



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.

Questions vives de la psychologie du développement

In Bulletin de Psychologie

N° 390
1988, pp.450-457.

Lien internet permanent pour l'article :

https://www.gerard-vergnaud.org/GVergnaud_1988_Questions-Vives-Developpement_BulletinPsychologie-390

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

TRAVAUX ET RECHERCHES -
STATUTS ET DÉBOUCHÉS - SOUTENANCE DE THÈSES - CONGRÈS

BULLETIN de

ACTUALITÉ PSYCHOLOGIQUE
HISTOIRE DE LA PSYCHOLOGIE
BIBLIOGRAPHIE

PSYCHOLOGIE

GRUPE D'ETUDES DE PSYCHOLOGIE DE L'UNIVERSITE DE PARIS

Lauréat de l'Académie des Sciences Morales et Politiques 1980
(Prix Dagnan-Bouveret « destiné à favoriser les études de Psychologie »)

PSYCHOLOGIE COGNITIVE : QUESTIONS VIVES

(Développement, Cognition sociale, Langage, Evaluation-Perception)

sous la direction

de **Jean-Paul CODOL** et **Alain TETE**

Contributions :

Anne-Marie BONNEL
François BRESSON
Willem DOISE
Jean-Marc FABRE
Yvette HATWELL
Bärbel INHELDER
Jacques-Philippe LEYENS

Francine ORSINI-BOUICHOU
Juan SEGUI
Gérard VERGNAUD
Vincent YZERBYT
Claude BONNET
Jean-Paul CODOL
Eric ESPERET

Michel GILLY
Michel HURTIG
Jean-François LE NY
Kevin O'REGAN
Joël PYNTE
Alain TETE
Monique VION

♦♦

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE :

Ph. PORRET - C. CAMILLERI - F. DUBET - D. PICARD - J. MASSONNAT - Y. CASTELLAN
A. VEXLIARD

Questions vives de la psychologie du développement

Gérard VERGNAUD

Laboratoire de psychologie
du développement et de l'éducation
de l'enfant CNRS Paris 5

Mon intention n'est pas, en une heure, de dresser un bilan équilibré des recherches accomplies depuis 1967, mais plutôt d'examiner quelques caractéristiques des évolutions auxquelles nous sommes confrontés, et qui méritent à mon avis un débat approfondi au sein de la communauté des psychologues. Ce débat est indispensable pour sortir notre discipline des difficultés scientifiques et institutionnelles dans lesquelles elle se trouve prise aujourd'hui en France.

Je me propose d'aborder les six points suivants :

1. Le déplacement des problématiques vers l'étude du fonctionnement cognitif du sujet en situation, et la diminution de l'intérêt pour l'étude du développement cognitif.

2. Le déplacement des recherches vers l'étude des procédures. Les modèles de traitement de l'information. Forces et faiblesses.

3. Fonction, structure et contenu. La prise en compte de la spécificité des contenus de connaissance.

4. Le développement des recherches sur le rôle de l'interaction sociale, de la coopération et du conflit dans la formation des connaissances.

5. La diversité des études sur le développement et le fonctionnement du langage.

6. Le développement des recherches de terrain.

1. Le déplacement des recherches vers l'étude du fonctionnement cognitif du sujet en situation, et la diminution de l'intérêt pour l'étude du développement cognitif.

Ce déplacement résulte de plusieurs raisons. La première d'entre elles tient sans doute, au moins en France et parmi les héritiers francophones de Piaget, à la difficulté d'interprétation des phénomènes de décalage temporel de la réussite à

des tâches réputées isomorphes. Les exemples ne manquent pas, tant dans le domaine des conservations (décalage de la conservation du volume par rapport à celle du poids et de la quantité de matière), que dans celui de la proportionnalité (décalage en fonction des grandeurs en jeu : prix, vitesse, densité, probabilités...), ou que dans le domaine de la sériation, de l'inclusion ou de l'intersection. Ce n'est pas un hasard si Claude Bastien évoque, dans le premier chapitre de son ouvrage, ce problème de l'interprétation des décalages pour introduire une problématique plus fine sur le fonctionnement.

Au sein même de l'école genevoise d'ailleurs s'est développé le souci de comprendre mieux quels indices pouvaient retenir l'attention du sujet et faire de la réussite ou de l'échec un phénomène circonstanciel. Tout naturellement cette tendance a entraîné les chercheurs à étudier plus attentivement les conduites mises en œuvre par le sujet en situation et finalement à les considérer comme des résolutions de problème.

