message et de communiquer ; et c) les situations de validation, dont l'enjeu est de prouver la vérité d'un énoncé ou d'une théorie, et d'emporter l'adhésion d'autrui. Dans les trois catégories de mises en scène ainsi envisagées, des processus adaptatifs sont à l'œuvre, et en premier lieu dans l'action, source et critère de la connaissance opératoire.

Toutefois, le choix des situations ne repose pas seulement sur la psychologie, ni même peut-être principalement. En effet, l'épistémologie de la discipline enseignée est une référence incontournable, tant il est vrai que l'épistémologie pose clairement la question des rapports entre telle ou telle connaissance, et les problèmes pratiques et théoriques auxquels cette connaissance apporte une réponse. Cette vision peut être considérée comme une théorie restreinte de la connaissance, mais elle est fondamentale pour une épistémologie du concept et de la technique : *à quels problèmes pratiques ou théoriques répond l'introduction de tel concept, de telle propriété de tel concept ? ou bien la découverte de telle technique, de telle procédure ?*

La psychologie intervient alors nécessairement pour rapporter cette relation fondamentale entre problèmes et connaissances, à chacune des phases par lesquelles les élèves sont susceptibles de passer : quels enjeux théoriques et pratiques l'enseignant doit-il mettre en scène, dans les situations qu'il offre aux élèves, pour que ceux-ci entrent dans le jeu, c'est-à-dire puissent comprendre suffisamment d'aspects des situations nouvelles proposées pour leur donner du sens, et y reconnaître des questions pour eux-mêmes ?

Cette évolution des connaissances de l'élève résulte, pour une part importante, de son action propre, de son expérience et de sa réflexion personnelles ; mais sans l'aide d'autrui, en particulier sans l'aide de l'enseignant, cette évolution se ferait mal. L'émergence de connaissances nouvelles et l'adoption de connaissances plus adéquates proposées par autrui se heurtent notamment à des obstacles épistémologiques. L'idée d'obstacle épistémologique, telle qu'elle a été développée par Bachelard et reprise par les chercheurs en didactique, comporte cette thèse fondamentale qu'une connaissance, formée et éprouvée dans l'action et renforcée par l'expérience, rend l'apprentissage de certains concepts plus complexe encore que l'absence de connaissance. Par exemple, la pratique du nombre comme mesure des quantités discrètes et des grandeurs continues en fait quelque chose d'intrinsèquement positif ; cela rend plus difficile l'assimilation du concept de nombre négatif. De même l'expérience habituelle du mouvement est conforme à l'idée que la force et la vitesse ont la même direction ; cela rend plus délicate la compréhension que vitesse et force instantanées sont des grandeurs indépendantes. Le concept d'obstacle est d'autant plus important que les élèves développent spontanément des conceptions fausses, et que ces conceptions reflètent souvent certains aspects des situations les plus familières et les plus aisément maîtrisées.

Cette vision des processus d'apprentissage et de développement est fondamentalement compatible avec la théorie piagétienne ; mais on voit en même temps que Piaget s'est arrêté en chemin, puisqu'il n'a pas « travaillé » l'idée d'obstacle épistémologique : on ne trouve pas dans son œuvre d'exemple de problème analogue à ceux de *nombre négatif* et de force évoqués plus haut. Il n'a pas « travaillé » non plus l'idée de situation didactique. Son analyse des déséquilibres cognitifs et des processus de rééquilibration va pourtant bien dans ce sens. On peut dire en effet que le sujet dispose, à un moment de son développement, d'un répertoire de compétences qui lui permet de faire face avec succès à un large ensemble de situations, et qu'il est alors dans un certain état d'équilibre entre la complexité de ses ressources cognitives et la complexité des situations à traiter ; la rencontre avec des situations nouvelles, qu'il n'est pas encore en mesure de maîtriser, le conduit à développer de nouvelles ressources, qui résultent à la fois de l'adaptation par accommodation des ressources déjà acquises et de la découverte de propriétés entièrement nouvelles du réel.

Qu'est-ce qui se développe ? Des conceptualisations spécifiques ou des structures générales de pensée ?

Piaget a étudié le développement de nombreux concepts : ceux de nombre, d'espace, de temps, de vitesse, de hasard, de proportionnalité... Pourtant, son ambition théorique était moins de contribuer à une psychologie ou à une épistémologie du concept qu'à une psychologie des structures générales de la pensée. Et il a cru pouvoir dégager plusieurs stades généraux, dont les deux derniers pouvaient, selon lui, être caractérisés par des structures directement inspirées de la logique :

- le stade des opérations dites « concrètes », par la structure de groupement ;
 - le stade des opérations dites « formelles », par la structure du groupe INRC².
- C'est une approche que les chercheurs en didactique n'ont pas reprise à leur compte, préoccupés qu'ils sont d'analyser avec finesse les cheminements des élèves à travers un grand nombre de situations, dans lesquelles le même concept peut manifester des propriétés très différentes entre elles ; par exemple, la proportionnalité couvre un vaste ensemble de problèmes, dont les plus abordables sont aisément compris par la majorité des élèves de neuf ans, alors que les plus complexes restent difficiles pour la majorité des adultes.

Voici quelques-uns des jalons conceptuels qui doivent être parcourus :

1. La propriété la plus élémentaire de la fonction linéaire :

$$f(n) = nf(1)$$

Le coût de n objets est égal à n fois le coût d'un objet. La consommation ou la production correspondant à n jours est égale à n fois la consommation ou la production correspondant à 1 jour, etc.

2. Les propriétés plus générales d'isomorphisme de la fonction linéaire :

$$f(x_1 + x_2) = f(x_1) + f(x_2)$$

Le coût de la somme de deux quantités de la même marchandise est égal à la somme des deux coûts.

$$f(\lambda x) = \lambda f(x)$$

Le coût de λ fois une quantité x de marchandise est égal à λ fois le coût de cette quantité.

3. Le théorème général des combinaisons linéaires qui rassemble les deux propriétés :

$$f(\lambda_1 x_1 + \lambda_2 x_2) = \lambda_1 f(x_1) + \lambda_2 f(x_2)$$

4. Les propriétés liées au coefficient constant, conceptuellement un peu plus complexes pour les élèves du primaire :

$$f(n) = an.$$

Le coût de n objets est égal à n multiplié par un coefficient constant ou l'égalité réciproque :

$$n = \frac{1}{a} f(n)$$

Il n'est pas besoin d'être grand clerc pour comprendre les différences de niveau entre les procédures qui permettent de traiter, d'une part, les situations de multiplication lorsque les nombres sont entiers et petits, et que les grandeurs en jeu sont des grandeurs familières, et, d'autre part, les situations de recherche d'une quatrième proportionnelle lorsque les nombres sont très grands ou, au contraire, plus petits que 1, et que les grandeurs en jeu sont peu familières. Ces différences témoignent d'une conceptualisation plus ou moins profonde, plus ou moins générale, plus ou moins plastique : la capacité à passer d'une procédure à une autre en fonction des caractéristiques de la situation est en effet l'indice d'une plus grande maîtrise. Or la conceptualisation de la proportionnalité ne s'arrête pas là, puisque les élèves rencontrent très tôt des combinaisons de proportions qui, sans être aussi délicates que celles rencontrées en physique, avec les équations entraînant l'analyse dimensionnelle, soulèvent cependant des difficultés sensiblement plus grandes que les situations de proportion entre deux variables évoquées ci-dessus.

Il existe en effet deux modes de combinaison des proportions : par enchaînement et par produit.

5. L'enchaînement peut être modélisé mathématiquement par une composition de fonctions linéaires. Par exemple, dans la fabrication du béton, les quantités et les prix sont tous proportionnels les uns aux autres : béton en m³/ciment en kg/sable en kg/gravier en kg/coût du ciment/coût du sable/coût du gravier/coût du béton.

Quelles que soient deux fonctions linéaires f et g enchaînées, la composition $f \circ g$ est linéaire. On peut donc toujours se sortir d'affaire en utilisant les propriétés de la fonction linéaire énoncée plus haut.

6. Le produit de deux proportions oblige l'élève à comprendre les concepts plus délicats de dépendance et d'indépendance : une variable Z est proportionnelle à une variable X quand une troisième variable Y est tenue constante ; et elle est proportionnelle à Y quand X est tenue constante. Par exemple, la consommation de pain d'une collectivité est proportionnelle au nombre de personnes lorsque la durée est constante, et à la durée lorsque le nombre de personnes est constant.

Le modèle mathématique pertinent est non plus la fonction linéaire, mais la fonction bilinéaire. Certaines de ses propriétés sont semblables aux précédentes :

$$f(\lambda_1 x_1, x_2) = \lambda_1 f(x_1, x_2)$$

λ_1 fois plus de personnes $\Rightarrow \lambda_1$ fois plus de pain ;

$$f(x_1, \lambda_2 x_2) = \lambda_2 f(x_1, x_2)$$

λ_2 fois plus de jours $\Rightarrow \lambda_2$ fois plus de pain.

Mais une propriété nouvelle apparaît :

$$f(\lambda_1 x_1, \lambda_2 x_2) = \lambda_1 \lambda_2 f(x_1, x_2)$$

qui fait de la proportionnalité double une structure d'une grande importance pour les mesures spatiales (aire, volume) et les mesures physiques (mécanique, électricité...).

Cet exemple de la proportionnalité, malgré la brièveté de ce qui en est dit ici, permet de voir qu'il n'y a aucun sens à réduire à un stade général de pensée, et encore moins à des structures logiques, un tel ensemble de conquêtes conceptuelles, puisque celles-ci s'étalent sur une longue période de l'apprentissage et du développement de l'enfant, à partir de huit ans. Mieux vaut analyser les procédures des élèves face à une variété organisée de situations, de manière à essayer de découvrir quand ont lieu les filiations et les ruptures dans le processus de conceptualisation des structures multiplicatives et de la proportionnalité.

Ce processus s'étale sur une période de plusieurs années et dépend largement de l'enseignement offert aux élèves. Ceux-ci se heurtent à certains obstacles aujourd'hui bien identifiés, par exemple ceux qui concernent la multiplication et la division par un nombre plus petit que 1. Les erreurs de raisonnement sont elles-mêmes plus facilement interprétées lorsqu'elles sont rapportées aux concepts mathématiques pertinents, à savoir la linéarité et l'analyse dimensionnelle. Le groupe INRC n'apporte presque rien à l'analyse.

Ma conclusion sur ce point est donc nette. Ce qui fait l'unité, dans un processus de conceptualisation, c'est davantage les filiations longitudinales que les parentés transversales. Le champ conceptuel des structures multiplicatives et de la proportionnalité, lentement et progressivement appréhendé par les élèves (et les adultes), offre un cadre théorique plus opératoire pour la recherche et pour l'enseignement que la structure logique qui caractériserait le stade des opérations dites « formelles ».

Comment analyser l'action en situation et la conceptualisation sous-jacente à l'action ?

C'est probablement à cette question qu'il est le plus important de répondre aujourd'hui tant il est vrai que la plus grande partie de nos connaissances sont des compétences, et que ces compétences se forment, se développent, se différencient, s'améliorent et éventuellement se détériorent au cours de notre expérience, en fonction des situations auxquelles nous sommes exposés. Avec le concept de schème, Piaget a apporté sur ce point le concept le plus décisif, même s'il ne lui a pas donné, dans son œuvre, toute la portée qu'il paraît intéressant de lui donner aujourd'hui. On peut retenir trois grandes idées de départ, déjà présentes dans Piaget :

- qu'un schème est une totalité dynamique fonctionnelle ;
- que de bons exemples de schèmes sont à rechercher dans l'activité dite « sensori-motrice » ;
- que les schèmes concernent non pas seulement l'activité sensori-motrice, mais encore l'activité intellectuelle : c'est le cas notamment des schèmes de classifica-

tion et de raisonnement logique, et aussi du schème de la proportionnalité (qu'il faut évidemment mettre au pluriel aujourd'hui).

Les exemples de schèmes observés par Piaget chez le bébé concernent à la fois certaines conduites instinctives comme téter, sucer ou refermer la main, et certaines conduites plus élaborées comme agiter un hochet pour faire du bruit, passer un objet d'une main à l'autre, tirer un tissu pour rapprocher quelque chose qui est posé dessus. On peut ajouter à ce tableau de nombreux autres gestes et déplacements du corps propre. Pour chacun de ces exemples, on peut observer une certaine organisation de l'activité, liée à sa fonction et à son progrès temporel. Cette totalité est certes analysable, mais les éléments ne prennent sens que par rapport à l'organisation et à la fonction de l'ensemble.

Aujourd'hui, on peut aller sensiblement plus loin que Piaget dans la recherche d'exemples, et dans le souci d'analyse et de définition du concept de schème.

Non seulement on peut considérer comme des exemples encore plus instructifs les gestes dont l'apprentissage est difficile, tels certains gestes du sportif de haut niveau ou de la danseuse, et certains gestes professionnels, mais on doit aussi s'intéresser à des activités habituellement vues comme plus intellectuelles que gestuelles — tel le schème du dénombrement chez un jeune enfant, le tracé de figures avec l'équerre et le compas, l'écriture —, ou même considérées à tort comme purement intellectuelles, telle la résolution de problèmes mathématiques ou encore la capacité de raconter une histoire, savoir intervenir à bon escient dans une conversation, savoir gérer la coopération et le conflit avec autrui. Ce sont des compétences organisées par des schèmes, et qui d'ailleurs s'apprennent largement par l'expérience, sinon par un apprentissage intentionnel.

Les schèmes doivent être rapportés, pour les besoins de l'analyse, aux caractéristiques des situations auxquelles ils s'appliquent. Un schème peut être défini comme *une organisation invariante de la conduite pour une classe de situations donnée*. Cette organisation repose sur quatre sortes d'éléments principaux :

- des buts et anticipations ;
- des règles d'action, de recueil et de contrôle de l'information ;
- des invariants opératoires ;
- des possibilités d'inférence.

Leur fonction spécifique peut être ainsi analysée.

Un schème s'adresse toujours à une classe de situations dans laquelle le sujet peut identifier un but possible de son activité, éventuellement des sous-buts intermédiaires ; il peut également s'attendre à certains effets ou à certains phénomènes.

Les règles d'action forment la partie proprement génératrice du schème, celle qui permet d'engendrer la suite des actions de transformation du réel, des prises d'information et des contrôles des résultats de l'action, ce qui permet d'assurer le succès de l'activité dans un contexte qui peut être en constante évolution.

Les invariants opératoires forment la base conceptuelle implicite, ou explicite, qui permet de prélever l'information pertinente, et d'inférer, à partir de cette information et du but à atteindre, les règles d'action les plus pertinentes. Nous

reviendrons plus loin sur les deux principales catégories d'invariants opératoires : concepts-en-acte, théorèmes-en-acte.

Enfin, le schème comporte nécessairement des possibilités d'inférence, puisque toute l'activité ci-dessus mentionnée exige des calculs *hic et nunc* en situation. Un schème n'est pas en général un stéréotype, c'est au contraire un instrument d'adaptation de l'activité et de la conduite aux valeurs particulières prises par différents paramètres dans la situation *hic et nunc*.

Avec cette définition et cette analyse, les schèmes conviennent à tous les registres possibles de la conduite, y compris des compétences aussi différentes que les gestes physiques, les activités intellectuelles, scientifiques et techniques, l'interaction avec autrui, l'affectivité, les conduites langagières. Ils peuvent concerner également différents niveaux d'organisation : pour les conduites langagières, par exemple, il existe des schèmes pour la phonologie, le lexique, la syntaxe, le ton et l'organisation du discours en dialogue.

L'intérêt théorique principal du concept de schème est de fournir le lien indispensable entre la conduite et la représentation. Ce sont d'ailleurs les invariants opératoires qui forment l'articulation essentielle, puisque la perception, la recherche et la sélection de l'information reposent tout entières sur le système des concepts-en-acte disponibles chez le sujet (objets, attributs, relations, conditions, circonstances...) et sur les théorèmes-en-acte sous-jacents à sa conduite.

Un théorème-en-acte est *une proposition tenue pour vraie sur le réel* ; un concept-en-acte est *une catégorie de pensée tenue pour pertinente*. Ainsi, dans l'exemple de proportionnalité ci-dessus, $f(2x) = \lambda f(x)$ est un théorème-en-acte, et le facteur λ est un concept-en-acte.

On peut regretter, au passage, que Piaget ait utilisé, comme d'ailleurs ses contemporains, l'expression « sensori-moteur » pour désigner une sphère de l'activité qui est en fait « perceptivo-gestuelle » puisqu'elle est organisée par les percepts, les gestes et les schèmes sous-jacents.

Quelle portée pour l'éducation et la formation ?

Si la plupart de nos connaissances sont des compétences et sont ainsi disponibles sous la forme de schèmes, l'éducation doit donner plus d'importance qu'elle ne le reconnaît officiellement à leur formation et aux situations qui leur donnent leur fonctionnalité. Le développement des pédagogies actives et les recherches des didacticiens ont largement contribué à ce que ce point de vue soit mieux reconnu aujourd'hui qu'hier. Non sans équivoque d'ailleurs, puisque le rôle de la conceptualisation n'est pas toujours mis à sa place légitime, et que les pratiques des enseignants sont loin d'être conformes à leurs intentions déclarées. C'est probablement Piaget qui a fourni les meilleures bases théoriques de cette prise de conscience, même s'il n'a pas été aussi loin qu'il aurait été possible.

