



Gérard Vergnaud

Recherches en psychologie didactique

Ce document est issu du
site officiel de Gérard Vergnaud

www.gerard-vergnaud.org

Ce document a été numérisé afin de rester le plus fidèle possible à l'original qui a servi à cette numérisation. Certaines erreurs de texte ou de reproduction sont possibles.

Vous pouvez nous signaler les erreurs ou vos remarques via le site internet.

Quelques idées fondamentales de Piaget intéressant la didactique

In Piaget et la didactique

Perspectives, N°97, Vol. 26, 1
mars 1996, pp.191-203
ISSN 0304-3045

Lien internet permanent pour l'article :

https://www.gerard-vergnaud.org/GVergnaud_1996_Idees-Fondamentales-Piaget-Didactique_Perspectives-26

Ce texte est soumis à droit d'auteur et de reproduction.

PERSPECTIVES

revue trimestrielle
d'éducation comparée

NUMÉRO QUATRE-VINGT-DIX-SEPT
97



DOSSIER :

Piaget et l'éducation

RÉDACTEURS INVITÉS :

MADÉLON SAADA-ROBERT/JEAN BRUN



BUREAU INTERNATIONAL D'ÉDUCATION

Vol. XXVI, n° 1, mars 1996

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 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 phénomènes 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 réunir 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 éducation. 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'approprier, 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 rééquilibrage, 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.