Evidemment on a très vite pu remarquer que des tâches réputées isomorphes soit ne l'étaient en aucune manière, compte tenu des informations dont le sujet pouvait disposer et des opérations de pensée qu'il lui fallait faire, soit étaient bien isomorphes d'un point de vue très général mais, s'appliquant à des contenus différents et à des valeurs des variables de situation dissemblables, ne pouvaient guère être l'occasion de conduites identiques. Je ne fais que mentionner pour l'instant le fait que ces situations pouvaient avoir fait l'objet d'apprentissages scolaires ou extrascolaires fort différents.

La deuxième grande raison du déplacement des recherches vers l'étude du fonctionnement tient évidemment à la modélisation informatique de

la pensée inaugurée avec éclat par Newell et Simon il y a 30 ans, reprise et amplifiée par une armée de chercheurs aujourd'hui. Or on ne peut pas simuler avec bonheur n'importe quoi : on simule plus aisément le fonctionnement d'un sujet qui puise la suite de ses actions dans un répertoire fini et relativement limité de possibilités (Tour de Hanoï, jeu d'échecs, algorithmes numériques, sériation,...) qu'on ne simule le fonctionnement d'un sujet qui doit apercevoir, pour résoudre la tâche nouvelle à laquelle il est confronté, de nouveaux concepts, de nouvelles propriétés ou de nouvelles relations ; et a fortiori qu'on ne simule le développement cognitif à long terme. Il existe bien quelques modèles de développement local (systèmes emboîtés de règles de production de type novice-expert) mais les modèles de développement à long terme sont demeurés extrêmement rares, à l'exception des théories de Pascual-Leone et de Robbie Case qui demeurent passablement méta-théoriques, même si Robbie Case a mené un effort d'opérationnalisation remarquable.

Les études sur le fonctionnement ont inévitablement conduit à un certain émiettement des recherches, dont les résultats apparaissent décousus et ne sont résumés ni par des stades généraux, ni même par des lignes de force d'une certaine ampleur.

Si le modèle des stades totalement ordonnés, caractérisés par des structures logiques très générales est aujourd'hui caduc, ce n'est pas une raison pour renoncer à décrire et analyser la structure d'ordre partiel des compétences et des conceptions des enfants, et à repérer les filiations et les ruptures.

Le concept de nombre par exemple se développe à travers un grand nombre de compétences partiellement hiérarchisées, depuis les conduites initiales de comparaison et de dénombrement chez les enfants de 3 ou 4 ans, jusqu'au traitement des relations complexes de types additif et soustractif (qui impliquent de fait le concept de nombre relatif) et des relations de proportionnalité simple et multiple (qui impliquent les concepts de linéarité, de nombre rationnel et d'analyse dimensionnelle). Les enfants, ou plutôt les élèves, développent ces compétences en passant par des découvertes importantes comme celles de cardinal, de stabilité du dénombrement, de conservation des quantités discrètes, ainsi que par la résolution progressive et parfois laborieuse d'une grande variété de problèmes de type additif et multiplicatif. Pas plus que les logiciens ne sont parvenus à réduire l'arithmétique à la logique, les psychologues ne peuvent réduire au développement de structures logiques, les conceptualisations spécifiques propres aux mathéma-

tiques, à la physique et aux autres champs de savoir et de savoir-faire.

Il me paraît clair dans ces conditions que l'on ne peut pas séparer l'analyse du développement cognitif de l'analyse de l'expérience du sujet, notamment des apprentissages scolaires. Après tout, un apprentissage qui échoue ou qui réussit nous informe autant sur le développement cognitif qu'une découverte spontanée de l'enfant dans une situation dont les liens avec l'expérience du sujet n'ont pas été analysés. En outre les découvertes existent, nombreuses, à l'intérieur du champ scolaire. S'il existe des régularités dans le développement, et il en existe de nombreuses, il faut se donner les cadres théoriques pour les étudier. C'est à ce problème que répond principalement le cadre des champs conceptuels. J'y reviendrai plus loin. Mais je précise sans attendre qu'on ne peut pas comprendre le fonctionnement d'un sujet en situation si on ne dispose pas d'une analyse du répertoire des conduites et des représentations possibles, et de leur hiérarchie éventuelle, donc d'un certain tableau du développement. Prenons l'exemple du concept de volume. Il existe une grande variété de compétences concernant le volume, dont certaines n'impliquent rien de plus qu'une conception unidimensionnelle (dans laquelle on prend en compte la relation des grandeurs volumiques entre elles sans faire référence aux autres grandeurs spatiales), alors que d'autres compétences demandent une conception tridimensionnelle, c'est-à-dire la mise en relation du volume avec les autres grandeurs spatiales (longueurs, aires, angles éventuellement).