Par exemple, Piaget ne fait guère de place au concept de situation, alors que dans la *théorie opératoire de la représentation* qui était la sienne, et compte tenu de l'importance qu'il accordait au concept de schème, on aurait pu s'attendre à ce qu'il

établit une correspondance étroite entre ces deux concepts. Piaget parle de l'*interaction sujet-objet* ; il aurait gagné à être plus précis et à parler de l'*interaction schème-situation*. Une théorie de la représentation ne peut pas se passer d'une théorie de la référence ; or la référence, dans la représentation que le sujet se fait du monde, ce sont non seulement les objets et leurs propriétés, mais aussi les situations dans lesquelles l'activité du sujet est impliquée, et dont elle tire la base de son organisation.

En conclusion, on peut accepter aujourd'hui l'idée que le développement cognitif consiste d'abord et principalement dans le développement d'un vaste répertoire de schèmes. Ce répertoire concerne des sphères très différentes de l'activité humaine, et lorsqu'on analyse, par exemple, les contenus de la compétence professionnelle d'un individu, on observe souvent, à côté des compétences proprement techniques et scientifiques, le poids considérable des compétences sociales et affectives. L'éducation et la formation doivent donc contribuer à former un répertoire diversifié de schèmes, en évitant en outre que ces schèmes ne se sclérosent en stéréotypes.

La répétition est un aspect important de la formation des schèmes, puisque c'est la familiarité des situations qui contribue le plus sûrement à cette formation. Mais la répétition n'est pas sans danger si elle n'est pas contrebalancée par la variation. Un schème est un universel qui s'adresse à une classe de situations. Sa flexibilité est d'autant meilleure qu'il se développe à travers des situations plus variables. Par exemple, l'addition et la soustraction concernent des classes de problèmes d'une très grande diversité ; on n'arme pas assez les élèves si on leur offre un éventail trop étroit de cas. En outre, on ne leur donne pas alors les moyens de rejeter les conceptions trop étroites, et de ce fait erronées, qu'ils ont formées spontanément au cours de leurs premières expériences, et qu'ils ont parfois du mal à rejeter : « l'addition est une augmentation, et la soustraction une diminution ». Cette conception est fautive et fait obstacle à la résolution de certains problèmes d'addition et de soustraction qui la contredisent.

De même, les opérations de compréhension de texte sont variables d'un type de texte à un autre. La compréhension d'un récit, d'un dialogue de théâtre ou de film, de l'énoncé d'un problème de mathématiques ou d'un chapitre de manuel de géographie ne repose pas sur les mêmes schèmes : ni le même but, ni les mêmes règles de prise d'information et de contrôle, ni les mêmes invariants opératoires.

Cela suffit-il ?

À l'évidence non ! L'analyse des connaissances sous-jacentes à la conduite est une chose ; elle n'épuise ni les caractéristiques des connaissances lorsqu'elles sont énoncées dans des textes, ni les phénomènes psychologiques qui se déroulent au cours de l'apprentissage en classe, notamment les actes de conscience réflexifs et les actes de médiation de l'enseignant. Piaget a apporté plusieurs idées importantes sur ces deux points, mais il faut à l'évidence se tourner vers Vygotsky et Bruner pour compléter le tableau.

C'est Vygotsky, en effet, qui développe le plus clairement l'idée que les concepts scientifiques :

- ont une valeur de généralité sans commune mesure avec celle des concepts quotidiens ; ils forment des systèmes intégrés alors que les concepts quotidiens n'ont qu'une portée locale ;
- sont transmis aux élèves dans des institutions scolaires, dont c'est la fonction principale, et grâce à une action intentionnelle de l'enseignant ; alors que les concepts quotidiens sont formés spontanément par l'enfant au cours de son expérience ;
- sont l'objet d'une communication qui fait largement appel aux moyens linguistiques et à d'autres moyens symboliques comme ceux de l'espace graphique, alors que les concepts quotidiens restent largement implicites, et même parfois « inconscients ».

Même si Vygotsky présente cette opposition d'une manière excessive et ne choisit pas très bien ses exemples (les relations de parenté présentées comme un exemple de concepts quotidiens ne peuvent être transmises sans l'usage de moyens linguistiques, elles forment en outre un système intégré), on doit reconnaître que la distinction entre concepts quotidiens et concepts scientifiques est féconde pour l'analyse de l'enseignement et de l'apprentissage en classe. On change, en les exprimant, le statut cognitif des invariants opératoires, des règles d'action, des buts, des anticipations et des inférences. Une proposition explicite peut être débattue, une proposition tenue pour vraie de manière totalement implicite ne le peut pas. Le caractère de la connaissance change donc si elle est communicable, débattue et partagée.

Piaget ne s'est guère intéressé aux formes linguistiques de la conceptualisation. Et pourtant, cela permet d'avancer des idées importantes complémentaires de celles contenues dans la théorie opératoire. En d'autres termes, la compréhension des problèmes d'enseignement et d'apprentissage repose sur l'analyse à la fois des formes prédicatives et des formes opératoires de la connaissance. Par exemple, un même concept change de niveau conceptuel lorsqu'il intervient dans un énoncé sous la forme d'un substantif (il est alors objet de pensée, et thème de l'assertion), ou sous la forme d'un adjectif, d'un verbe, ou d'une relation (il est alors prédicat). Savoir comment calculer une vitesse en divisant une distance par une durée n'est pas du même niveau de conceptualisation qu'exprimer linguistiquement l'idée que la vitesse est proportionnelle à la distance quand la durée est tenue constante, et inversement proportionnelle à la durée quand la distance est tenue constante, ou encore de dire que la distance est une fonction bilinéaire de la durée et de la vitesse, et d'exprimer cette dernière idée soit par une formule $D = VT$, soit par un tableau de double proportionnalité.

De même, on ne peut pas se passer aujourd'hui de l'idée de médiation, avec le double sens que Vygotsky lui donne : l'enseignant est un médiateur, le langage est un médiateur. Les recherches en éducation, et notamment les recherches en didactique, n'ont pas fait une place suffisante à l'analyse des phénomènes de médiation, pourtant magistralement inaugurés par Bruner, avec son analyse des actes de

médiation des mamans avec leur bébé. Probablement Vygotsky a-t-il minimisé le rôle de l'action propre du sujet durant l'apprentissage, mais Piaget semble de son côté avoir minimisé le rôle de médiateur des adultes et des autres enfants, et le rôle du langage.

Cela étant dit, un lecteur attentif est souvent frappé par les convergences, plus que par les divergences, entre ces deux grandes statues de la psychologie des activités cognitives supérieures que sont Piaget et Vygotsky. Par exemple, la prise de conscience et la conscience réflexive ont retenu l'attention de l'un et de l'autre : en allant vite, on peut dire que la distinction vygotkienne entre « conscience avant » et « conscience après » ou entre l'« abstraction simple » et l'« abstraction réfléchie » rejoint la distinction piagétienne entre « réussir » et « comprendre ». De même, lorsque Vygotsky, à propos des activités langagières de l'enfant et pour s'opposer à l'idée piagétienne de langage égocentrique, défend au contraire la thèse d'une *internalisation* par l'enfant du dialogue avec autrui, il rejoint paradoxalement une autre théorie fameuse de Piaget, clairement énoncée dans son ouvrage *La formation du symbole*, que la représentation est l'intériorisation de l'action et de la perception.

Enfin, le travail d'élaboration entrepris au cours des années par Piaget et son école sur la méthodologie de l'entretien clinique et critique constituent une contribution évidente à l'analyse de la médiation.

Quel héritage pour la didactique ?

Ni Piaget ni d'ailleurs Vygotsky ou Bruner n'ont véritablement posé des bases suffisantes pour que se constituent ces domaines de recherche nouveaux que sont les didactiques, qui ne se sont d'ailleurs développées que depuis une vingtaine d'années. On peut chercher à identifier certains des éléments qu'il a été nécessaire de prendre en considération pour passer des vues pénétrantes de Piaget et Vygotsky à l'analyse des processus d'enseignement et d'apprentissage tels qu'ils ressortent aujourd'hui des recherches en didactique. Les didactiques sont des domaines neufs de recherche, encore dans l'enfance, et les remarques conclusives de cet article doivent donc être prises avec prudence.

En premier lieu, la référence explicite aux disciplines constituées et à leur épistémologie a été un élément décisif pris en compte par les didacticiens, plus à partir d'autres courants de pensée que de courants proprement psychologiques. On peut notamment citer, pour les didactiques des sciences et des mathématiques, les travaux d'histoire et d'épistémologie, par exemple ceux de Bachelard, Koyré ou Canguilhem en France. Les didactiques s'intéressent à l'apprentissage et à l'enseignement de contenus spécifiques de connaissances ; il leur faut donc des références spécifiques, soit aux disciplines et à leur histoire, soit aux professions et aux techniques.

En second lieu, la réflexion sur les pratiques des enseignants, à partir des difficultés qu'ils rencontrent, notamment, a été une source d'idées importantes, dont sont issues certaines mises en scène didactiques, ainsi que les analyses d'erreurs et

de certains ph n mes de rupture du contrat didactique. La recherche a profondément transformé la réflexion des enseignants, mais cette réflexion reste une source féconde lorsqu'elle est éclairée par la sociologie, l'histoire, l'épistémologie et la psychologie.

Enfin, le travail d'expérimentation en classe, avec des situations mûrement réfléchies et préparées, des enseignants formés à cet effet, des moyens d'observation, d'enregistrement et d'analyse que n'avaient pensé à reunir ni Piaget ni Vygotsky, a été le pas le plus décisif dans la constitution des didactiques en disciplines scientifiques. Il a fallu aussi que les didacticiens se libèrent de certaines idées reçues, qui constituaient plus des obstacles que des points d'appui pour l'analyse des compétences des élèves et des conditions dans lesquelles ces compétences se forment. Ne parlons pas ici du béhaviorisme ou des tests d'intelligence, qui ont gravement et durablement freiné le développement des recherches en  ducation. La problématique piagétienne des stades généraux de pensée a, me semble-t-il, été plus gênante que féconde pour le développement des didactiques, dans la mesure où elle tend à réduire à des opérations logiques générales des conceptualisations parfaitement irréductibles à la logique.

C'est pourquoi l'héritage d'un grand découvreur comme Piaget mérite un examen attentif et critique. Par l'originalité et l'importance de ses travaux, le savant genevois a suscité à la fois une formidable adhésion et des critiques acerbes. Le temps est venu de dépasser l'une et l'autre attitude et de considérer avec un esprit de responsabilité, d'une part, ce qu'il a apporté de décisif et qu'il est du devoir de chacun de s'appropri r, et, d'autre part, ce qui apparaît après coup comme relativement contingent et lié à une époque aujourd'hui révolue.

Piaget a apporté plusieurs pierres d'angle à la recherche en didactique : les idées d'adaptation, de déséquilibre et de rééquilibre, un grand nombre de faits concernant la conservation des quantités, la représentation de l'espace et la formation des concepts mathématiques et physiques, etc.

Mais la clef de voûte de la théorie me paraît être le concept de schème. J'ai tenté, dans cet article, d'en proposer une analyse qui permette de l'appliquer à une grande variété de conduites et d'activités. Le concept de schème est en effet une clef pour analyser à la fois les comportements observables et les activités non directement observables de la représentation. C'est un concept fécond pour tous les registres de l'activité humaine. C'est enfin le lieu psychologique par excellence de l'adaptation.

Notes

1. Par « thèse opératoire », nous entendons simplement ici que la connaissance se forme, se développe et se transforme dans l'action ; le terme « opératoire », employé par nous, ne véhicule donc pas toutes les idées que Piaget lui a associées : distinction entre action et opération, ensemble structuré et réversible d'opérations, etc.
2. Le groupe INRC. Piaget considérait que le stade formel du développement cognitif pouvait être décrit comme la coordination de la relation entre quatre transformations de phrases : N = négation ; R = retour de faveur ; C = corrélation ; I = identité. Elles constituent le groupe Klein.

Références

- Bachelard, G. 1938. *La formation de l'esprit scientifique*. Paris, Vrin.
- Inhelder, B ; Piaget, J. 1955. *De la logique de l'enfant à la logique de l'adolescent*. Paris, Presses universitaires de France.
- Piaget, J. 1945. *La formation du symbole*. Neuchâtel, Paris, Delachaux et Niestlé.
- . 1967. *Biologie et connaissance*. Paris, Gallimard.
- Russell, B. 1940. *An inquiry into meaning and truth*. Londres, Allen et Unwin. (Trad. française : *Signification et vérité*. Paris, Flammarion, 1969.)
- Vergnaud, G. 1981. *L'enfant, la mathématique et la réalité*. Berne, Peter Lang.
- . 1987. « Les fonctions de l'action et de la symbolisation dans la formation des connaissances chez l'enfant ». Dans : Piaget, J ; Mounoud, P. ; Bronckart, J. P. (dir. publ.). *Psychologie, Encyclopédie de la Pléiade*. Paris, Gallimard, p. 821-844.
- . 1990. « La théorie des champs conceptuels ». *Recherches en didactique des mathématiques* (Grenoble, France), vol. 10, n° 2-3, p. 135-169.
- Vygotsky, L. 1985. *Pensée et langage*. Paris, Éditions sociales Messidor.

T E N D A N C E S / C A S

LES PRATIQUES RELATIVES

AU REDOUBLEMENT DANS

LES ÉTABLISSEMENTS D'ENSEIGNEMENT

PUBLICS ET PRIVÉS AU LIBAN

Karma A. El-Hassan

Il y a redoublement quand un élève est tenu de recommencer une année de scolarité à un niveau donné (Jackson, 1975). Récemment, les redoublements ont augmenté aux États-Unis (Shepard et Smith, 1990) et dans de nombreux pays en développement (Amadio, 1995). Holmes (1989) note qu'un taux annuel de redoublement d'environ 6 % dans les établissements publics entraîne un taux cumulé de non-passage supérieur à 50 %. Entre 1970 et 1980, les redoublements ont augmenté de 41 % en Afrique, de 46 % en Amérique latine et de 7,3 % en Asie (Amadio, 1995). Cette hausse est liée au mouvement de retour aux matières de base et à la tendance à exiger des compétences minimales (Niklason, 1984).

Les éducateurs favorables au redoublement affirment qu'il a une double utilité : remédier à des progrès scolaires insuffisants et permettre le développement des élèves manquant de maturité affective (Jackson, 1975). Selon eux, le fait de recommencer le programme et d'être placé dans un groupe d'enfants plus jeunes est pédagogiquement avantageux pour l'enfant en situation d'échec. Cette pratique est recommandée bien que les recherches qui se sont succédé n'aient pu prouver que le redoublement pouvait être bénéfique et donnent plutôt à penser qu'il risque d'être nuisible (Holmes et Mathews, 1984 ; Jackson, 1975 ; Johnson, Merrel et

Karma A. El-Hassan (Liban)

Maître de conférences à la Division des programmes d'enseignement et directrice du Bureau des tests et contrôles à l'Université américaine de Beyrouth. Docteur en psychopédagogie de l'Institut des sciences de l'éducation de l'Université de Londres. Ses recherches portent sur l'évaluation du corps enseignant, l'évaluation à grande échelle et l'évaluation préscolaire. Membre de plusieurs organisations internationales s'occupant de recherches sur les tests. Auteur de publications sur la situation des examens au Liban, sur les tests d'entrée à l'université et sur l'évaluation du corps enseignant.

Stover, 1990 ; May et Welch, 1984 ; Meisels et Leaw, 1993 ; Morris, 1993 ; Niklason, 1987 ; Rose *et al.*, 1983). Il ressort en général de ces études que les élèves passant dans la classe supérieure travaillent mieux que les redoublants si l'on en juge par la mesure des résultats scolaires, de l'ajustement personnel, de l'image de soi et des attitudes envers l'école (Roderick, 1994). Le redoublement augmente aussi le risque d'abandon scolaire (Grissom et Shepard, 1989). Les coûts financiers et psychologiques du problème deviennent alors très lourds, étant donné que le redoublement allonge le temps nécessaire à l'acquisition d'un même volume de connaissances, ce qui opère une ponction sur les maigres ressources allouées à l'éducation.

En ce qui concerne le Liban, le redoublement a toujours constitué et constitue encore un problème de premier ordre, qui trouve son origine dans un système d'enseignement dépassé (Jibai et Abu Rjaili, 1993). À cela s'ajoute le fait que les écoles, à la fin d'une guerre civile de seize ans, ont commencé à recourir aux redoublements à partir de 1989 pour retrouver le niveau perdu pendant la guerre. Aucune recherche n'a été conduite récemment au Liban pour évaluer l'ampleur du problème. Le dernier effort sérieux dans ce domaine remonte aux années 70. L'UNESCO et le Centre pour la recherche et le développement de l'éducation (CERD) avaient à l'époque mené deux études, d'où il ressortait que les taux de redoublement étaient élevés, en particulier dans l'enseignement primaire, où ils se situaient entre 21 et 24 % (UNESCO, 1980, cité dans Jibai et Abu Rjaili, 1993 ; Antun et Abu Rjaili, 1975). Depuis, seuls des rapports et des études non officiels portant sur certaines écoles ou certains groupes d'écoles ont fait état de niveaux de redoublement élevés, en particulier à la fin du premier cycle du secondaire. En 1992, 45,6 % des élèves de quatrième année de ce cycle avaient échoué aux examens d'État et avaient dû redoubler (Liban, Ministère de l'éducation, 1992).

Par conséquent, et étant donné l'absence d'études dûment conçues et le grand nombre des élèves concernés, une enquête sur les pratiques des écoles libanaises en matière de redoublement présente un très grand intérêt pour l'étude de la situation actuelle de l'éducation. De plus, comme les données relatives au redoublement laissent à désirer (Shepard et Smith, 1989 ; Natale, 1991) et que les structures des taux de redoublement selon les classes et les niveaux n'ont pas fait l'objet d'un examen (Morris, 1993), cette étude vise à déceler les différences éventuelles entre les taux de redoublement par classe, par niveau (primaire, premier cycle et deuxième cycle du secondaire), par secteur (public ou privé), par sexe et par région.