Un enfant de six ans peut saisir certains aspects unidimensionnels du volume, par exemple qu'un récipient est plus grand qu'un autre, ou qu'une carafe contient 4 verres. Il ne comprend pas la formule du volume du parallélépipède. Mais un enfant de 13 ans qui connaît cette formule peut recourir à des moyens unidimensionnels pour comparer le volume de deux parallélépipèdes dont le rapport des dimensions linéaires est connu et entier (représentation mentale du pavage du grand avec le petit), alors qu'un autre enfant recourra à des moyens tridimensionnels (multiplication des rapports). Lorsque les rapports ne sont pas entiers, seule la conception tridimensionnelle permet de réussir.

Lorsqu'un enfant ou un groupe d'enfants est mis devant un problème relativement complexe, la comparaison de deux volumes pleins par exemple, il peut recourir à une grande variété de schèmes. Ces schèmes peuvent soit permettre à l'enfant d'élaborer une procédure qui conduira à la réussite, soit au contraire faire obstacle à la découverte ou à la compréhension de la solution. Une approche développementale est indispen-

sable pour situer les tentatives des enfants et en comprendre la signification. Réciproquement d'ailleurs, on ne peut pas comprendre le développement sans analyser comment, en situation, conduites et représentations peuvent être modifiées, et sous quelles conditions cognitives et sociales.

Ce que nous savons aujourd'hui sur le développement et l'apprentissage des connaissances en mathématiques et en physique conduit à rejeter le simplisme de certaines études et de certains modèles comme le modèle novice/expert, qui réduit à quelques étapes un processus qui passe en fait par la formation d'un grand nombre de compétences et de concepts distincts, et dont la construction ou l'appropriation se déroulent en fait sur une très longue période de temps. On ne peut pas non plus accepter la thèse que l'expert disposerait seulement de règles plus nombreuses et plus complexes que le novice. Le savoir n'est pas purement additif : il faut souvent plusieurs petites révolutions intellectuelles pour comprendre un domaine d'expertise. Enfin la réduction des compétences à des systèmes de règles est une infirmité théorique grave. Mais ceci nous conduit au point suivant.

2. Le déplacement des recherches vers l'étude des procédures. Les modèles du traitement de l'information. Forces et faiblesses.

Ce déplacement est évidemment corrélatif du premier. Il a pour effet de minimiser les problèmes de représentation et de conceptualisation, alors que ces problèmes sont essentiels dans le développement cognitif, et d'ailleurs dans le fonctionnement.

Le processus de conceptualisation du réel est un objet d'étude difficile. La tradition behavioriste l'a complètement abandonné comme un objet non opérationnel ; il n'est pas étonnant que, obligés de reconnaître le caractère insuffisant du behaviorisme dominant, beaucoup de chercheurs aient recherché des modèles pouvant rendre compte du comportement, mais se soient arrêtés au niveau des règles de production des actions du sujet, juste un niveau au-dessous du comportement observable. Comme une procédure peut assez aisément être analysée en termes de règles et de combinaison de règles, l'accent a été mis sur l'étude des procédures. Certains parlent même de « connaissances procédurales », comme si les procédures reposaient sur d'autres connaissances que la connaissance du réel. Il y a là un abus évident, même s'il est juste par ailleurs de prendre les procédures comme objets d'étude.

Une autre raison du déplacement des recherches vers l'étude des procédures, peut-être principale du point de vue historique, tient au succès de la métaphore informatique, et au fait qu'un pro-

gramme s'analyse bien comme un ensemble de règles, dont l'effectivité assure qu'il vient à bout de tout problème d'une classe donnée à l'avance, pourvu que les variables de situation demeurent à l'intérieur du domaine de validité du programme. Comme beaucoup de procédures du sujet humain sont opératoires mais pas véritablement effectives, on a recherché des modèles de programmes non algorithmiques (heuristiques), sans s'apercevoir assez que la non-effectivité pouvait tenir au fait que l'extension d'une procédure à toute une classe de problèmes soulève des difficultés qui sont de l'ordre de la représentation et de la conceptualisation plus que de la règle.

Il faut évidemment saluer les progrès incontestables qui ont été accomplis grâce à cette approche systématique des procédures : cela a fait notamment franchir un pas important à la réfutabilité des modèles cognitifs, pour parler comme Popper. Non seulement on a pu simuler avec succès des conduites dans les cas où le répertoire des actions possibles était limité et où le choix des actions était lié à des conditions relativement faciles à identifier, mais on a pu aussi classer d'une manière plus fine et moins subjective les procédures observées, les erreurs, les niveaux. Ce type d'exigence n'a pas été facilement reconnu au début et je me souviens par exemple de la transformation étonnante que Piaget a fait subir, pour les assimiler, aux résultats que j'avais recueillis pour ma thèse, sur les représentations calculables et les règles de production. C'était il y a 20 ans.

Beaucoup de résultats intéressants ont été obtenus grâce à l'étude des procédures et aux modèles informatiques ; mais je considère pour ma part qu'il leur manque quelque chose d'essentiel, la dimension proprement conceptuelle. Prenons le prototype d'une règle :

Si la relation R est vérifiée, alors faire A, sinon faire B.

Rien ne nous fait comprendre, dans l'écriture de la procédure, comment la relation R est reconnue et comment les actions A et B sont reliées au contenu de R. Or les choix des sujets en situation, s'ils se laissent éventuellement décrire par une combinaison de règles (avec éventuellement des aléas), reposent fondamentalement sur la reconnaissance ou la non reconnaissance des relations, des propriétés et des objets pertinents de la situation.

Ce sont ces objets, propriétés et relations que j'appelle invariants. Le concept d'invariant est à mes yeux un des concepts les plus féconds dans la théorie de Piaget ; ceux qu'il a identifiés, ou que Bärbel Inhelder a identifiés, sont de bons exemples. Il faut aujourd'hui étendre sans timidité la problématique de la reconnaissance des invariants à des domaines plus vastes et plus différenciés de la connaissance.

Il faut également mesurer que la plupart des invariants intéressants sont des invariants relationnels, ce dont témoigne bien le travail de Francine Orsini-Bouichou et de son équipe pour la période de la jeune enfance et pour des contenus cognitifs élémentaires. Cela est encore plus vrai pour les invariants qui doivent être construits ou reconnus par les enfants à des âges plus avancés, et jusqu'à l'Université, et dans des domaines conceptuellement plus complexes comme les mathématiques et la physique. Le concept de théorème-en-acte, tel que j'ai pu le formuler, recouvre cette catégorie d'invariants relationnels, mais les invariants ne sont pas tous du type théorème-en-acte : une catégorie classificatoire, une relation binaire, un descripteur comme la couleur, ou un type de grandeur comme la vitesse ou la pression sont indispensables pour analyser le réel et constituent également des invariants.

Il me semble que Piaget, tout en introduisant quelques-uns des concepts les plus féconds pour la psychologie, comme ceux de schème, d'invariant, de fonction sémiotique, n'ait pas toujours relié les uns aux autres les différents éléments de sa théorie.

Or un schème n'est pas seulement un invariant pour le psychologue, qui reconnaît la même conduite appliquée et déroulée dans différentes situations appartenant à la même classe. Il est aussi composé d'invariants pour le sujet, c'est-à-dire d'une certaine conceptualisation qu'il résulte du réel qui permet au sujet de reconnaître les conditions d'application des règles contenues dans le schème et de moduler ses choix en fonction des variables de situation.

En d'autres termes, si le schème est une totalité dynamique qui ne peut pas fonctionner si elle est scindée, il est en même temps nécessaire, d'en analyser les éléments constitutifs : invariants, inférences, règles d'action, anticipations.

La notion de connaissance déclarative ne rend pas bien compte de cet aspect, que je viens de souligner, de *la conceptualisation du réel implicite dans les schèmes*. D'abord parce que la connaissance déclarative est censée être explicite (ou bien les mots n'ont plus de sens), ensuite parce que le lien du déclaratif et du procédural fait l'objet de peu de travaux.