Méthode

L'ÉCHANTILLON ÉTUDIÉ

On a procédé à la collecte des données relatives aux inscriptions, aux passages dans la classe supérieure et aux redoublements de 83 989 élèves, 44 023 garçons et 39 966 filles (soit 11 % de la population scolaire), inscrits dans 265 écoles et proportionnellement représentatifs de la population scolaire du Liban pour l'année

1993-1994. Cet échantillon a été stratifié par région (cinq districts), par type d'établissement (public, privé, semi-privé) et selon la taille de l'école. Une fois déterminé le nombre d'établissements nécessaire dans chaque strate, les établissements à étudier ont été choisis de manière aléatoire. Les détails relatifs à l'échantillon final sur lequel les données ont été collectées figurent au tableau 1.

LA PROCÉDURE

La collecte des données a été confiée à un groupe d'enquêteurs expérimentés pendant la période janvier-avril 1995. Pour faciliter la tâche des enquêteurs, il leur avait été remis deux lettres, l'une du Directeur général du Ministère de l'éducation demandant à l'établissement sa coopération, l'autre de l'Enquêteur principal expliquant aux chefs d'établissement l'objectif de la recherche et sollicitant leur aide. Chaque enquêteur a rencontré le chef d'établissement et a recueilli des informations figurant dans les registres de l'école. Comme certains établissements n'ont pas voulu participer, d'autres, ayant des caractéristiques similaires, ont été choisis au hasard pour les remplacer. Certains, la plupart faisant partie des secteurs privé et semi-privé, n'ont pas autorisé les enquêteurs à consulter leurs registres et ont donc rempli les questionnaires eux-mêmes, certifiant ensuite par écrit qu'ils se portaient garants de l'exactitude des données. Les données, qui étaient recueillies au moyen de questionnaires, concernaient notamment le type d'école, l'emplacement géographique et les chiffres relatifs à l'effectif, aux passages dans la classe supérieure et aux redoublements pour 1993-1994 par classe et par sexe.

L'ANALYSE DES DONNÉES

Les taux de redoublement, obtenus en calculant la proportion des redoublants par rapport au nombre total des élèves, ont été consignés pour tout l'échantillon et ventilés par sexe, classe, niveau, type d'école et emplacement géographique. En outre, on a étudié les différences des taux de redoublement selon les groupes en utilisant le test.

Les résultats

L'IMPORTANCE DES REDOUBLEMENTS

Sur l'échantillon étudié de 83 989 élèves inscrits dans des écoles libanaises en 1993-1994, 15 806 ont redoublé, soit un taux de redoublement de 19 % entre la première année d'école maternelle et la troisième année du second cycle du secondaire. Si l'on exclut l'école maternelle, le taux de redoublement passe à 21 %. Il est plus élevé chez les garçons que chez les filles pour l'ensemble de l'échantillon (20 % contre 18 %). Les taux de redoublement par région, type d'établissement, niveau et classe font respectivement l'objet des tableaux 2 à 5.

TABLEAU 1. Distribution de l'échantillon par type d'établissement, région et sexe des élèves

	Public			Privé			Semi-privé			Total		
	Garçons	Filles	Total	Garçons	Filles	Total	Garçons	Filles	Total	Garçons	Filles	Total
Beyrouth (15 %)	761	1 314	2 075	6 031	2 381	8 412	1 019	1 295	2 314	7 811	4 990	12 801
Mont Liban (32 %)	2 758	2 796	5 554	8 687	10 671	19 358	1 005	801	1 806	12 450	14 268	26 718
Sud (16 %)	2 768	2 959	5 727	3 333	2 294	5 627	1 069	835	1 904	7 170	6 088	13 258
Nord (24 %)	3 838	3 880	7 718	5 592	4 147	9 739	1 647	1 433	3 080	11 077	9 460	20 537
Bekaa (13 %)	3 067	2 222	5 289	2 573	2 215	4 788	875	724	1 599	5 515	5 160	10 675
Total (100 %)	12 192	13 170	25 362	26 216 (30 %)	21 708	47 924	5 615	5 088 (57 %)	10 703	44 023	39 966	83 989 (13 %)

TABLEAU 2. Pourcentages de redoublement dans chaque région par sexe et type d'établissement

Région	Sexe			Type d'établissement		
	Total ¹	Garçons	Filles	Public	Privé	Semi-privé
Beyrouth	17	16	18	35	14	10
Mont Liban	16	18	13	34	10	15
Sud	22	22	21	34	11	14
Nord	21	21	20	40	8	12
Bekaa	23	24	22	36	15	14
Total	19	20	18	36	11	13

1. ($X^2 = 450,82$; $p < 0,0001$).

TABLEAU 3. Pourcentages de redoublement dans chaque type d'établissement par sexe et par région

Type	Sexe			Région				
	Total ¹	Garçons	Filles	Beyrouth	Mont Liban	Sud	Nord	Bekaa
Public	36	39	33	35	34	34	40	36
Privé	11	12	10	14	10	11	8	15
Semi-privé	13	14	12	10	15	14	12	14
Total	19	20	18	17	16	22	21	23

1. ($X^2 = 7\,040,86$; $p < 0,0001$).

TABLEAU 4. Pourcentages de redoublement par niveau

Niveau	Sexe			Type			Région				
	Total %	Garçons	Filles	Public	Privé	Semi-privé	Beyrouth	Mont Liban	Sud	Nord	Bekaa
Maternel	4	4	5	11	3	4	1	5	4	55	5
Primaire	17	19	15	35	9	15	12	14	18	21	22
Secondaire											
1 ^{er} cycle	27	28	26	42	17	14	27	22	32	29	31
Secondaire											
2 ^e cycle	24	30	19	37	16		29	19	35	15	36
Total	19	20	18	36	11	13	17	16	22	21	23

1. ($X^2 = 3\,599,59$; $p < 0,0001$).

LES DIFFÉRENCES ENTRE LES GROUPES

La comparaison entre les redoublants et les élèves admis dans la classe supérieure selon le sexe, le type d'établissement, l'emplacement géographique et la classe a été faite au moyen du test X^2 . Les différences entre les sexes étaient significatives ($X^2 = 66,19$; $p < 0,0001$), les redoublants étant plus nombreux chez les garçons que chez les filles. Il y avait également des différences significatives selon le type d'établissement ($X^2 = 7\,040,86$; $p < 0,0001$), les écoles publiques ayant les taux de redoublement les plus élevés (36 %). De même, le test X^2 a fait apparaître des différences significatives entre les régions géographiques ($X^2 = 450,82$; $p < 0,0001$), les zones les plus rurales (Nord, Sud, Bekaa) ayant des taux de redoublement significative-

TABLEAU 5. Pourcentages de redoublement par classe

Niveau	Sexe		Région			Type					
	Total ¹	Garçons	Filles	Beyrouth	Mont Liban	Sud	Nord	Bekaa	Public	Privé	Semi-privé
Maternel I	3	2	8	3	4	3	2	4	5	3	4
Maternel II	5	5	4	2	5	4	6	6	12	3	3
Primaire											
1 ^{er}	11	13	9	7	8	11	15	15	25	5	13
2 ^e	16	19	14	10	11	18	22	22	35	7	16
3 ^e	19	21	16	12	15	21	22	23	37	9	16
4 ^e	21	23	19	18	17	20	25	26	38	13	17
5 ^e	20	21	19	11	20	22	23	22	36	13	13
Secondaire											
Premier cycle											
1 ^{er}	28	30	25	27	23	32	32	30	44	17	17
2 ^e	22	23	22	24	19	27	21	26	36	14	18
3 ^e	23	24	22	22	18	29	23	28	35	17	
4 ^e	36	36	36	39	28	42	41	43	55	22	7
Second cycle											
1 ^{er}	22	28	16	25	18	35	10	30	34	14	
2 ^e	18	21	16	18	15	28	3	32	28	11	
3 ^e	35	43	27	43	24	51	36	48	51	25	

1. ($X^2 = 3\,599,59$; $p < 0,0001$).

ment plus élevés (21-23 %) que les zones plus urbanisées (Beyrouth, Mont Liban, 16-17 %). Les taux de redoublement s'échelonnaient de 3 % en première année de maternelle à 36 % à la fin du premier cycle du secondaire (tableau 5), et le test X^2 a montré que ces différences étaient significatives ($X^2 = 3\,599,59$; $p < 0,0001$). Ces taux de redoublement augmentaient graduellement avec une tendance prononcée à un accroissement marqué au commencement de chaque grande étape de la scolarité, c'est-à-dire au début du primaire et du secondaire. Pour la première année du primaire, le taux de redoublement passait à 11 %, contre 3 % en deuxième année de maternelle. De même, pour la première année du secondaire, le redoublement passait à 28 %, contre 20 % l'année d'avant (cinquième année du primaire), puis il commençait à baisser, pour remonter encore en quatrième année du premier cycle secondaire (36 %) en raison des examens d'État à la fin de cette année. Les taux de redoublement par niveau se caractérisaient aussi par une augmentation graduelle, passant de 4 % à l'école maternelle à 27 % dans le premier cycle du secondaire. La baisse à 24 % du taux de redoublement dans le second cycle du secondaire est probablement due au fait que beaucoup de redoublants quittent l'école à la fin du premier cycle du secondaire.

Analyse

L'étude a examiné les pratiques de redoublement dans les établissements publics et privés du Liban pour 1993-1994 en recueillant des données sur 83 989 élèves

représentatifs de la population scolaire du Liban. Les taux moyens annuels de redoublement depuis l'école maternelle jusqu'en troisième année du second cycle du secondaire ont été estimés à 19 %. Les taux de redoublement ont également été fournis par sexe (garçons 20 %, filles 18 %), par type d'établissement (public 36 %, privé 11 %, semi-privé 13 %), par région (zones rurales 21-23 %, zones urbaines 16-17 %), par niveau (école maternelle 4 %, école primaire 17 %, premier cycle du secondaire 27 %, second cycle du secondaire 24 %) et par classe (3-36 %). Les résultats du test X^2 ont montré que les décisions de redoublement n'étaient pas indépendantes du sexe des élèves, du type d'établissement, de l'emplacement et du niveau ou de la classe.

Le taux de redoublement annuel estimatif de 19 % entre l'école maternelle et le second cycle du secondaire est très élevé si on le compare aux taux des États-Unis et à ceux de la région. Rose *et al.* (1983), dans leur aperçu des taux de redoublement pratiqués en 1978-1980 dans plusieurs États, sont parvenus à la conclusion que les taux pour l'ensemble des classes allant de la 1^{re} à la 12^e année s'échelonnaient entre 4 et 8 %. Cependant, selon Shepard et Smith (1989), le nombre des redoublements a sensiblement augmenté, passant à 7-9 % dans les établissements, en particulier ceux des grandes villes, qui ont adopté des politiques de passage à la classe supérieure en fonction des résultats. De même, dans les pays arabes, les taux de redoublement s'échelonnent entre 3 et 9 % pour le primaire et entre 6 et 14 % pour le secondaire (Programme des Nations Unies pour le développement, 1994 ; UNESCO, 1993). La seule exception est l'Irak, où les taux de redoublement sont respectivement de 19 % et 32 % dans le primaire et le secondaire. En ce qui concerne le Liban, les enquêtes de l'UNESCO (1968-1969) et du CERD (1972-1973) ont fait apparaître des taux de redoublement moyens de 16,5 % (UNESCO, cité dans Jibai et Abu Rjaili, 1993) et 15 % (Antun et Abu Rjaili, 1975). Ces deux études portaient sur les quatre années du premier cycle du secondaire. Si l'on exclut les chiffres relatifs à l'école maternelle et au second cycle du secondaire, le taux de redoublement des quatre années du premier cycle du secondaire dans notre échantillon passe à 22 %. Bien que des méthodes différentes aient été utilisées dans les études susvisées, en particulier dans celle du CERD, on peut quand même conclure sans risque d'erreur que les taux de redoublement dans les écoles libanaises ont augmenté et qu'ils sont très élevés par rapport aux normes régionales et internationales. Sans doute cela s'explique-t-il surtout par le fait qu'au cours des années de guerre (1975-1989) les normes de l'enseignement ont baissé et que le passage dans la classe supérieure en fonction de critères sociaux a été alors la pratique la plus courante (Jibai et Abu Rjaili, 1993). C'est pourquoi les écoles recourent maintenant de plus en plus à la pratique du redoublement pour relever le niveau.

En ce qui concerne les taux de redoublement par classe, on constate qu'ils ont augmenté graduellement d'année en année, avec des poussées significatives au début du primaire et au début du premier cycle du secondaire (tableau 5). Il y a là une légère différence avec la structure que l'on trouve aux États-Unis, où les taux, très élevés en première année, baissent rapidement pour atteindre un minimum en cinquième ou sixième année, et remontent ensuite en septième année, c'est-à-dire

au début de l'école moyenne (Rose *et al.*, 1983). Morris (1993) estime que ces montées du taux de redoublement sont peut-être imputables aux difficultés rencontrées par les élèves qui changent de milieu scolaire lorsqu'ils passent d'un niveau à l'autre. L'enfant doit alors s'adapter à un établissement plus vaste, qui lui fait perdre confiance en soi, ce qui retentit sur ses résultats scolaires. Walker (1984) confirme que le taux de redoublement est élevé chez les élèves de première année et fait état d'un taux moyen de 12 à 18 % sur la base de l'enquête de 1971-1972, tandis que Meisels et Leaw (1993) situent entre 5 et 14 % les taux de redoublement des élèves de première année sur la base d'un échantillon de 1987-1988. Au Liban, les études du CERD et de l'UNESCO ont relevé toutes deux des taux de redoublement élevés (21-23 %) entre la première et la troisième année, taux qui toutefois commencent à baisser au cours des années suivantes. Ces redoublements fréquents des élèves de première année sont l'expression, de la part des systèmes éducatifs, d'un effort visant à remédier à l'échec scolaire en faisant redoubler un grand nombre d'élèves de première année qui n'ont pas les compétences requises dans les matières de base. L'augmentation graduelle des taux de redoublement que la présente étude fait apparaître de la première à la quatrième année du premier cycle du secondaire peut s'expliquer par deux raisons. En premier lieu, avec le rétablissement des examens d'État, en particulier à la fin du premier cycle du secondaire, les établissements ont imposé des critères de passage plus stricts pour garantir le succès. En second lieu, ce mouvement s'est accompagné d'une baisse des taux d'abandon scolaire, surtout dans le primaire (Jibai et Abu Rjaili, 1993) ; les élèves menacés restaient ainsi dans le système et risquaient davantage de redoubler encore, ce qui, avec le temps, a provoqué une montée du taux de redoublement. Straits (1987) cite plusieurs études d'où il ressort « que le redoublement est un processus cumulatif » (p. 40), c'est-à-dire qu'un redoublant est souvent candidat à un nouveau redoublement.

L'incidence plus fréquente des redoublements chez les garçons, qui apparaît dans notre étude, est confirmée par d'autres recherches (Abidin, Golladay et Howerton, 1971 ; Antun et Abu Rjaili, 1975 ; Jibai et Abu Rjaili, 1993 ; Mantzicopoulos *et al.*, 1989 ; Meisels *et al.*, 1993 ; Niklason, 1984). Elle s'explique peut-être par le fait que les garçons ont plus de mal à fixer leur attention que les filles (Mantzicopoulos *et al.*, 1989). Les différences entre des taux de redoublement entre les établissements publics et les établissements privés, et entre les zones urbaines et les zones rurales, qui apparaissent ici sont, elles aussi, corroborées par d'autres travaux de recherche. L'étude du CERD confirme les différences entre les sexes en matière de redoublement ainsi que les différences entre établissements publics et établissements privés. Cependant, la différence des taux de redoublement entre les zones urbaines et les zones rurales est moins évidente (Antun et Abu Rjaili, 1975). Il n'en demeure pas moins que les élèves des établissements publics et des zones rurales sont généralement originaires d'un milieu socio-économique moins favorisé que les élèves des écoles urbaines et privées, et on a pu observer qu'une situation socio-économique modeste va de pair avec des taux de redoublement élevés (Mantzicopoulos *et al.*, 1989 ; Meisels et Leaw, 1993 ; Niklason,

1984). Le rapport de l'UNESCO sur les redoublements scolaires confirme cette observation en concluant que « toutes les études menées dans différentes régions conviennent que les taux les plus élevés de redoublement, et plus généralement d'échec scolaire, sont observés parmi les élèves issus de familles pauvres, de groupes sociaux marginaux avec de faibles niveaux d'alphabétisation, dans des environnements ruraux ou des régions qui sont arriérées du point de vue socio-économique et éducatif » (Amadio, 1995, p. 5). Meisels et Leaw (1993) estiment qu'il y a quatre fois plus de redoublants d'origine socio-économique modeste que de redoublants appartenant aux classes les plus favorisées (34 % contre 9 %), et que ce sont plus souvent des garçons que des filles (24 % contre 15 %). De plus, les recherches ont amplement montré que les enfants dont le type correspond à celui des garçons d'origine socio-économique modeste sont souvent considérés par les enseignants comme moins capables, quelles que soient leurs capacités réelles (Alexander et Entwisle, 1988). Le taux de redoublement plus élevé des enfants issus de groupes socio-économiques modestes est imputable à un environnement pauvre, peu favorable au développement physique et mental normal de l'enfant, et où font défaut les moyens matériels et intellectuels en matière d'enseignement, l'éducation donnée par les parents, les échanges et les perspectives, toutes carences dont il a été prouvé qu'elles vont de pair avec une scolarité médiocre.

Étant donné le peu d'informations dont on dispose sur les pratiques du redoublement au Liban, on s'est efforcé de donner ici une idée complète de l'aspect quantitatif du problème et de certains de ses aspects qualitatifs à une date récente. L'étude rejoint la conclusion de la réunion BIE/UNICEF sur le redoublement qui s'est tenue à Genève en février 1995 et selon laquelle « des stratégies appropriées doivent être fondées sur un diagnostic exact » (Amadio, 1995, p. 7). Le taux estimatif élevé des redoublements dans les écoles libanaises devrait alerter les milieux officiels et les chefs d'établissement et leur faire prendre conscience des pertes économiques qu'il entraîne, ainsi que de ses effets éducatifs et psychologiques négatifs. De plus, une attention particulière devrait être accordée au secteur public et aux régions où les taux de redoublement sont les plus élevés.

L'une des limitations de notre étude tient au fait qu'elle ne fournit une estimation du redoublement que pour une seule année scolaire, à savoir 1993-1994. Les recherches futures devraient viser à étudier les taux de redoublement pendant plusieurs années pour parvenir à une estimation plus stable et plus exacte. Une autre limitation est due au fait que certains établissements, en particulier dans le secteur semi-privé, ont rempli les questionnaires eux-mêmes. Bien qu'ils se soient portés garants de l'exactitude de leurs informations, certains pourront dire que leurs chiffres relatifs aux redoublements ne sont peut-être pas dignes de foi. Les recherches futures devraient envisager d'autres méthodes pour mesurer les taux de redoublement. Surtout, il faudrait s'efforcer de repérer les facteurs, démographiques et éducatifs, qui font que les taux de redoublement sont élevés au Liban. Il faudrait aussi déterminer ce que les enseignants, les chefs d'établissement et les parents pensent du redoublement, car leurs idées jouent un rôle décisif dans les décisions de redoubler. Enfin, il faudrait étudier et recommander, sur la base de

recherches, des solutions nouvelles qui pourraient se substituer au redoublement et qui conviennent à la situation libanaise. Des stratégies et des plans détaillés devront être établis pour traiter le problème du redoublement au Liban. L'auteur de la présente étude espère avoir préparé le terrain pour une initiative de ce genre.

Références

- Abidin, R. R. ; Golladay, W. M. ; Howerton, A. L. 1971. « Elementary school retention : an unjustifiable discriminatory and noxious educational policy » [Le redoublement à l'école élémentaire : une politique de l'éducation nocive et discriminatoire qui ne peut se justifier]. *Journal of school psychology* (Tarrytown, New York), vol. 9, p. 410-417.
- Alexander, K. L. ; Entwisle, D. R. 1988. « Achievement in the first two years of school : patterns and processes » [Les résultats durant les deux premières années de scolarité : modèles et processus]. *Monographs of the Society for Research in Child Development* (Chicago, Illinois), vol. 53, n° 2 (serial n° 218).
- Amadio, M. 1995. « Le redoublement dans l'enseignement primaire : tableau général ». *Information et innovation en éducation* (Genève, BIE/UNESCO), n° 83, juin.
- Antun, J. ; Abu Rjaili, K. 1975. *Aidat al-Nizam altarbawi fi Lubnan* [Le rendement du système éducatif libanais]. Beyrouth, Centre pour la recherche et le développement de l'éducation.
- Grissom, J. B. ; Shepard, L. A., 1989. « Repeating and dropping out of school » [Redoublement et abandon scolaires]. Dans : Shepard, L. A. ; Smith, M. L. (dir. publ.). *Flunking grades : research and policies on retention* [Notes de recalage : recherche et politiques concernant le redoublement], p. 34-63. New York, The Falmer Press.
- Holmes, C. T. 1989. « Grade retention effects: a meta-analysis of research studies » [Les effets du redoublement : méta-analyse des études de recherche]. Dans : Shepard, L. A. ; Smith, M. L. (dir. publ.). *Flunking grades : research and policies on retention* [Notes de recalage : recherche et politiques concernant le redoublement], p. 6-33. New York, The Falmer Press.
- Holmes, C. T. ; Mathews, K. M. 1984. « The effects of non-promotion on elementary and junior high school pupils : a meta analysis » [Les effets du non-avancement sur des élèves de l'école primaire et du premier cycle du secondaire : méta-analyse]. *Review of educational research* (Washington, D.C.), vol. 54, p. 225-236.
- Jackson, G. B. 1975. « The research evidence on the effects of grade retention » [L'évidence de la recherche et les effets du redoublement]. *Review of educational research* (Washington, D.C.), vol. 45, p. 613-635.
- Jibai, J. ; Abu Rjaili, K. 1993. *Altalim alasasi fi lubnan : Waki, mashakil wahulul mukhtara-ha litahsinaho* [L'éducation de base au Liban : situation, problèmes et solutions possibles]. Beyrouth, UNICEF.
- Johnson, E. R. ; Merrel, K. W. ; Stover, L. 1990. « The effects of early grade retention on the academic achievement of fourth grade students » [Les effets du redoublement dans les petites classes sur les résultats scolaires des élèves de quatrième année]. *Psychology in the schools* (Brandon, Vermont), vol. 27, p. 333-338.
- Liban. Ministère de l'éducation. 1992. *Résultats des examens d'État*. Beyrouth.
- Mantzicopoulos, P. et al. 1989. « Non-promotion in kindergarten : the role of cognitive, perceptual, visual-motor, behavioral, achievement, socio-economic and demographic characteristics » [Le non-avancement au jardin d'enfants : le rôle des caractéristiques

- cognitives, perceptuelles, visuelles-motrices, de comportement, socio-économiques et démographiques]. *American educational research journal* (Washington, D.C.), vol. 26, n° 1, p. 107-121.
- May, D. C. ; Welch, E. L. 1984. « The effects of developmental placement and early retention on children's later scores on standardized tests » [Les effets de l'orientation du développement et du redoublement précoce sur les résultats postérieurs des élèves dans les tests standardisés]. *Psychology in the schools* (Brandon, Vermont), vol. 21, p. 381-385.
- Meisels, S. J. ; Leaw, F. R. 1993. « Failure in grade : do retained students catch up ? » [L'échec de passage : les redoublants peuvent-ils se rattraper ?]. *Journal of educational research* (Washington, D.C.), vol. 87, n° 2, p. 69-77.
- Morris, D. R. 1993. « Patterns of aggregate to grade retention rates » [Modèle d'agrégat aux taux de redoublement]. *American educational research journal* (Washington, D.C.), vol. 30, n° 3, p. 497-514.
- Natale, J. A. 1991. « Promotion or retention ? » [Réussite ou redoublement ?]. *The executive educator* (Alexandria, Virginie), janvier, p. 15-18.
- Niklason, L. B. 1984. « Non-promotion : a pseudoscientific solution » [Le non-avancement : une solution pseudoscientifique]. *Psychology in the schools*, 21, p. 484-499.
- . 1987. « Do certain groups of children profit from a grade retention ? » [Certains groupes d'enfants profitent-ils du redoublement]. *Psychology in the schools* (Brandon, Vermont), vol. 24, p. 339-345.
- Programme des Nations Unies pour le développement. 1994. *Rapport mondial sur le développement humain*. Paris, Economica.
- Roderick, M. 1994. « Grade retention and school dropout : investigating the association ». *American educational research journal* (Washington, D.C.), vol. 31, n° 4, p. 729-759.
- Rose, J. S. et al. 1983. « A fresh look at the retention-promotion controversy » [Nouveau regard sur la controverse opposant redoublement et passage]. *Journal of school psychology* (Tarrytown, New York), vol. 21, p. 201-211.
- Shepard, L. A. ; Smith, M. L. 1989. « Introduction and overview » [Introduction et vue d'ensemble]. Dans : Shepard, L. A. ; Smith, M. L. (dir. publ.). *Flunking grades : research and policies on retention* [Notes de recalage : recherche et politiques concernant le redoublement], p. 1-15. New York, The Falmer Press.
- . 1990. « Synthesis of research on grade retention » [Synthèse de la recherche sur le redoublement]. *Educational leadership* (Alexandria, Virginie), vol. 48, p. 84-88.
- Straits, B. C. 1987. « Residence, migration, and school progress » [Résidence, migration et progrès scolaire]. *Sociology of education* (Washington, D.C.), vol. 60, p. 34-43.
- UNESCO. 1993. *Annuaire statistique*, Paris.
- Walker, N. W. 1984. « Elementary school grade retention : avoiding abuses through systematic decision making » [Redoublement à l'école élémentaire : éviter les abus en pratiquant la prise de décisions systématiques]. *Journal of research and development in education* (Athens, Géorgie), vol. 18, n° 1, p. 1-6.

P R O F I L S D ' É D U C A T E U R S

AUGUSTE COMTE

(1798-1857)

Jacques Muglioni

Étrange destinée. Toute la vie de Comte est un roman. Sa postérité se partage entre l'incompréhension de disciples bornés et l'indifférence, voire la répugnance, d'esprits qui auraient pu apprendre beaucoup, si seulement ils l'avaient lu.

Le mathématicien en lui dénonce l'aveuglement du calcul algébrique ; il est aussi sévère à l'égard des savants de son temps qu'à l'égard des littérateurs et des journalistes. Fondateur du positivisme, il va même jusqu'à conclure que la science c'est du passé, tandis que l'avenir c'est l'art¹. Il voit dans la Révolution le plus grand événement de l'histoire universelle et, en même temps, il ne songe qu'à mettre fin à la crise qu'elle a ouverte. Cet examinateur de l'École polytechnique chante l'amour pur. Cet homme de foi annonce la fin des superstitions et, en même temps, institue la religion de l'humanité. Il condamne le féminisme abstrait de l'âge négatif pour mieux rendre à la femme sa place première dans l'humanité régénérée. Son admirable correspondance² avec Clotilde de Vaux, au cours de « l'année sans pareille » (1845), fera dire à Alain : « On lit bien *Les nuits* de Musset ! »

Le difficile est de lire les dix volumes de cette œuvre sans se soucier des commentaires, dont la plupart sont médiocres ou même mensongers. On est payé de retour quand on découvre parfois, au seuil même de la folie, une lucidité qu'on retrouve seulement chez Kant et Hegel, qui, avec lui, sont peut-être les derniers grands noms de l'histoire de la philosophie inaugurée par Platon. Nous voilà ainsi en présence d'un auteur auquel des lecteurs férus de modernité ne comprendront jamais rien.

Jacques Muglioni (France)

Professeur agrégé de philosophie, a enseigné en classe terminale en province et à Paris, puis en première supérieure au lycée Henri IV avant d'exercer les fonctions de doyen de l'inspection générale de philosophie. Auteur de plusieurs articles, dont certains ont été réunis récemment en deux volumes : *L'école ou le loisir de pensée* (1993) et *Auguste Comte, un philosophe pour notre temps* (1995).

Morale et politique

Le point décisif est sans doute que l'œuvre de Comte aboutit moins à une doctrine politique qu'à une philosophie de l'éducation. N'écrit-il pas, dès 1825 : « L'éducation et la philosophie sont en relation intime et nécessaire »³ ? De fait, la question qui domine l'œuvre tient dans ce constat : l'ancien pouvoir spirituel qui réglait pour l'essentiel la société d'avant la Révolution est désormais caduc. Le catholicisme n'étant plus qu'une imposante ruine historique, l'ascendant moral qu'il exerçait au Moyen Âge échoit désormais aux journalistes et aux littérateurs, ces directeurs de conscience des temps modernes. Nous dirions aujourd'hui que, pour l'ensemble du public, les médias ont remplacé l'Église. L'humanité serait alors perdue si un nouvel ascendant, cette fois d'inspiration positive, ne venait régler la société présente et ainsi assurer l'avenir de l'humanité. L'éducation n'est donc pas une fonction parmi d'autres : elle est l'âme même de la société. Les hommes se conduisent pour l'essentiel comme ils ont été élevés.

Cette idée, qui inspire toute la réflexion de Comte, a subi une longue éclipse, qui peut-être même n'est pas près de se dissiper. Et, en effet, Montesquieu et Rousseau savaient, après Platon, que l'institution publique serait lettre morte sans la vertu du citoyen, que, en conséquence, la politique était avant tout tributaire de l'éducation. Mais le XIX^e siècle, fasciné par le progrès industriel et la loi du marché, préféra finalement l'empirisme anglo-saxon et tendit par la suite à subordonner la pensée aux mécanismes économiques. À cet égard du moins, marxistes et libéraux se donnèrent la main pour partager les mêmes présupposés, ce qui est si bien illustré aujourd'hui par le faux débat politique. Le rôle décisif que Comte réserve à l'éducation suppose, à l'inverse, l'indépendance du pouvoir spirituel à l'égard du temporel : nous pourrions dire l'indépendance de l'autorité intellectuelle à l'égard du pouvoir politique. Car, loin des confusions de mode, Comte savait distinguer, et même opposer, l'autorité et le pouvoir.

Ce n'est donc pas le spirituel qui est le reflet du temporel, comme s'il était une simple « superstructure », mais c'est plutôt l'inverse. L'homme se conduit en général d'après ce qu'il croit, d'après les préjugés ou les convictions qui ont cours dans le monde où il grandit. D'où l'urgence d'un nouveau pouvoir spirituel qui, à l'opposé du journalisme tenant lieu aujourd'hui de direction de conscience, permette de surmonter la crise résultant de la décomposition de l'ancien système. On sait que, d'après la « loi des trois états »⁴, la crise est l'état intermédiaire et transitoire entre deux ordres, dont le premier, l'état théologique, devenu caduc, attend un successeur, l'état positif. Or le nouveau pouvoir spirituel capable d'inspirer désormais l'éducation, loin d'être un simple reflet de la société existante, doit permettre à celle-ci de sortir de ce que Comte appelle *l'état métaphysique ou abstrait*, et qui pour lui désigne essentiellement la crise ouverte par la décomposition du système ancien.

Intelligence et instruction

L'éducation ainsi comprise, dont le rôle est décisif pour l'avenir de l'humanité, s'adresse naturellement à l'individu. Mais son efficacité peut beaucoup varier, moins en raison des différences sociales, comme on croira plus tard — et plus encore de nos jours alors qu'on persiste à subordonner, pour parler comme Alain, les vertus aux situations —, qu'en raison du rapport à la nature, qui demeure à la base de l'individualité. Voilà pourquoi, lorsqu'il définit l'humanité, Comte précise bien que « l'ensemble des hommes » ne peut signifier « tous les hommes »⁵, mais seulement ceux qui sont aptes, quel qu'en soit le degré, à participer réellement à l'humanité par leur contribution, de quelque ordre qu'elle soit, à l'œuvre commune. L'homme n'est pas réductible à l'animalité, mais sa base organique lui confère une nature indestructible, bien que le plus souvent perfectible. L'individu est donc loin d'être la simple résultante du milieu. Gardant ainsi de la phrénologie ce qui mérite d'en être gardé, comme le suggère Alain⁶, il faut bien conclure que l'éducation peut avoir ses limites. Entre ceux qui ne seront jamais vraiment des hommes et les grandes individualités, les génies, il y a toutes sortes de degrés. On voit que la pensée de Comte est fort éloignée de l'idéologie contemporaine, tyranniquement médiatisée, sur « l'échec scolaire » et « les handicaps socioculturels ».

Encore faut-il préciser que la réussite intellectuelle est loin d'être le critère absolu, ou simplement nécessaire. Maint prolétaire vaut mieux que certains docteurs. Le mérite intellectuel lui-même ne se mesure pas d'après la seule réussite universitaire. Non seulement il est essentiel de distinguer entre l'intelligence et l'instruction⁷, mais il faut se rappeler qu'il existe un talent antérieur à l'éducation, comme cela se voit clairement dans le domaine des beaux-arts. Le savoir-faire, l'humanité d'un homme, mais aussi sa rectitude de jugement ne peuvent être sanctionnés par des diplômes. Ici encore, on voit comment Comte aurait traité la question soulevée par l'inégalité des résultats scolaires, qui incite nos réformateurs à réduire l'école à n'être plus qu'une garderie sans gardien, ou encore la question de l'exclusion qui permet de confondre pêle-mêle les victimes réelles de l'injustice sociale et les parasites de l'humanité que font « pulluler »⁸ — Comte le note expressément — « les temps anarchiques ». De même, il n'y a pas de génie mathématique, ou physique, ou chimique, comme si l'on prenait au sérieux « le compartimentage de la boîte osseuse »⁹, mais c'est l'homme tout entier qui s'engage dans son choix et sa vocation.

Histoire et psychologie

L'histoire est la grande éducatrice de l'humanité. Elle est éducation, comme le montrent si bien la théorie du langage¹⁰ et celle de l'art¹¹. L'humanité s'éduque elle-même dans le temps par une sorte d'autoproduction qui, loin d'exprimer une liberté arbitraire de dépassement, doit sa possibilité même aux points d'appui qu'elle prend dans la nature de l'homme développée par l'immensité du passé. C'est l'histoire qui, par sa progression, rend intelligible la relation fondamentale

entre l'esprit et la nature. Car la nature ne porte jamais l'esprit que par la médiation du temps. S'il en est bien ainsi, une pédagogie qui croit trouver son assise dans la psychologie est un symptôme caractéristique de la crise où nous plongeons les spéculations anarchiques. La connaissance de l'enfance est non pas psychologique, mais historique. La pédagogie positive est donc celle qui prend appui, non pas sur les fausses sciences, dernières superstitions de la modernité, mais sur l'expérience et la mémoire de l'humanité.