Ce sont les invariants qui permettent aux schèmes de trouver, dans les situations rencontrées, les conditions de leur fonctionnement ; ce sont les inférences qui permettent aux schèmes de tenir compte des valeurs actuelles des variables de situation, de s'adapter aux situations nouvelles, et de calculer règles et anticipation ; ce sont les anticipations qui rendent compte de la fonctionnalité des schèmes, locale ou terminale ; ce sont enfin les règles d'actions qui engendrent au

plus près la séquence des actions du sujet. Mais ces règles ne seraient rien sans le reste. Et les procédures ne seraient rien si elle ne s'appuyaient pas sur la représentation explicite ou implicite du réel.

3. Fonction, structure et contenu. La prise en compte de la spécificité des contenus de connaissance.

Un déplacement s'est opéré également dans les recherches sur le développement et le fonctionnement cognitif vers les contenus spécifiques de connaissance. Cela est vrai bien entendu dans les recherches sur l'enseignement et l'apprentissage de la physique, de la biologie ou des mathématiques, mais aussi dans les recherches concernant des tâches logiques et très générales comme les recherches sur la sériation, sur l'inclusion de classes, sur les conservations. De telles sorte que le modèle adaptatif de la connaissance (théorie de l'équilibration) est appliqué davantage à l'élaboration de concepts et de savoir-faire spécifiques qu'aux structures générales de la pensée.

Ces connaissances sont structurées, mais le terme de structure n'a plus le même sens que celui que lui avait donné Piaget. On ne comprend d'ailleurs pas très bien, a posteriori, pourquoi les structures auxquelles Piaget s'est intéressé étaient celles-ci plutôt que celles-là, par exemple pourquoi la proportionnalité simple et multiple n'a pas été analysée dans les termes de la linéarité et de la bilinéarité, mais dans ceux de la logique.

La fonctionnalité de la connaissance scientifique, telle que nous la révèle l'histoire des sciences, repose sur le fait qu'elle apporte une réponse à des problèmes pratiques et théoriques que se sont posés les hommes au cours de l'histoire. Le processus d'assimilation-accommodation concerne aussi bien les concepts que les schèmes sensori-moteurs ou les schèmes intellectuels. Il y a d'ailleurs une relation étroite entre schèmes et concepts : un concept nouveau, tout autant qu'un schème nouveau, constitue une production du sujet et répond à des situations nouvelles auxquelles il lui faut s'adapter. Ce constructivisme doit cependant tenir compte des conditions d'interaction sociale dans lesquelles se fait le travail intellectuel de l'enfant, et notamment de l'interaction de tutelle, du conflit avec l'autre, de la communication langagière. La psychologie cognitive ne peut se passer ni de l'épistémologie spécifique des concepts et des savoir-faire, ni des conditions sociales de leur apprentissage et de leur utilisation. La fonctionnalité des concepts est en outre plus directement accessible que celle des structures générales comme celles de groupe et de groupement, qui apparaissent aujourd'hui très hypothétiques.

En simplifiant beaucoup, je dirai que le modèle fonctionnaliste mis en œuvre dans les recherches sur l'apprentissage (et l'enseignement) de

contenus spécifiques de connaissances fait principalement référence à la fonction théorique et pratique de la connaissance : à quels problèmes tel concept apporte-t-il une réponse, ou une meilleure réponse ? Par exemple à quels problèmes répond le concept de nombre, ou celui de nombre relatif, ou celui de variable, ou celui de chaleur, ou celui de photosynthèse. La fonction de la connaissance est de permettre au sujet d'opérer sur le réel, et pour cela de représenter ce réel le mieux possible, avec les catégories, les relations et les énoncés le plus adéquats possibles. La structure de la connaissance est de ce fait d'abord le reflet de la structure du réel, même si l'activité du sujet sur le réel est le moteur de cette élaboration.

A ce point de mon exposé, je ressens le besoin de m'expliquer davantage sur les relations entre concepts et schèmes.

Dans la vision développementale que j'ai exposée plus haut, et notamment dans le cadre théorique des champs conceptuels, la formation d'un concept doit être étudiée à travers un triplet de trois ensembles :

Concept (S, I, φ)

S = ensemble de situations qui donnent du sens au concept

I = ensemble des invariants opératoires associés au concept

φ = ensemble des signifiants pouvant représenter le concept et les situations qu'il permet d'appréhender.

Les situations et les invariants sont des éléments communs aux schèmes et aux concepts. Par contre les représentations symboliques sont davantage le propre des concepts que des schèmes, en ce sens qu'un concept est nécessairement explicite et donc associé à des signifiants langagiers ou symboliques, alors que le fonctionnement d'un schème ne requiert pas en général l'explicitation.