Quand il dénonce « la déplorable manie psychologique »¹², Comte rappelle donc que la connaissance de l'homme est non pas psychologique, mais historique. Il veut dire notamment que, l'éducation ayant pour fin de faire accéder l'homme à l'humanité, il s'agit non pas de se mettre à la portée de l'enfant, mais d'élever l'enfant à la dignité de l'homme. La subjectivité ne doit pas être abandonnée à ses pulsions anarchiques, mais le premier soin sera de « régler le dedans sur le dehors ». On retrouve ici la célèbre formule de Clotilde de Vaux : « Il faut à notre espèce, plus qu'aux autres, des devoirs pour faire des sentiments »¹³. C'est en ce sens que l'éducation est libératrice. Comte insiste sur les dérives psycho-pédagogiques qui consistent à laisser libre cours aux tendances égoïstes jusqu'à refouler les instincts bienveillants, présents dans l'enfance. L'éducation ne peut donc éviter de brider des inclinations, d'ailleurs parmi les plus énergiques, dont le libre cours s'opposerait au développement de l'esprit et à l'épanouissement du cœur. Cette sorte de répression n'est pas un refoulement signifiant que se trouve ainsi ignorée la réalité des désirs et des intérêts privés. Il s'agit au contraire de reconnaître en l'homme des niveaux de réalité et de procéder à leur mise en ordre selon les lois naturelles. Car une éducation qui entendrait ne faire droit qu'à la spontanéité individuelle la plus apparente commettrait la plus grande faute contre l'homme, dont la générosité naissante serait ainsi comprimée et, pour ainsi dire, frappée d'interdit. Il faut ici renverser les termes accrédités par la pédagogie métaphysique de l'absolu pulsionnel : le refoulement se situe à l'opposé de ce que prétend une pédagogie subordonnée à une psychologie qui, on le sait, n'est pour Comte qu'une caricature de science. L'homme va directement du biologique au social, de l'animalité à l'humanité, sa véritable individualité se situant au-delà d'une telle promotion. L'éducation doit libérer les aspirations jusqu'alors réprimées par les forces impérieuses d'une vitalité qui, dans l'ordre humain, n'a pas valeur de fin. Éduquer, c'est protéger les penchants les plus faibles d'abord, car ils sont déjà à hauteur d'homme.

L'éducation n'est donc pas faite pour perpétuer l'état d'enfance, ni dans l'individu ni dans l'espèce. Comte aurait certainement trouvé absurde d'entendre dire que l'école est faite pour les enfants. Si l'éducation a un sens, c'est en ce qu'elle permet à l'enfant, non seulement de devenir adulte par l'esprit et le sentiment, mais surtout de méditer sur l'enfance de l'humanité et sur son développement qui est, en définitive, l'histoire d'une libération.

L'autorité contre le pouvoir

Fondée sur la connaissance philosophique de l'humanité, l'éducation positive peut seule obtenir un libre consentement unanime. L'éducation est un lien universel. C'est par elle que les hommes se font semblables et peuvent se connaître mutuellement, non seulement dans l'espace, mais plus essentiellement dans le temps. Et c'est ainsi par elle que la grande république occidentale est déjà universelle selon la doctrine qui rattache toutes les situations quelconques de l'humanité à une même évolution fondamentale. Rien n'est donc plus éloigné de cette pensée que le culte contemporain des différences, que, assurément, Comte apprécierait comme un préjugé antihistorique et un phénomène de régression. L'éducation positive fait participer tous les hommes à une même histoire, qui est celle d'une libération. La philosophie est essentiellement pensée comme émancipatrice.

Rappelons que l'intermède de la modernité, que Comte n'imaginait pas interminable et dont il croyait même parfois pouvoir annoncer la fin, succède à l'ordre théologique, devenu caduc comme on sait, et précède l'ordre humain proprement positif. Mais cet état de crise tend par sa nature même à la dissolution de tout ordre, quel qu'il soit : il écarte toute règle, désormais réputée d'avance arbitraire, pour laisser libre cours aux avis subjectifs dont la manifestation et l'expression compriment ainsi le meilleur de l'homme, jusqu'à refouler sa vocation proprement humaine.

On peut alors comprendre la dénonciation par Comte du principe de liberté illimité de conscience¹⁴, hérité de la nécessaire contestation de l'ordre ancien, mais qui se perpétue au-delà de toute raison. Par exemple, « il n'y a pas de liberté de conscience en astronomie » : il faut seulement avoir étudié. Mais — nous en savons quelque chose — il peut arriver que l'éducation résiste mal aux « habitudes insurrectionnelles de la raison moderne »¹⁵.

L'autorité vraie

Au centre de cette philosophie de l'éducation se dessine une idée qui ne doit pas rester inaperçue. À mesure que l'on s'élève dans l'échelle encyclopédique, l'action des forces naturelles, en se compliquant, s'assouplit et, quand on entre dans le monde du vivant, puis de l'homme et de sa pensée, ce ne sont plus simplement des forces qui agissent, car leur faible intensité a besoin désormais, pour être efficace, d'assentiment¹⁶. Ainsi, dans l'histoire même de l'esprit, l'autorité change de nature : elle tend vers une moindre coercition lorsqu'elle se fonde finalement sur la simple reconnaissance du vrai. Cette faiblesse naturelle, dans l'ordre des choses, de l'autorité intellectuelle et morale ne peut devenir une force que par l'alliance de la vigilance et de la générosité, qui est au cœur de l'éducation positive. Libéré de toute transcendance, de la toute-puissance de Dieu, le pouvoir spirituel n'a plus d'autre autorité que celle du vrai. Il n'est même rien d'autre que l'humanité parvenue à la connaissance de soi.

La reconnaissance d'une authentique autorité spirituelle suppose que soient dénoncées, grâce au progrès philosophique, les formes autoritaires et arbitraires, pour tout dire les usurpations de l'autorité. Or, la pire autorité aujourd'hui est celle qu'on reconnaît au spécialiste enfermé dans son étroite compétence. Celui qui ne sait rien d'autre que ce qu'il croit savoir en vertu d'une « spécialisation dispersive » ne sait même pas en vérité ce qu'il est censé savoir. Il existe ainsi un charlatanisme de l'autorité. Les performances d'un habile calculateur (nous dirions aujourd'hui : d'une calculatrice), l'ésotérisme d'un langage formalisé, les prouesses d'une technique dans son étroit domaine, y compris dans les beaux-arts, suscitent à tort l'admiration des non-initiés qui se représentent ce qu'ils ne savent pas faire comme s'ils avaient affaire à des dieux, au lieu d'employer leur jugement à rapporter chacune de ces merveilles au tout de l'homme pour apprécier leur utilité, pour dégager le vrai de vrai de l'insignifiance. L'éducation positive fait l'homme libre, c'est-à-dire l'homme qui, au lieu de subir passivement la modernité, est capable de la réconcilier avec l'histoire universelle.

Que l'éducation relève non pas d'une science spéciale, mais de la philosophie

Nous voilà loin des ambitions formatrices auxquelles prétendent, et se limitent trop souvent, les institutions d'enseignement. L'instruction spéciale, théorique ou pratique, se caractérise par la méconnaissance ou l'oubli des principes généraux qui pourraient leur donner un sens. S'adressant aux prolétaires dans une université populaire, Comte ne leur propose pas un complément de formation professionnelle. Il ne leur parle pas de leur métier, de leur quartier, et ne les entretient pas de leur routine quotidienne. Il les arrache plutôt à leur « environnement » pour élever leur regard à l'autre bout du monde : cet enseignement donnera lieu au *Traité philosophique d'astronomie populaire*¹⁷. La démarche est évidemment à l'opposé de ce qu'on appelle aujourd'hui « stage de formation ». L'école véritable n'est pas faite pour préparer à la profession ou pour l'accompagner : elle est d'abord libératrice et l'on sait l'influence que, plus tard, aura la pensée de Comte dans l'instauration de l'école républicaine. Il est des façons tout opposées de comprendre ce qu'on appelle « la préparation à la vie », car on peut poser la question : qu'est-ce que la vie ? La fin que Comte propose à l'éducation concerne l'homme qui, au sortir de la crise révolutionnaire et de ses prolongements anarchiques, devra inaugurer l'ère positive qui seule saura conjuguer l'ordre et le progrès.

On voit que la théorie de l'éducation ne relève pas d'une science spéciale, mais qu'elle suppose l'esprit d'ensemble, c'est-à-dire la philosophie. C'est parce que l'humanité est histoire, et que celle-ci nous rappelle que nous avons commencé par l'enfance, que nous pouvons comprendre l'enfance et retrouver les chemins par lesquels la conduire. La théorie de l'éducation n'est que la représentation positive de l'histoire de l'humanité.

Le culte de la mémoire

Le programme de l'enseignement est donc inscrit en premier lieu dans la philosophie de l'histoire qui se dégage de la « dynamique sociale » : l'humanité se constitue davantage par la continuité que par la solidarité¹⁸, par le temps que par l'espace. Ainsi l'éducation ne peut reposer sur l'adhésion au présent, comme tend à nous y inviter une « société sans ancêtres » ; Comte va jusqu'à dire : « l'émeute des vivants contre l'ensemble des morts ». L'éducation suppose, au contraire, le culte de la mémoire. On ne peut avoir aucune idée de l'homme si l'on ne se réfère pas à l'histoire. La piété à l'égard du passé nous invite à célébrer nos ancêtres, c'est-à-dire ceux qui nous précèdent. Car, en un sens, ils sont plutôt devant nous que derrière nous, et ainsi ils nous montrent le chemin. Aucun progrès réel n'est possible si l'on perd de vue la continuité historique selon laquelle l'humanité se constitue. Car, de même que les dogmes théologiques ont compromis l'idée d'ordre, la critique dissolvante, dépourvue de toute règle, finit par compromettre l'idée de progrès. C'est donc la commémoration, et non pas l'adhésion au présent immédiat, qui doit présider à l'éducation.

Le passé de l'humanité appartient à tous les hommes. Grâce à la mémoire qui, comme Pascal¹⁹ l'avait si bien vu, est notre faculté maîtresse, il permet à l'humanité de s'accomplir par un progrès sans rupture. Le crime du colonialisme, par exemple, c'est donc non pas d'avoir méconnu des cultures étrangères à la nôtre, mais d'avoir imposé ce qui, dans notre passé comme dans notre présent, pouvait compromettre le progrès. L'action conjuguée des missionnaires et des littérateurs a empêché les populations arriérées de passer directement du fétichisme initial à l'état positif, de faire ainsi l'économie de la grande crise où nous sommes encore plongés. « Le crime occidental »²⁰ a donc consisté à transmettre nos vices plutôt que nos vertus. La faute réside moins en la conquête qu'en la contamination. On voit une fois de plus que rien, dans la pensée de Comte, ne tend vers ce qu'on appelle de nos jours le « pluralisme culturel ». L'humanité est une et indivisible, quelles que soient les apparences du moment. Mais l'Occident n'a pas rempli la fonction d'éducation à laquelle, il est vrai, il avait déjà renoncé pour lui-même. Comte nous invite ainsi à nous élever jusqu'à l'idée d'éducation universelle. Les différences ne sont pas dans l'espace, ou encore ethniques et culturelles, comme c'est la mode de dire ; elles sont dans le temps, c'est-à-dire qu'elles sont historiques. Encore faut-il se souvenir que l'histoire ne se déroule pas partout à la même vitesse. La diversité dans l'espace — ou la diversité géographique — n'est représentative de l'homme qu'à la condition de la rapporter au temps et à l'histoire. Le fétichiste n'est pas un autre. La faute la plus grave contre l'homme est de méconnaître la dimension historique de l'humanité qui nous fait absolument semblables, d'oublier ainsi que l'humanité s'enseigne elle-même. L'éducation n'est pas à inventer : il nous suffit de savoir ce que nous sommes.

Que l'instruction doit être encyclopédique

Il ne faut pas seulement lire Comte ; il faut le relire. C'est alors que le *Cours de philosophie positive*, qu'il devait tenir plus tard pour une simple introduction, prend tout son sens. Il importe surtout d'écarter les interprétations restrictives que le mot *positivisme* inspire de nos jours. L'homme doit d'abord apprendre à se régler sur l'ordre invariable des choses, mais c'est pour mieux se régler ensuite sur l'ordre humain. L'enseignement scientifique n'est donc qu'une part de l'éducation, et il n'a de valeur qu'à la condition de ne pas perdre de vue sa fin véritable. S'il faut d'abord apprendre à se soumettre à l'ordre extérieur, c'est pour mieux se préparer à la juste appréciation de l'ordre humain. L'enseignement scientifique a donc seulement valeur de propédeutique et il ne constitue pas une fin. C'est pourquoi le positivisme de Comte est tout à l'opposé d'un scientisme qui parfois, on le sait, croira pouvoir s'autoriser de lui.

En premier lieu, la loi encyclopédique, qui préside à la classification des sciences, a une valeur éminemment pédagogique. L'épistémologie de Comte est d'abord inséparable de ce qu'il appelle lui-même « l'histoire philosophique des sciences », qui participe à toute l'histoire de l'esprit humain. Entre le bon sens ordinaire et la science, il n'y a nulle coupure, contrairement au thème de prédilection qui inspirera l'épistémologie du *xx^e* siècle. Mais l'initiation scientifique suppose un ordre à la fois épistémologique et historique qui doit naturellement inspirer les programmes d'enseignement. Il faut toujours commencer par le commencement. Qui commence par la fin, d'après un critère d'actualité ou d'efficacité technique, n'aura de la science qu'une teinture sans rapport avec sa démarche réelle. Ainsi s'explique qu'un enseignement scientifique forcené puisse produire tant de faux esprits. L'oubli de l'ordre encyclopédique compromet l'enseignement des sciences. C'est pourquoi les sciences enseignées doivent être d'abord les sciences abstraites qui seules entrent dans une classification ordonnée. L'intelligence humaine va de l'abstrait au concret, de la théorie à la réalité. Par ailleurs, les sciences concrètes ne peuvent entrer dans la classification systématique des sciences, car toute science concrète suppose le concours de plusieurs sciences qu'il faut d'abord avoir étudiées séparément. Le chemin de la connaissance, par conséquent l'ordre des études, va ainsi du simple au complexe, de l'inférieur au supérieur. Par exemple, la connaissance du vivant suppose la connaissance préalable de l'inerte. En d'autres termes, la biologie suppose la physique et la chimie. Et la connaissance de l'homme (Comte ici invente le mot de sociologie, qui par la suite perdra entièrement son sens premier) vient ainsi au terme de l'ascension qui élève de l'inférieur au supérieur, quand peut librement s'exercer l'esprit d'ensemble, qui n'est autre que l'esprit philosophique lui-même.

L'idée constante de Comte est que la science véritable est surtout faite pour être enseignée. Il n'y a de science que vulgarisable. Mais la vulgarisation ne doit pas être comprise, ainsi que souvent de nos jours, comme une diffusion dont le contenu se dévalue à mesure qu'il s'étend. L'encyclopédie, par exemple, n'est pas un répertoire alphabétique où l'on pourrait puiser, selon les besoins, des renseignements et

des informations divers ; encore moins une banque de données. C'est l'ordre de la pensée se réglant sur l'ordre extérieur et s'instituant par là même. On étudie les sciences dans le dessein non pas de bouleverser le monde ou pour s'enrichir, mais pour mettre un peu d'ordre dans ses propres pensées. Ce polytechnicien savait qu'on peut mourir des sciences quand elles sont reçues comme de simples moyens de la puissance ou de la richesse. Bref, non seulement l'enseignement des sciences, comme nous le verrons, est loin d'être toute l'éducation, mais il ne doit pas être conduit en direction des applications mercantiles. L'une des perversions de notre temps — Comte lui-même nous en prévient — est de subordonner l'intelligibilité à l'efficacité technique²¹. Il savait déjà que la modernité était tentée par un usage pervers des sciences. Il pouvait craindre, comme ce sera le cas de Jules Vernes, que l'engouement pour les techniques ne chasse à jamais les humanités. Mais il allait encore plus loin : il savait que le fanatisme techniciste finirait par détruire la pensée scientifique elle-même²².

L'enseignement doit être général

Comte donne son plein sens à sa philosophie de l'éducation quand il dénonce « l'usurpation algébrique »²³, ou encore « la prépondérance des signes sur les idées », qui tend à décerner la palme de la réussite scientifique aux habiles qui savent se débrouiller dans les couloirs secrets de ce que Leibniz appelait déjà « la pensée aveugle ». L'habileté manipulatrice entraîne la perte de l'esprit. L'évolution des enseignements scientifiques de nos jours ne fait que confirmer l'inquiétude de Comte. La confusion d'idées qu'il dénonce affecte désormais l'école comme la société tout entière. Comte insiste surtout sur les effets catastrophiques de la spécialisation qui vaut essentiellement pour les tâches pratiques, mais qui, dans le domaine théorique, accable l'esprit. D'où les développements sévères qu'il consacre aux rapports de la recherche et de l'enseignement. D'une part, un savant n'est apprécié que s'il fournit des inventions dans l'ordre du consommable²⁴ ; d'autre part, la nécessaire spécialisation dans l'ordre industriel tend à s'emparer à la fois de la recherche et de l'enseignement. Voilà pourquoi les tâches scientifiques échoient de plus en plus aux « esprits peu éminents »²⁵ qui, faute de vocation, n'ont guère d'autre mobile que des soucis de carrière. La recherche ainsi privée de pensée proprement scientifique tend à tarir les sources de l'enseignement réel.