Le déplacement et le mouvement dans l'espace sont de bons exemples pour comprendre cette distinction puisque les schèmes sensori-moteurs contiennent des connaissances de géométrie et de mécanique identifiables mais implicites, tandis que la géométrie et la mécanique, comme sciences, élaborent des concepts explicites, qui à la fois peuvent s'appuyer sur les connaissances implicites à l'œuvre dans les schèmes, et en même temps les contredire. Cela ne va pas sans difficulté parfois, puisque certaines séquelles des connaissances implicites fausses continuent jusque dans l'enseignement supérieur à faire obstacle à l'assimilation des connaissances scientifiques.

Toutefois il ne faut pas considérer qu'un schème est totalement implicite et ne fait pas appel à des signifiants dans son fonctionnement.

Je citerai deux exemples de schèmes, dans le domaine des mathématiques, qui s'appuient de

manière évidente sur l'usage et même la manipulation de signifiants.

— le schème du dénombrement ne pourrait pas fonctionner chez le jeune enfant sans la ponctuation introduite par la suite parlée des mots-nombres ;

— la résolution des équations algébriques également est impossible sans le secours des opérations sur les symboles.

4. Le développement des recherches sur le rôle de l'interaction sociale, de la coopération et du conflit dans la formation des connaissances.

Le rôle de l'interaction sociale dans la formation des schèmes du bébé a reçu une formidable impulsion depuis les travaux de Bruner. L'interaction de tutelle ne concerne évidemment pas que le bébé mais aussi l'enfant et l'adulte. Une autre catégorie de phénomènes intéressants a été analysée avec un certain détail grâce aux travaux sur le conflit et la contradiction entre individus et sur le marquage social (Michel Gilly à Aix).

Ces travaux posent un problème nouveau, qui est celui de la communication et du débat entre les partenaires de l'échange, car un tel échange est impossible sans le langage. On mesure ainsi la nécessité d'analyser la pensée à la fois en termes de concepts explicites et en termes de schèmes : on ne peut pas débattre de la « vérité » ou de l'opérationnalité d'un schème, puisqu'une bonne partie de la connaissance qu'il contient n'est qu'implicite ; on peut débattre par contre de la vérité ou de l'opérationnalité d'un concept ou d'un énoncé explicites.

Les travaux sur l'interaction sociale ne constituent pas une contradiction de la perspective « constructiviste » selon laquelle le sujet construit ou reconstruit ses connaissances ; ils permettent cependant de mieux préciser les conditions dans lesquelles se fait cette « construction ». Je préfère pour ma part parler du processus d'appropriation des connaissances par le sujet, parce que les connaissances dont j'étudie l'apprentissage ont un caractère social marqué et indépendant du sujet. Un enfant ne construit pas une discipline scientifique. Mais il ne l'apprend pas non plus sans un travail actif de « reconstruction », au moins partielle.

La réintroduction du social dans le cognitif permet d'aborder néanmoins toute une série de phénomènes rencontrés sur le terrain de l'école et de la famille. Je ne parle pas des phénomènes d'ordre psychanalytique, qui sont très importants, mais des phénomènes d'interaction sociale dans la communication entre le maître et les élèves et entre élèves.

Par exemple la collaboration de plusieurs enfants à une même tâche suppose la coordination

des schèmes individuels, et par conséquent la prise d'indices sur ce que font les partenaires, la représentation des fins qu'ils veulent atteindre, et celle des processus dans lesquels ils sont engagés. D'une certaine manière, la coordination des schèmes individuels suppose une psychologie sociale en acte, éventuellement fausse il est vrai.

La communication intervient donc déjà dans le fonctionnement de schèmes socialement coordonnés. Pourtant, le plus souvent, elle fait appel au langage et aux autres formes symboliques.

Dès qu'on aborde ces questions on se tourne inévitablement vers Wallon, Vygotski et Bruner et vers ceux qui ont continué l'œuvre de ces auteurs.

En fait, on n'a fait que commencer d'étudier les rapports entre le cognitif et le social, tant il est vrai qu'une bonne partie du cognitif qui nous intéresse est un cognitif social (les connaissances des enfants sont des connaissances à la fois individuelles et sociales) et que le processus de construction et d'appropriation est lui-même profondément social.

La recherche en didactique a repéré certains phénomènes importants concernant par exemple les connivences et les malentendus de ce que Brousseau appelle « le contrat didactique », c'est-à-dire le jeu des attentes réciproques de l'enseignant et des élèves. Elle a montré également certaines formes particulières que prend l'interaction de tutelle comme par exemple l'institutionnalisation du savoir, c'est-à-dire la sélection dans ce qui a été fait et découvert en classe de ce qu'il est bon de retenir, hors contexte et sous une forme laconique.

Comment cela se traduit-il dans l'organisation des connaissances du sujet? Voilà une ligne de recherche qui n'a guère été explorée, à ma connaissance.

5. La diversité des études sur le développement et le fonctionnement du langage.

L'un des phénomènes les plus marquants de ces vingt dernières années dans le domaine du développement cognitif est constitué sans nul doute par les recherches sur le langage. Encore faut-il mesurer la diversité de ces recherches depuis les études purement psycholinguistiques sur la compréhension et la production d'énoncés, énoncés fabriqués en écho aux préoccupations des linguistes, jusqu'aux études vygotskiennes sur les rapports entre langage et pensée dans des tâches où le langage apparaît dans sa fonctionnalité de communication, de représentation, de contrôle et de débat. En passant aussi par la compréhension et la production de textes, de récits ou de résumés, par exemple.

Si Vygotski avait sans doute quelque raison de s'intéresser au rôle du langage dans la conceptualisation, on ne peut pas dire que cela donne lieu encore aujourd'hui à beaucoup de recherches. Les

recherches s'intéressent davantage au reflet de la pensée dans le langage, qu'au rôle du langage dans la pensée, et beaucoup d'études sur le développement du langage restent relativement détachées des contenus de connaissances sous-jacentes aux formulations dont la compréhension ou la production sont visées. Pourtant des régularités importantes ont été mises en évidence sur la reconnaissance et l'utilisation des formes linguistiques avant ou après 4 ans et demi, âge fatidique auquel les enfants sont censés s'être approprié l'essentiel des structures de la langue. En fait si beaucoup d'acquisitions interviennent avant cet âge, beaucoup d'autres interviennent aussi après, notamment pour ce qui concerne la fonction de communication-représentation du langage. Le langage a une valeur argumentative pour les autres et pour soi et pas seulement une valeur informative, comme le montrent très bien Bassano et Champaud, s'inspirant des travaux de Ducrot.

Non seulement comme le disent Schneuwly et Bronckart, il faut distinguer plusieurs catégories de discours en fonction des conditions d'énonciation, mais il faut peut-être considérer les activités langagières comme de véritables schèmes sociocognitifs, associés à des conditions de mise en œuvre relativement bien définies. Le discours en situation, autour d'un problème à résoudre par exemple, ne saurait évidemment être traité comme une narration ou comme un discours théorique. Mais en outre il est probable que les activités langagières sont insérées dans des schèmes d'action sur autrui ou sur soi: par exemple l'analyse du rôle du langage dans la planification et le contrôle de l'action, dans la prise de conscience et la métaconnaissance, montre qu'une conduite langagière est éventuellement une action du sujet sur lui-même.

C'est évidemment dans la fonction de communication que la double fonction argumentative et informative du langage apparaît avec le plus de clarté. Curieusement on retrouve à ce niveau certains traits que Vygotski n'accordait qu'au langage égocentrique, comme l'appauvrissement syntaxique et la réduction prédicative.

Si les concepts d'invariant et de schème sont effectivement des concepts-clefs de la psychologie cognitive, il faudrait développer les recherches sur le rôle du langage dans l'identification et l'analyse des invariants et dans la régulation du fonctionnement des schèmes. On ne peut pas conduire ces recherches indépendamment du contenu de connaissance qui fait l'objet du discours. Danièle Morange a conduit une recherche intéressante sur les activités langagières associées à la résolution de problèmes d'addition et de soustraction. Elle renoue ainsi avec les thèses en présence au temps de Vygotski. Vygotsky reste d'une grande actualité.

6. Le développement des recherches de terrain

Les recherches psychologiques, sur les apprentissages scolaires sont un trait permanent des recherches soviétiques et des recherches américaines. Aux Etats-Unis, elles ont connu de profondes transformations: les études statistiques à grande échelle et sans théorie ont progressivement laissé une place importante à des recherches plus soucieuses d'analyser les compétences et les conceptions des élèves dans leurs caractéristiques qualitatives.