Aussi Comte n'hésite-t-il pas à dire, à l'encontre des interprétations frauduleuses du positivisme, que la science désormais, c'est du passé. Il savait — ce que nos contemporains peuvent difficilement comprendre en raison d'une idée simpliste du progrès — que les grandes découvertes que l'homme pouvait faire ont pour l'essentiel accompagné l'avènement historique de l'esprit positif. La suite concerne des acquisitions de détail surtout utiles au développement ou au renouvellement des techniques de tous ordres. Cette remarque est d'une importance décisive pour l'éducation qui s'adresse à l'homme de demain. La première règle pour instituer l'enseignement est de ne pas sacrifier l'impérissable à ce qui est d'avance caduc et qu'on devrait savoir tel. Comte ne cesse de dénoncer un enseignement

dévoiyé, imbu du changement et qui resterait au service exclusif d'une société transitoire. D'abord, tout enseignement est général et suppose, par là même, une inspiration philosophique. Au sens propre, il ne saurait y avoir d'enseignement technique. C'est pourquoi Comte ne prétend pas s'adresser aux ingénieurs, aux techniciens, dont l'esprit est désormais indisponible. Et voilà le comble du paradoxe pour nos contemporains : les esprits les plus accessibles à une réflexion philosophique sont ceux des prolétaires²⁶, du moins ceux de son temps, qui, n'ayant pas encore été gâtés par les « stages de formation », et étant épargnés par le culte du profit, sont restés ouverts aux idées générales.

Éducation et pouvoir spirituel

La commémoration, qui sera la pièce maîtresse de la religion de l'humanité, signifie bien que le premier devoir humain est de lutter contre l'oubli. À la base de l'éducation, il y a donc l'histoire, non pas la psychologie qui cèle un principe d'enfermement. D'abord, l'éducation n'a pas pour fin d'éterniser l'enfance, sinon la poésie première qui perpétue le meilleur du fétichisme initial. Elle ne peut certes ignorer la réalité du vivant qui, situé entre le monde de l'inerte et le monde humain, porte l'homme sans jamais le constituer. Mais elle reste aveugle si elle ignore quels chemins l'homme a suivis dans ses commencements. La véritable éducation, c'est l'humanité qui s'élève à la conscience d'elle-même en assumant le temps qui nous a faits.

L'idée de pouvoir spirituel est liée à celle d'un enseignement inspiré par l'esprit d'ensemble, c'est-à-dire la philosophie, par conséquent capable de mettre en ordre les pensées et d'effectuer ainsi la réforme intellectuelle qui convient à l'époque moderne. Il ne faut pas oublier — et Comte ne cesse d'y revenir — que les spéculations les plus difficiles, celles qui touchent à l'homme, à la société, à la politique, supposent une préparation à la fois encyclopédique et historique qui leur évite de se disperser dans la gratuité et de fournir ainsi à l'opinion, comme c'est le cas sous l'empire du journalisme et des rhéteurs, un contre-exemple de lucidité et de sagesse. L'influence de la spéculation sur l'action crée, à cet égard, un devoir spéculatif nouveau. Et la difficulté vient précisément de ce qu'enseignement et pouvoir spirituel ne vont pas l'un sans l'autre. Sans un tel pouvoir, en effet, il n'y a pas d'enseignement possible, car celui-ci reste alors à la merci du temporel et des intérêts les plus apparents. Et, sans un tel enseignement, aucune autorité spirituelle ne peut se constituer durablement. Il faut donc compter, malgré des risques trop visibles, sur le libre progrès des idées pour que se résorbent peu à peu les tendances anarchiques nées de ce progrès même : optimisme à la fois spéculatif et pratique que peut seule soutenir une réflexion philosophique sur l'histoire.

L'expression même de pouvoir spirituel peut tromper, car en réalité ce pouvoir ne commande rien et il n'agit pas sur les volontés. Il ne peut donc être un gouvernement, l'esprit n'obéissant pas aux ordres et rejetant toute soumission. Aussi, pour se borner à conseiller, il faut renoncer à toute fonction proprement politique, et même à la richesse²⁷. En ce sens, l'éducation est à l'opposé du pouvoir. L'autorité

intellectuelle, par exemple, n'est telle que si elle n'use pas de coercition. L'enseignement suppose une autorité qui ne soit pas le pouvoir de contraindre, de forcer les volontés, mais seulement la capacité d'éclairer. Aussi l'autorité véritable est-elle aussitôt reconnue. C'est cette renonciation complète au pouvoir qui fait sa force vraie. Il s'ensuit que l'enseignement ne peut dépendre d'un pouvoir temporel qui, par rapport à lui, serait fatalement arbitraire. C'est ainsi qu'il faut comprendre ce que Comte appelle la liberté de l'enseignement. Son organisation, en effet, suppose une compétence intellectuelle, c'est-à-dire une autorité capable de résister à l'arbitraire du pouvoir et, dans le meilleur des cas, de l'inspirer.

L'éducation esthétique

Nous savons en quel sens il faut comprendre que la science appartient désormais au passé. Elle fut un grand moment, d'ailleurs décisif. Elle demeure une pièce maîtresse de l'éducation. Mais celle-ci ne doit jamais solliciter que les grands commencements qui contribuent à la fondation de l'esprit positif. De même, si l'on considère que l'avenir c'est l'art, il convient de rapporter l'art à son histoire. Comte traite de l'art comme de la science. L'un et l'autre succombent à la séduction des techniques et à la spécialisation dispersive. La distinction établie entre le cœur et l'esprit vaut aussi bien pour la science que pour l'art : il n'y a pas de génie sans inspiration ; il n'y a pas d'enseignement sans la participation du sentiment.

Rien ne met mieux en évidence l'unité de la pensée de Comte que son analyse de l'éducation esthétique. De même que la science vaut essentiellement par sa démarche première et ainsi par la découverte méthodique de l'ordre extérieur qui libère l'esprit, de même l'art véritable est celui qui, sous des formes diverses, exprime les sentiments communs à l'humanité et même révèle ces sentiments. Toute la fin de l'éducation est de permettre à chacun de découvrir l'humanité à travers ses œuvres. Mais celles-ci seraient lettre morte sans une conviction première. Il n'y a pas non plus d'enseignement sans inspiration. Le fait de découvrir le génie d'Archimède peut émouvoir jusqu'aux larmes²⁸. Comte traite de l'art comme il traite de la science, en distinguant bien la signification première, qui instruit ou qui charme, de l'usage académique, même réputé novateur, qui tend à devenir exclusif dans la crise où nous plongeons les habitudes d'une critique négative. De même que le formalisme et la spécialisation font oublier la science comme pensée, ainsi ils chassent la beauté de l'art pour ne produire que des curiosités mondaines. La musique sans le chant, la peinture, la sculpture, l'architecture sans le dessin sont la perversion de l'art qui s'absente ainsi de l'humanité.

L'éducation est pour l'essentiel instruction, c'est-à-dire acquisition et mise en ordre du savoir. Le « vrai génie scientifique » se reconnaît dans la découverte de « lois générales » qui nous servent « directement pour expliquer une foule de phénomènes journaliers au milieu desquels » nous vivons « sans les comprendre »²⁹. De la même façon, s'agissant de l'art, Comte appelle le temps où « l'éducation régénérée aura rendu le chant et le dessin aussi familiers que la parole et l'écriture »³⁰. Ce polytechnicien, qui était abonné aux Italiens, tenait sans doute l'opéra

pour le plus achevé de tous les arts : c'est par le chant que l'humanité s'exprime d'abord et se révèle à elle-même. Il nous apprend à surmonter le long divorce de la raison moderne avec le sentiment et l'imagination³¹. On comprend alors que des spécialistes de toute discipline soient souvent incapables d'enseigner, c'est-à-dire d'éveiller la passion de connaître ou de créer, de susciter l'émotion due aux grandes œuvres du génie artistique ou poétique. Si l'on n'aborde pas un théorème comme on découvre un poème, l'enseignement reste indifférent au cœur et nous prive ainsi de l'humanité. Il est alors assez clair que la science, comme l'art, va du meilleur à l'homme, et non pas l'inverse. Ainsi l'éducation doit commencer par le haut, bien loin de partir du plus bas, c'est-à-dire de cette psychologie que la découverte du vrai en acte et de la beauté dans les œuvres mémorables fait vite oublier. Si l'on traite les élèves comme des enfants, ils ne deviendront jamais des hommes. Et ce n'est pas la curiosité intellectuelle, chère aux docteurs, ou l'habileté technique, chère aux praticiens, qui peut constituer le fond de l'éducation.

On en revient à l'idée centrale du pouvoir spirituel. Il est facile d'épiloguer sur le rêve grandiose d'une nouvelle religion, cette fois-ci sans Dieu ni superstitions, qui simplement rassemblerait les hommes, établirait et entretiendrait le lien constitutif de l'humanité. La description détaillée des rites futurs fera sourire plus d'un lecteur, sauf peut-être l'idée centrale de commémoration par laquelle l'humanité s'attache à se souvenir d'elle-même, d'être présente à elle-même. Et, en effet, l'humanité ne doit pas s'oublier. Comte veut dire que notre modernité répétitive ne connaîtra le renouveau qu'à la condition de retrouver l'inspiration fondamentale qui a longtemps présidé à son histoire. L'éducation a certes besoin d'institutions solides, mais aussi de cette conviction que « les habitudes insurrectionnelles de la raison moderne »³² ne cessent, aujourd'hui encore, de refouler ou même de réduire en lambeaux.

Notes

1. *Système de politique positive*, Discours préliminaire, t. I, V^e partie, notamment p. 299.
2. *Correspondance générale*, t. III.
3. « Considérations sur la science et les savants », dans : *Du pouvoir spirituel*, Paris, Le livre de Poche, Pluriel, 1978, p. 249
4. *Cours de philosophie positive*, 1^{er} leçon.
5. *Le catéchisme positiviste*, p. 78-79.
6. Voir Alain, *Sentiments, passions et signes*, chap. XLVIII.
7. *Le catéchisme positiviste*, 2^e entretien.
8. *Ibid.*
9. *Cours de philosophie positive*, 45^e leçon.
10. *Système de politique positive*, t. II, chap. IV.
11. *Ibid.*, *Discours préliminaire*, 5^e partie.
12. *Cours de philosophie positive*, 45^e leçon, p. 854.
13. *Le catéchisme positiviste*, 10^e entretien.
14. *Système de politique positive*, Appendice général, t. IV, p. 18
15. Voir notamment *Système de politique positive*, Discours préliminaire, 3^e partie.

16. *Du pouvoir spirituel*, p. 7.
17. Voir les références bibliographiques.
18. *Le catéchisme positiviste*, 2^e entretien, p. 78-79.
19. *Discours sur l'esprit positif*, par. 45. Voir Pascal, *Traité du vide*.
20. Voir notamment *Le catéchisme positiviste*, 3^e partie.
21. *Le catéchisme positiviste*, 1^{re} partie : « La science constitue toujours un simple prolongement de la commune sagesse. Jamais elle ne crée aucune doctrine essentielle. »
22. *Correspondance générale*, t. I, p. 174.
23. L'expression se trouve notamment dans le tome I de *La synthèse subjective*.
24. Voir les notes 21 et 22.
25. *Cours de philosophie positive*, 46^e leçon, Hermann II, p. 76-77.
26. *Passim*, notamment *Système*, chap. IV, p. 81 et suiv.
27. *Cours de philosophie positive*, notamment la 45^e leçon
28. *Cours de philosophie positive*, 45^e leçon, p. 868.
29. *Système de politique positive*, t. I, Discours préliminaire, 5^e partie.
30. *Le catéchisme positiviste*, p. 177.
31. *Système de politique positive*, Discours préliminaire, t. I, p. 275
32. *Système de politique positive*, Discours préliminaire, 5^e partie, p. 275.

Œuvres d'Auguste Comte

Délaissées par les éditeurs, la plupart des œuvres de Comte, étant épuisées, ne peuvent être consultées qu'en bibliothèque. Nous mentionnons ci-après les dernières éditions :

- Cours de philosophie positive*. 2 vol. Paris, Hermann, 1975.
- Leçons de sociologie*. De la 47^e à la 51^e leçon, avec une introduction de Juliette Grange. Paris, GF-Flammarion, 1995.
- Système de politique positive*. 4 vol. Paris, Anthropos, 1969.
- Du pouvoir spirituel*. 1 vol. comprenant les opuscules de jeunesse. Paris, Le livre de poche, Pluriel, 1978.
- Le catéchisme positiviste*. Paris, Garnier-Flammarion, 1966.
- Discours sur l'esprit positif*. Paris, Société positiviste internationale, 1923 ; rééd. Paris, Vrin 1987.
- Traité philosophique d'astronomie populaire*. Paris, Fayard, 1985.
- La synthèse subjective*. Paris, chez l'auteur, 1856.
- Œuvres choisies*. (Dir. publ.) Henri Gouhier. Paris, Aubier, 1946.
- Correspondance générale*, 8 vol., Archives positivistes, Mouton, 1973 ; Paris, Vrin, 1984.

Sur Auguste Comte et sa philosophie de l'éducation

- Alain. *Idées*. Paris, Paul Hermann, 1939.
- Collectif. *Auguste Comte, qui êtes-vous ?* Préface d'Edgar Faure. Paris, La Manufacture, 1988.
- Gouhier, H. *La vie d'Auguste Comte*. Paris, Vrin, 1965.
- . *La philosophie d'Auguste Comte : esquisses*. Paris, Vrin, 1987.
- Arbousse-Bastide, P. *L'éducation universelle dans la philosophie d'Auguste Comte*. 2 vol. Paris, Presses universitaires de France, 1957.

Muglioni, J. *Auguste Comte, un philosophe pour notre temps*. Paris, Kimé, 1995. Voir le chapitre VI : « L'idée d'éducation universelle ».

Bulletins d'abonnement à **PERSPECTIVES**

Pour vous abonner à l'édition anglaise, espagnole, arabe ou française de *Perspectives*, il vous suffit de remplir la formule ci-dessous et de l'envoyer par la poste, accompagnée d'un chèque ou d'un mandat dans votre monnaie nationale, à l'agent de vente pour votre pays dont l'adresse figure dans la liste donnée en fin de numéro. (Pour connaître le tarif de l'abonnement dans votre monnaie nationale, consultez l'agent de vente.)

Vous pouvez également envoyer le bon de commande au Service des ventes, Jean De Lannoy, Ave du Roi 202, 1060 Bruxelles, Belgique, en y joignant la somme correspondante sous forme de bons internationaux de livres UNESCO, de mandat-poste international ou de chèque libellé en une monnaie convertible quelconque.

À l'agent de vente pour mon pays (ou au Service des ventes, Jean De Lannoy, Ave du Roi 202, 1060 Bruxelles, Belgique) :

Je désire souscrire un abonnement à *Perspectives* (4 numéros par an).

Tarifs annuels d'abonnement :

- | | |
|---|---|
| <input type="radio"/> Édition anglaise | <input type="checkbox"/> Institutions : 150 francs français |
| <input type="radio"/> Édition arabe | <input type="checkbox"/> Institutions bénéficiant de rabais (agents, bibliothèques, ONU, etc.) : 112,50 francs français |
| <input type="radio"/> Édition espagnole | <input type="checkbox"/> Particuliers : 112,50 francs français |
| <input type="radio"/> Édition française | <input type="checkbox"/> Institutions de pays en développement : 90 francs français |
| | <input type="checkbox"/> Particuliers de pays en développement : 90 francs français |
| | Ci-joint la somme de _____ |

(Pour connaître le tarif de l'abonnement dans votre monnaie nationale, consultez l'agent de vente pour votre pays.)

Nom _____

Adresse _____

(Prière d'écrire à la machine ou en majuscules d'imprimerie)

Signature

À l'agent de vente pour mon pays (ou au Service des ventes, Jean De Lannoy, Ave du Roi 202, 1060 Bruxelles, Belgique) :

Je désire souscrire un abonnement à *Perspectives* (4 numéros par an).

Tarifs annuels d'abonnement :

- | | |
|---|---|
| <input type="radio"/> Édition anglaise | <input type="checkbox"/> Institutions : 150 francs français |
| <input type="radio"/> Édition arabe | <input type="checkbox"/> Institutions bénéficiant de rabais (agents, bibliothèques, ONU, etc.) : 112,50 francs français |
| <input type="radio"/> Édition espagnole | <input type="checkbox"/> Particuliers : 112,50 francs français |
| <input type="radio"/> Édition française | <input type="checkbox"/> Institutions de pays en développement : 90 francs français |
| | <input type="checkbox"/> Particuliers de pays en développement : 90 francs français |
| | Ci-joint la somme de _____ |

(Pour connaître le tarif de l'abonnement en monnaie locale, consultez l'agent de vente pour votre pays.)

Nom _____

Adresse _____

(Prière d'écrire à la machine ou en majuscules d'imprimerie)

Signature

Agents de vente des publications de l'UNESCO

AFRIQUE DU SUD : Van Schaik Bookstore (Pty) Ltd, P.O. Box 2355, BELLVILLE 7530.

ALBANIE : « Ndermarrja e perhapjes se librit », TIRANA.

ALGÉRIE : Entreprise nationale du livre (ENAL), 3, boulevard Zirout Youcef, ALGER.

ALLEMAGNE : UNO-Verlag, Poppelsdorfer Allee 55, D-53115 BONN 1, tél. : (0228) 21 29 40, fax : (0228) 21 74 92 ; S. Karger GmbH, Abt. Buchhandlung, Lörracher Strasse 16A, D-W 7800 FREIBURG, tél. : (0761) 45 20 70, fax : (0761) 452 07 14 ; LKG mbH, Abt. Internationaler Fachbuchversand, Prager Strasse 16, D-O 7010 Leipzig. *Pour les cartes scientifiques* : Internationales Landkartenhaus GeoCenter, Schockenriedstr. 44, Postfach 800830, D-70565 STUTTGART, tél. : (0711) 788 93 40, fax : (0711) 788 93 54. *Pour « Le Courrier de l'UNESCO »* : Deutscher UNESCO-Vertrieb, Basaltstrasse 57, D-W 5300 BONN 3.

ANGOLA : Distribuidora Livros e Publicações, Caixa postal 2848, LUANDA.

ANTIGUA-ET-BARBUDA : National Commission of Antigua and Barbuda, c/o Ministry of Education, Church Street, ST JOHNS, Antigua.

ANTILLES NÉERLANDAISES : Van Dorp-Eddine N.V., P.O. Box 3001, Willemstad, CURAÇAO.

ARGENTINE : Librería « El Correo de la UNESCO », EDILYR S.R.L., Tucumán 1685, 1050 BUENOS AIRES, tél. : 40 05 12, 40 85 94, fax : (541) 956 19 85.

AUSTRALIE : Educational Supplies Pty Ltd, P.O. Box 33, BROOKVALE 2100, N.S.W., fax : (612) 905 52 09; Hunter Publications, 58A Gipps Street, COLLINGWOOD, Victoria 3066, tél. : (3) 417 53 61, fax : (613) 419 71 54 ; Gray International Booksellers, 3/12 Sir Thomas Mitchell Road, BONDI BEACH, New South Wales 2026, tél./fax : (61-2) 30 41 16. *Cartes et atlas scientifiques seulement* : Australian Mineral Foundation Inc., 63 Conyngham Street, GLENSIDE, South Australia 5065, tél. : (618) 379 04 44, fax : (618) 379 46 34.

AUTRICHE : Gerold & Co., Graben 31, A-1011 WIEN, tél. : 55 35 01 40, fax : 512 47 31 29.

BAHREÏN : United Schools International, P.O. Box 726, BAHRAIN, tél. : (973) 23 25 76, fax : (973) 27 22 52.

BANGLADESH : Karim International, G.P.O. Box 2141, 64/1 Monipuri Para, Teigaon, Farmgate, DHAKA 1215, tél. : 32 97 05, fax : (880-2) 81 61 69.

BARBADE : University of the West Indies Bookshop, Cave Hill Campus, P.O. Box 64, BRIDGETOWN, tél. : 424 54 76, fax : (809) 425 13 27.

BELGIQUE : Jean De Lannoy, Avenue du Roi 202, 1060 BRUXELLES, tél. : 538 51 69, 538 43 08, fax : 538 08 41.

BÉNIN : Librairie Notre-Dame, B.P. 307, Cotonou.

BOLIVIE : Los Amigos del Libro, Mercado 1315, Casilla postal 4415, LA PAZ, et Avenida de las Heroínas E-3011, Casilla postal 450, COCHABAMBA, tél. : 285 17 79, fax : (5912) 285 25 86, (59142) 616 14 08.

BOTSWANA : Botswana Book Centre, P.O. Box 91, GABORONE.

BRÉSIL : Fundação Getúlio Vargas, Editora, Diviso de Vendas, Caixa postal 9.052-ZC-02, Praia de Botafogo 188, 22253-900 RIO DE JANEIRO (RJ), tél. : (21) 551 52 45, fax : (5521) 551 78 01 ; Livraria Nobel, S.A., Divisao Biblioteca, R. Maria Antonia, 108, 01222-010 SÃO PAULO (SP), tél. : 257 21 44/876 28 22, fax : (55-11) 257 21 44/876 69 88.

BULGARIE : Hemus, Kantora Literatura, Boulevard Rousky 6, SOFIJA.

BURKINA FASO : SOCIFA, 01 B.P. 1177, OUAGADOUGOU.

CAMEROUN : Commission nationale de la République du Cameroun pour l'UNESCO, B.P. 1600, YAOUNDÉ ; Librairie des Éditions Clé, B.P. 1501, YAOUNDÉ.

CANADA : Éditions Renouf Ltée, 1294, rue Algoma, OTTAWA, Ont. K1B 3W8, tél. : (613) 741-4333, fax : (613) 741-5439. *Librairies* : 71 1/2 Sparks Street, OTTAWA, et 12 Adelaide Street West, TORONTO. Bureau de ventes : C.P. 291 MONTRÉAL, P.Q. H9H 4K0, tél/fax : (514) 624-5314.

CAP-VERT : Instituto Caboverdiano do Livro, Caixa postal 158, PRAIA.

CHILI : Editorial Universitaria S.A., Departamento de Importaciones, Maria Luisa Santander 0447, Casilla postal 10220, SANTIAGO, fax : (562) 209 94 55, 204 90 58.

CHINE : China National Publications Import and Export Corporation, 16 Gongti E. Road, Chaoyang District, P.O. Box 88, BEIJING, 100704, tél. : (01) 506 6688, fax : (861) 506 3101.

CHYPRE : « MAM », Archbishop Makarios 3rd Avenue, P.O. Box 1722, NICOSIA.

COLOMBIE : ICYT - Información Científica y Técnica, Ave. 15 n.º 104-30, Oficina 605, Apartado aéreo 47813, BOGOTÁ, tél. : 226 94

80, fax : (571) 226 92 93 ; **Infoenlace Ltda.**, Carrera 6, n.º 51-21, Apartado 34270, BOGOTÁ, D.C., tél. : (57-1) 285 27 98, fax : (57-1) 310 75 85.

COMORES : Librairie Masiwa, 4, rue Ahmed-Djoumoi, B.P. 124, MORONI.

CONGO : Commission nationale congolaise pour l'UNESCO, B.P. 493, BRAZZAVILLE ; **Librairie Raoul**, B.P. 160, BRAZZAVILLE.

CORÉE, RÉPUBLIQUE DE : Korean National Commission for UNESCO, P.O. Box Central 64, SEOUL, tél. : 776 39 50/47 54, fax : (822) 568 74 54 ; **librairie : Sung Won Building**, 10th Floor, 141, SamSung-Dong, KangNam-Ku, 135-090 SEOUL.

COSTA RICA : Distribuciones dei LTDA, Apartado postal 447-2070 Sabanilla, SAN JOSÉ, tél. : 25 37 13, fax : (50-6) 253 15 41.

CÔTE D'IVOIRE : Librairie des Éditions UNESCO, Commission nationale ivoirienne pour l'UNESCO, 01 B.P. V 297, ABIDJAN 01 ; **Centre d'édition et de diffusion africaines (CEDA)**, B.P. 541, ABIDJAN 04 Plateau ; **Presses universitaires et scolaires d'Afrique (PUSAF)**, 1, rue du docteur Marchand, ABIDJAN Plateau 08 (adresse postale : B.P. 177 Abidjan 08), tél. : (225) 41 12 71, fax (att. Cissé Daniel Amara) : (225) 44 98 58.

CROATIE : Mladost, Ilica 30/11, ZAGREB.

CUBA : Ediciones Cubanitas, O'Reilly n.º 407, LA HABANA.

DANEMARK : Munksgaard Book and Subscription Service, P.O. Box 2148, DK-1016, KØBENHAVN K, tél. : 33 12 85 70, fax : 33 12 93 87.

ÉGYPTE : UNESCO Publications Centre, 1 Talaat Harb Street, CAIRO, fax : (202) 392 25 66 ; **Al-Ahram Distribution Agency**, Marketing Dept., Al-Ahram New Building, Galaa Street, CAIRO, tél. : 578 60 69, fax : (20-2) 578 60 23, 578 68 33, et Al-Ahram Bookshops : Opera Square, CAIRO, Al-Bustan Center, Bab El-Look, CAIRO.

EL SALVADOR : Clásicos Roxsil, 4a. Av. Sur 2-3, SANTA TECLA, tél. : (50-3) 28 12 12, 28 18 32, fax : (50-3) 228 12 12.

ÉMIRATS ARABES UNIS : Al Mutanabbi Bookshop, P.O. Box 71946, ABU DHABI, tél. : 32 59 20, 34 03 19, fax : (9712) 31 77 06 ; **Al Batra Bookshop**, P.O. Box 21235, SHARJAH, tél. : (971-6) 54 72 25.

ÉQUATEUR : Librería FLACSO - Sede Ecuador, av. Patria y Ulpiano Páez (esquina), QUITO, tél. : 542 714/231 806, fax : (593-2) 566 139.

ESPAGNE : Mundi-Prensa Libros S.A., Apartado 1223, Castelló 37, 28001 MADRID, tél. : (91) 431 33 99, fax : (341) 575 39 98 ; **Ediciones Liber**, Apartado 17, Magdalena 8, ONDÁRROA (Vizcaya), tél. : (34-4) 683 0694 ; **Librería de la Generalitat de Catalunya**, Palau Moja, Rambla de los Estudios 118, 08002 BARCELONA, tél. : (93) 412 10 14, fax : (343) 412

18 54 ; **Librería de la Generalitat de Catalunya**, Gran Via de Jaume I, 38, 17001 GIRONA ; **Librería de la Generalitat de Catalunya**, Rambla d'Arago, 43, 25003 LERIDA, tél. : (34-73) 28 19 30, fax : (34-73) 26 10 55 ; **Librería Internacional AEDOS**, Consejo de Ciento 391, 08009 BARCELONA, tél. : (93) 488 34 92 ; **Amigos de la UNESCO - País Vasco**, Alda. Urquijo, 62, 2.º izd., 48011 BILBAO, tél. : (344) 427 51 59/69, fax : (344) 427 51 49.

ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE : UNIPUB, 4611-F Assembly Drive, LANHAM, MD 20706-4391, tél. toll-free : 1-800-274-4888, fax : (301) 459-0056 ; **Librairie des Nations Unies**, NEW YORK, NY 10017, tél. : (212) 963 76 80, fax : (212) 963 4970.

ÉTHIOPIE : Ethiopian National Agency for UNESCO, P.O. Box 2996, ADDIS ABABA.

FINLANDE : Akateeminen Kirjakauppa, Keskuskatu 1, SF-00101 HELSINKI 10, tél. : (358) 01 21 41, fax : (358) 01 21 44 41 ; **Suomalainen Kirjakauppa Oy**, Koivuvaarankuja 2, SF-01640 VANTAA 64, tél. : (358) 08 52 751, fax : (358) 085-27888.

FRANCE : Grandes librairies universitaires et Librairie de l'UNESCO, 7, place de Fontenoy, 75352 PARIS 07 SP, tél. : (1) 45 68 22 22. *Commandes par correspondance : Éditions UNESCO*, Division de la promotion et des ventes, 7, place de Fontenoy, 75352 PARIS 07 SP, téléfax : (1) 42 73 30 07, télex : 204461 Paris. *Pour les périodiques : Service des abonnements*, UNESCO, 1, rue Miollis, 75732 PARIS Cedex 15, tél. : (1) 45 68 45 64/65/66, téléfax : (1) 42 73 30 07, télex : 204461 Paris. *Pour les cartes scientifiques : CCGM*, 77, rue Claude Bernard, 75005 PARIS, tél. : (33-1) 47 07 22 84, fax : 33-1) 43 36 76 55.

GHANA : Presbyterian Bookshop Depot Ltd, P.O. Box 195, ACCRA ; **Ghana Book Suppliers Ltd**, P.O. Box 7869, ACCRA ; **The University Bookshop of Ghana**, ACCRA ; **The University Bookshop of Cape Coast** ; **The University Bookshop of Legon**, P.O. Box 1, LEGON.

GRÈCE : Eleftheroudakis, Nikkis Street 4, ATHÈNES, tél. : (01) 3222-255, fax : (01) 323 98 21 ; **Librairie H. Kauffmann**, 28, rue du Stade, ATHÈNES, tél. : (03) 322 21 60, (03) 325 53 21, (03) 323 25 45 ; **Commission nationale hellénique pour l'UNESCO**, 3, rue Akadimias, ATHÈNES ; **John Mihalopoulos & Son S.A.**, 75 Hermou Street, P.O. Box 73, THESSALONIQUE, tél. : (031) 27 96 95 et (031) 26 37 86, fax : (031) 26 85 62.

GUATEMALA : Comisión Guatemalteca de Cooperación con la UNESCO, 3.a avenida 10-29, zona 1, Apartado postal 2630, GUATEMALA.

GUINÉE : Commission nationale guinéenne pour l'UNESCO, B.P. 964, CONAKRY.

GUINÉE-BISSAU : Instituto Nacional do Livro e do Disco, Conselho Nacional da Cultura, Avenida Domingos Ramos n.º 10-A, B.P. 104, BISSAU.

HAÏTI : Librairie La Pléiade, 83, rue des Miracles, B.P. 116, PORT-AU-PRINCE.

HONDURAS : Librería Navarro, 2.a avenida n.º 201, Comayagüela, TEGUCIGALPA ; **Librería Guaymuras**, Avenida Cervantes, TEGUCIGALPA, tél.: 22 41 40, fax : (504) 38 45 78.

HONG KONG : Swindon Book Co., 13-15 Lock Road, KOWLOON, tél. : 366 80 01, 367 87 89, fax : (852) 739 49 75.

HONGRIE : Librorade KFT, Pesti UT 237, 1173 BUDAPEST.

INDE : UNESCO Regional Office, 8, Poorvi Marg, Vasant Vihar, NEW DELHI 110057, tél. : (91-11) 67 73 10, 67 63 08, fax : (91-11) 687 33 51 ; **Oxford Book & Stationery Co.**, Scindia House, NEW DELHI 110001, tél. : (91-11) 331 58 96, 331 53 08, fax : (91-11) 332 26 39 ; **UBS Publishers Distributors Ltd**, 5 Ansari Road, P.O. Box 7015, NEW DELHI 110002, fax : (91-11) 327 65 93 ; **The Bookpoint (India) Limited**, 3-6-272, Himayatnagar, HYDERABAD 500 029, AP, tél.: 23 21 38, fax : (91-40) 24 03 93, et **The Bookpoint (India) Limited**, Kamani Marg, Ballard Estate, BOMBAY 400 038, Maharashtra, tél.: 261 19 72.

INDONÉSIE : PT Bhratara Niaga Media, Jalan. Oto Iskandardinata III/29, JAKARTA 13340, tél./fax : (6221) 81 91 858 ; **Indira P.T.**, P.O. Box 181, Jl. Dr Sam Ratulangi 37, JAKARTA PUSAT, tél./fax : (6221) 629 77 42.

IRAN, RÉPUBLIQUE ISLAMIQUE D' : Iranian National Commission for UNESCO, Shahid Eslamieh Bldg, 1188 Enghelab Avenue, P.O. Box 11365-4498, TEHRAN 13158, tél. : (9821) 640 83 55, fax : (9821) 646 83 67.

IRLANDE : TDC Publishers, 28 Hardwicke Street, DUBLIN 1, tél. : 74 48 35, 72 62 21, fax : 74 84 16 ; **Educational Company of Ireland Ltd**, P.O. Box 43A, Walkinstown, DUBLIN 12.

ISLANDE : Bokabud, Mals & Menningar, Laugavegi 18, 101 REYKJAVIK, tél. : (354-1) 242 42, fax : (354-1) 62 35 23.

ISRAËL : Steimatzky Ltd, 11 Hakishon Street, P.O. Box 1444, BNEI BRAK 11114, tél. : (9723) 579 45 79, fax : (9723) 579 45 67 ; **R.O.Y. International**, 31 Habarzel Street, 3rd floor, Ramat Hayal, TEL AVIV 69710 (adresse postale : P.O. Box 13056, TEL AVIV 61130), tél. : (9723) 49 78 02, fax : (9723) 49 78 12 ;

TERRITOIRES ET PAYS VOISINS : INDEX Information Services, P.O.B. 19502 JERUSALEM, tél. : (972-2) 27 12 19, fax : (972-2) 27 16 34.

ITALIE : LICOSA (Libreria Commissionaria Sansoni S.p.A.), via Duca di Calabria, 1/1, 50125 FIRENZE, tél. : (055) 64 54 15, fax : (055) 64 12 57 ; via Bartolini 29, 20155 MILANO ; **FAO Bookshop**, via delle Terme di Caracalla, 00100 ROMA, tél. : 57 97 46 08, fax : 578 26 10 ; **ILO Bookshop**, Corso Unità d'Italia 125, 10127 TORINO, tél. : (011) 69 361, fax : (011) 63 88 42.

JAMAÏQUE : University of the West Indies Bookshop, Mona, KINGSTON 7, tél. : (809) 927

16 60-9, ext. 2269 et 2325, fax : (809) 997 40 32.

JAPON : Eastern Book Service Inc., 3-13 Hongo 3-chome, Bunkyo-ku, TOKYO 113, tél.: (03) 3818-0861, fax : (03) 3818-0864.

JORDANIE : Jordan Distribution Agency, P.O. Box 375, AMMAN, tél. : 63 01 91, fax : (9626) 63 51 52 ; **Jordan Book Centre Co. Ltd**, P.O. Box 301, Al-Jubeiha, AMMAN, tél. : 67 68 82, 60 68 82, fax : (9626) 60 20 16.

KENYA : Africa Book Services Ltd, Quran House, Mfangano Street, P.O. Box 45245, NAIROBI ; **Inter-Africa Book Distributors Ltd**, Kencom House, 1st Floor, Moi Avenue, P.O. Box 73580, NAIROBI.

KOWEÏT : The Kuwait Bookshop Co. Ltd, Al Muthanna Complex, Fahed El-Salem Street, P.O. Box 2942, Safat 13030, KUWAIT, tél. : (965) 242 42 66, 242 46 87, fax : (965) 242 05 58.

LESOTHO : Mazenod Book Centre, P.O. Box 39, MAZENOD 160.

LIBAN : Librairies Antoine A. Naufal et Frères, B.P. 656, BEYROUTH.

LIBÉRIA : National Bookstore, Mechlin and Carey Streets, P.O. Box 590, MONROVIA ; **Cole & Yancy Bookshops Ltd**, P.O. Box 286, MONROVIA.

LUXEMBOURG : Librairie Paul Bruck, 22 Grand-Rue, LUXEMBOURG. *Périodiques* : Messageries Paul Kraus, B.P. 1022, LUXEMBOURG.

MADAGASCAR : Commission nationale de la République démocratique de Madagascar pour l'UNESCO, B.P. 331, ANTANANARIVO.

MALAISIE : University of Malaya Co-operative Bookshop, P.O. Box 1127, Jalan Pantai Bahru, 59700 KUALA LUMPUR, fax : (603) 755 44 24 ; **Mawaddah Enterprise Sdr. Brd.**, 75, Jalan Kapitan Tam Yeong, SEREMBAN 7000, N. Sembilan, tél. : (606) 71 10 62, fax : (606) 73 30 62.

MALAWI : Malawi Book Service, Head Office, P.O. Box 30044, Chichiri, BLANTYRE 3.

MALDIVES : Asrafee Bookshop, 1/49 Orchid Magu, MALÉ.

MALI : Librairie Nouvelle S.A., Avenue Modibo Keita, B.P. 28, BAMAKO.

MALTE : L. Sapienza & Sons Ltd, 26 Republic Street, VALLETTA.

MAROC : Librairie « Aux Belles Images », 281, avenue Mohammed-V, RABAT ; **SOCHEPRESS**, angle rues de Dinant et Saint-Saëns, B.P. 13683, CASABLANCA 05, fax : (212) 224 95 57.

MAURICE : Nalanda Co. Ltd, 30 Bourbon Street, PORT-LOUIS.

MAURITANIE : Société nouvelle de diffusion (SONODI), B.P. 55, NOUAKCHOTT.

MEXIQUE : Correo de la UNESCO S.A., Guanajuato n.º 72, Col. Roma, C.P. 06700, Deleg. Cuauhtémoc, MÉXICO D.F., tél. : 574 75 79, fax : (525) 264 09 19 ; **Librería Secur**, Av.

Carlos Pellicer Cámara s/n, Zona CICOM, 86090 Villahermosa, TABASCO, tél. : (93) 12 39 66, fax : (5293) 12 74 80/13 47 65.

MONACO : *Périodiques* : Commission nationale pour l'UNESCO, Compte périodiques, 4, rue des Iris, MC-98000 MONTE CARLO.

MOZAMBIQUE : Instituto Nacional do Livro e do Disco (INLD), Av. 24 de Julho n.º 1927, r/c, et n.º 1921, 1.º andar, MAPUTO.

MYANMAR : Trade Corporation No. (9), 550-552 Merchant Street, RANGOON.

NÉPAL : Sajha Prakashan, Pulchowk, KATHMANDU.

NICARAGUA : Casa del Libro, Librería Universitaria - UCA, Apartado 69, MANAGUA, tél./fax : (505-2) 78 53 75.

NIGER : M. Issoufou Daouda, Établissements Daouda, B.P. 11380, NIAMEY.

NIGÉRIA : UNESCO Sub-Regional Office, 9 Bankole Oki Road, Off. Mobolaji Johnson Avenue, Ikoyi, P.O. Box 2823, LAGOS, tél. : 68 30 87, 68 40 37, fax : (234-1) 269 37 58 ; Obafemi Awolowo University, ILE IFE ; The University Bookshop of Ibadan, P.O. Box 286, IBADAN ; The University Bookshop of Nsukka ; The University Bookshop of Lagos ; The Ahmadu Bello University Bookshop of Zaria.

NORVÈGE : Akademika A/S, Universitetsbokhandel, P.O. Box 84, Blindern 0314, OSLO 3, tél. : 22 85 30 00, fax : 22 85 30 53 ; Narvesen Info Center, P.O. Box 6125, Etterstad, 06002 OSLO, tél. : 225 73 300, fax : 226 81 901.

NOUVELLE-ZÉLANDE : GP Legislation Services, 10 Mulgrove Street, P.O. Box 12418, Thorndon, WELLINGTON, tél. : 496 56 55, fax : (644) 496 56 98. *Librairies* : Housing Corporation Bldg, 25 Rutland Street, P.O. Box 5513 Wellesley Street, AUCKLAND, tél. : (09) 309 53 61, fax : (649) 307 21 37 ; 147 Hereford Street, Private Bag, CHRISTCHURCH, tél. : (03) 79 71 42, fax : (643) 77 25 29 ; Cargill House, 123 Princes Street, P.O. Box 1104, DUNEDIN, tél. : (03) 477 82 94, fax : (643) 477 78 69 ; 33 King Street, P.O. Box 857, HAMILTON, tél. : (07) 846 06 06, fax : (647) 846 65 66 ; 38-42 Broadway Ave., P.O. Box 138, PALMERSTON NORTH.

OUGANDA : Uganda Bookshop, P.O. Box 7145, KAMPALA.

PAKISTAN : Mirza Book Agency, 65 Shahrah Quaid-E-Azam, P.O. Box 729, LAHORE 54000, tél. : 66839, telex : 4886 ubplk ; UNESCO Publications Centre, Regional Office for Book Development in Asia and the Pacific, P.O. Box 2034A, ISLAMABAD, tél. : 82 20 71/9, fax : (9251) 21 39 59, 82 27 96.

PAYS-BAS : Roodvelt Import b.v., Brouwersgracht 288, 1013 HG AMSTERDAM, tél. : (020) 622 80 35, fax : (020) 625 54 93 ;

INOR Publikaties, M. A. de Ruyterstraat 20 a, Postbus 202, 7480 AE HAAKSBERGEN, tél. : (315) 42 74 00 04, fax : (315) 42 72 92 96.

Périodiques : Faxon-Europe, Postbus 197, 1000 AD AMSTERDAM ; Kooyker Booksellers, P.O. Box 24, 2300 AA LEIDEN, tél. : (071) 16 05 60, fax : (071) 14 44 39.

PHILIPPINES : International Book Center (Philippines), Suite 1703, Cityland 10, Condominium Tower 1, Ayala Ave., corner H.V. Dela Costa Ext., Makati, METRO MANILA, tél. : 817 96 76, fax : (632) 817 17 41.

POLOGNE : ORPAN-Import, Palac Kultury, 00-901 WARSZAWA ; Ars Polona-Ruch, Krakowskie Przedmiescie 7, 00-068 WARSZAWA.

PORTUGAL : Dias & Andrade Ltda, Livraria Portugal, rua do Carmo 70-74, 1200 LISBOA, tél. : 347 49 82/5, fax : (351) 347 02 64 (*adresse postale* : Apartado 2681, 1117 LISBOA Codex).

QATAR : UNESCO Regional Office in the Arab States of the Gulf, P.O. Box 3945, DOHA, tél. : 86 77 07/08, fax : (974) 86 76 44.

RÉPUBLIQUE ARABE SYRIENNE : Librairie Sayegh, Immeuble Diab, rue du Parlement, B.P. 704, DAMAS.

RÉPUBLIQUE TCHÈQUE : SNTL, Spalena 51, 113-02 PRAHA 1 ; Artia Pegas Press Ltd, Palac Metro, Narodni trida 25, 110-00 PRAHA 1 ; INTES-PRAHA, Slavy Hornika 1021, 15006 PRAHA 5, tél. : (422) 522 449, fax : (422) 522 449, 522 443.

RÉPUBLIQUE-UNIE DE TANZANIE : Dar es Salaam Bookshop, P.O. Box 9030, DAR ES SALAAM.

ROUMANIE : ARTEXIM-Export-Import, Piata Sciintei, no. 1, P.O. Box 33-16, 70005 BUCURESTI.

ROYAUME-UNI : HMSO Publications Centre, P.O. Box 276, LONDON SW8 5DT, fax : 0171-873 2000 ; *commandes par téléphone* : 0171-873 9090 ; *informations* : 0171-873 0011. *Librairies HMSO* : 49 High Holborn, LONDON WC1V 6HB, tél. : 0171-873 0011 (*vente sur place seulement*) ; 71 Lothian Road, EDINBURGH EH3 9AZ, tél. : 0131-228 4181 ; 16 Arthur Street, BELFAST BT1 4GD, tél. : 0123-223 8451 ; 9-21 Princess Street, Albert Square, MANCHESTER M60 8AS, tél. : 0161-834 7201 ; 258 Broad Street, BIRMINGHAM B1 2HE, tél. : 0121-643 3740 ; Southey House, Wine Street, BRISTOL BS1 2BQ, tél. : 0117-926 4306. *Cartes scientifiques* : McCarta Ltd., 15 Highbury Place, LONDON N5 1QP ; GeoPubs (Geoscience Publications Services), 43 Lammas Way, AMPHILL, MK45 2TR, tél. : 01525-40 58 14, fax : 01525-40 53 76.

RUSSIE, FÉDÉRATION DE : Mezhdunarodnaja Kniga, Ul. Dimitrova 39, MOSKVA 113095.

SAINT-VINCENT-ET-GRENADINES : Young Workers' Creative Organization, Blue Caribbean Building, 2nd Floor, Room 12, KINGSTOWN.

SÉNÉGAL : UNESCO, Bureau régional pour l'Afrique (BRED), 12, avenue Roume, B.P. 3311, DAKAR, tél. : 22 50 82 et 22 46 14, fax :

23 83 93 ; **Librairie Clairafrique**, B.P. 2005,
DAKAR.

SEYCHELLES : **National Bookshop**, P.O. Box
48, MAHÉ.

SINGAPOUR : **Chopmen Publishers**, 865
Mountbatten Road, No. 05-28/29, Katong
Shopping Centre, SINGAPORE 1543, fax : (65)
344 01 80 ; **Select Books Pte Ltd**, 19 Tanglin
Road No. 3-15, Tanglin Shopping Centre,
SINGAPORE 1024, tél. : 732 15 15, fax : (65) 736
08 55.

SLOVAQUIE : **Alfa Verlag**, Hurbanovo nam. 6,
893-31 BRATISLAVA.

SLOVÉNIE : **Cancarjeva Zalozba**, Kopitarjeva
2, P.O. Box 201-IV, 61001 LJUBLJANA.

SOMALIE : **Modern Book Shop and General**,
P.O. Box 951, MOGADISCIO.

SRI LANKA : **Lake House Bookshop**, 100 Sir
Chittampalam Gardiner Mawata, P.O. Box 244,
COLOMBO 2, fax : (94-1) 43 21 04.

SUÈDE : **Fritzes Information Center and
Bookshop**, Regeringsgatan 12, STOCKHOLM
(adresse postale : **Fritzes Customer Service**, S-106
47 STOCKHOLM), tél. : 468-690 90 90, fax : 468-
20 50 21. *Périodiques* : **Wennergren-Williams
Informationsservice**, Box 1305, S-171 25 SOLNA,
tél. : 468-705 97 50, fax : 468-27 00 71 ;
Tidskriftscentralen, Subscription Services,
Norrtullsgatan 15, S-102 32 STOCKHOLM, tél. :
468-31 20 90, fax : 468-30 13 35.

SUISSE : **ADECO**, case postale 465, CH-1211
GENÈVE 19, tél. : (021) 943 26 73, fax : (021)
943 36 05 ; **Europa Verlag**, Rämistrasse 5, CH-
8024 ZÜRICH, tél. : 261 16 29 ; **Librairie des
Nations Unies (vente sur place seulement)** :
Palais des Nations, CH-1211 GENÈVE 10, tél. :
740 09 21, fax : (4122) 917 00 27. *Périodiques* :
Naville SA, 7, rue Lévrier, CH-1201 GENÈVE.

SURINAME : **Suriname National Commission
for UNESCO**, P.O. Box 3017, PARAMARIBO, tél. :
(597) 618 65, 46 18 71, fax : (597) 49 50 83
(attn. UNESCO Nat. Com.).

THAÏLANDE : **UNESCO Principal Regional
Office in Asia and the Pacific (PROAP)**,
Prakanong Post Office, Box 967, BANGKOK
10110, tél. : 391 08 80, fax : (662) 391 08 66 ;
Suksapan Panit, Mansion 9, Rajdamnern
Avenue, BANGKOK 14, tél. : 281 65 53, 282 78
22, fax : (662) 281 49 47 ; **Nibondh & Co. Ltd**,
40-42 Charoen Krung Road, Siyaeg Phaya Sri,
P.O. Box 402, BANGKOK GPO, tél. : 221 26 11,
fax : 224 68 89 ; **Suksit Siam Company**,
113-115 Fuang Nakhon Road, opp. Wat
Rajbopith, BANGKOK 10200, fax : (662) 222 51
88.

TOGO : **Les Nouvelles Éditions Africaines
(NEA)**, 239, boulevard du 13 Janvier, B.P. 4862,
LOMÉ.

TRINITÉ ET TOBAGO : **Trinidad and Tobago
National Commission for UNESCO**, Ministry of
Education, 8 Elizabeth Street, St Clair, PORT OF
SPAIN, tél./fax : (1809) 622 09 39.

TUNISIE : **Dar el Maaref**, Route de Tunis km
131, B.P. 215, SOUSSE RC 5922, tél. : (216) 35 62
35, fax : (216) 35 65 30.

TURQUIE : **Haset Kitapevi A.S.**, Istiklâl
Caddesi no. 469, Posta Kutusu 219, Beyoglu,
ISTANBUL.

URUGUAY : **Ediciones Trecho S.A.**, Av. Italia
2937, MONTEVIDEO, et Maldonado 1090,
MONTEVIDEO, tél. : 98 38 08, fax : (598-2) 90 59
83. Livres et cartes scientifiques seulement :
Librería Técnica Uruguaya, Colonia n.º 1543,
Piso 7, Oficina 702, Casilla de correos 1518,
MONTEVIDEO.

VENEZUELA : **Oficina de la UNESCO en
Caracas**, Av. Los Chorros Cruce c/ Acueducto,
Edificio Asovincar, Altos de Sebucán, CARACAS,
tél. : (2) 286 21 56, fax : (58-2) 286 03 26 ;
Librería del Este, Av. Francisco de Miranda 52,
Edificio Galipán, Apartado 60337, CARACAS
1060-A ; **Editorial Ateneo de Caracas**, Apartado
662, CARACAS 10010; **Fundación Kuai-Mare del
Libro Venezolano**, Calle Hípica con Avenida La
Guairita, Edificio Kuai-Mare, Las Mercedes,
CARACAS, tél. : (02) 92 05 46, 91 94 01, fax :
(582) 92 65 34.

YOUGOSLAVIE : **Nolit**, Terazije 13/VIII, 11000
BEOGRAD.

ZAÏRE : **SOCEDI (Société d'études et d'édition)**,
3440, avenue du Ring - Joli Parc, B.P. 165 69,
KINSHASA.

ZAMBIE : **National Educational Distribution
Co. of Zambia Ltd**, P.O. Box 2664, LUSAKA.

ZIMBABWE : **Textbook Sales (Pvt) Ltd**, 67
Union Avenue, HARARE ; **Grassroots Books (Pvt)
Ltd**, Box A267, HARARE.

Une liste complète des agents de vente dans tous
les pays peut être obtenue en écrivant aux
Éditions UNESCO, Service de la promotion et
des ventes, 7, place de Fontenoy, 75352 PARIS 07
SP, FRANCE.

Bons de livres de l'UNESCO

Utilisez les bons de livres de l'UNESCO pour
acheter des ouvrages et des périodiques de
caractère éducatif, scientifique ou culturel. Pour
tout renseignement complémentaire, veuillez
vous adresser au Service des bons de l'UNESCO,
7, place de Fontenoy, 75352 PARIS 07 SP.

Éditorial

Juan Carlos Tedesco

POSITIONS/CONTROVERSES

L'éducation et l'emploi

Jacques Lesourne

DOSSIER : PIAGET ET L'ÉDUCATION

Avant-propos

Madelon Saada-Robert et Jean Brun

PIAGET, LES MÉCANISMES DU DÉVELOPPEMENT
ET LES APPRENTISSAGES SCOLAIRES

Les transformations des savoirs scolaires :
apports et prolongements
de la psychologie génétique

Madelon Saada-Robert
et Jean Brun

Le rationalisme situé : les fondements biologiques
et culturels de l'apprentissage

Lauren B. Resnick

Tête bien faite ou tête bien pleine ? Recadrage
constructiviste d'un vieux dilemme

Marcel Crabay

L'apprentissage, moteur du développement

Ludmilla F. Oboukhova

La théorie de Piaget et l'enseignement
de l'arithmétique

Constance Kamii

Développement et impact de la théorie
piagétienne sur l'éducation au Japon

Takehisa Takizawa

PIAGET ET LES ASPECTS SOCIAUX DES CONNAISSANCES

Piaget, la pédagogie et les perspectives
interculturelles

Mohamed Lablou

À propos de l'acquisition des objets culturels :
le cas particulier de la langue écrite

Emilia Ferreiro

Piaget à l'école : le défi socioculturel

Eduardo Marti

PIAGET ET LA DIDACTIQUE

L'enseignement des mathématiques sous le regard
de l'épistémologie génétique

Gisèle Lemoine

Quelques idées fondamentales de Piaget
intéressant la didactique

Gérard Vergnaud

TENDANCES/CAS

Les pratiques relatives au redoublement
dans les établissements d'enseignement
publics et privés au Liban

Karma A. El-Hassan

PROFILS D'ÉDUCATEURS

Auguste Comte (1798-1857)

Jacques Muglioni

ISSN 0304-3045

Vol. XXVI, n° 1, mars 1996