C'est dans le domaine des mathématiques, de la physique et un peu de la biologie que se sont surtout engagés les chercheurs, ainsi que dans les domaines de la lecture, de l'écriture et du récit. Ont ainsi été mises en évidence des étapes du développement cognitif qui ne se laissent nullement réduire aux grandes caractéristiques des stades, mais dont beaucoup de traits sont en fait spécifiques des concepts et des savoir-faire en jeu. La difficulté des concepts de nombre négatif et de nombre rationnel, de la proportion multiple, de l'analyse dimensionnelle, de l'électrocinétique, ou de la thermodynamique ne doit pas grand'chose aux structures de groupement ou de groupe.

Mais en même temps, le concept de schème, et celui d'invariant, l'analyse de la fonction symbolique et du langage, les processus d'accommodation, les phénomènes de tutelle et d'interaction sociale, constituent des références importantes des recherches qui sont conduites aujourd'hui sur le terrain de l'école. Contrairement à certaines idées reçues, les modèles informatiques n'y jouent pas un rôle décisif, sauf bien entendu lorsqu'il s'agit de produire des logiciels d'enseignement ou de simuler des aspects très particuliers des raisonnements des élèves.

En France, les recherches sur l'enseignement et l'apprentissage des connaissances scolaires ont conduit à introduire des concepts nouveaux comme ceux de situation didactique (situation destinée à produire certains effets cognitifs), ou de contrat didactique (système d'attentes réciproques de l'enseignant et des élèves); je cite là deux concepts de Guy Brousseau qui intéressent à l'évidence la psychologie. Les concepts de transposition didactique (Chevallard) ou de pratique de référence (Martinand) intéressent aussi le psychologue, mais moins directement.

Le déplacement de l'accent sur les contenus de connaissance m'a conduit pour ma part à introduire deux concepts nouveaux.

— celui de théorème-en-acte, ou plus généralement de connaissance-en-acte, qui permet de caractériser dans les termes du savoir de référence les invariants cognitifs constitutifs des schèmes: on peut alors rechercher dans les conduites des élèves les nouvelles connaissances découvertes ou

appropriées; la portée d'un théorème-en-acte n'est souvent que locale (certaines valeurs des variables et certains domaines de l'expérience), mais la relation nouvelle ou la propriété nouvelle est perçue et utilisée. L'enseignant peut alors se saisir de cette reconnaissance pour en élargir la portée et pour l'explicitier le mieux possible, notamment avec l'aide de signifiants particuliers.

— celui de champ conceptuel, qui permet de considérer un ensemble assez grand de situations, de concepts et de représentations symboliques, et qui forme un cadre indispensable à la recherche des filiations et des ruptures au cours du développement cognitif, dans la mesure où ces filiations et ces ruptures concernent le contenu des connaissances.

La psychologie cognitive ne peut en aucune manière faire l'économie de l'épistémologie spécifique des contenus. Si le concept de nombre relatif, et si les opérations sur les relatifs sont difficiles pour la majorité des élèves, c'est en premier lieu dans l'épistémologie du concept de nombre relatif qu'il faut chercher la raison de ces difficultés. De même pour les concepts de fonction et de variable, ou pour les concepts de chaleur et de pression.

Une dernière idée importante concerne les transformations subies par les concepts au cours du processus de connaissance. Régine Douady a proposé une formulation excellente de ce problème en termes de dialectique outil-objet. Un nouveau concept est d'abord un outil pour résoudre des problèmes pratiques ou théoriques; puis, en fonctionnant, il devient un objet. Il peut alors susciter de nouveaux problèmes qui donneront naissance à de nouveaux outils. Et ainsi de suite.

Les invariants qui constituent les schèmes ne sont que des outils; même désignés par des mots ou par des signifiants ils n'ont pas immédiatement un statut d'objets. C'est par le jeu en parallèle de la communication-représentation langagière et symbolique (en mathématiques on ne peut oublier les symbolismes) et de l'usage habituel qui en est fait, que ces outils deviennent des objets, dont la «réalité» peut devenir aussi grande que celle d'une table ou d'une chaise.

CONCLUSION

La psychologie cognitive, développementale et sociale forme un tout difficilement dissociable. Même si, par intérêt scientifique et par spécialité, chacun d'entre nous étudie plutôt tel aspect que tel autre (à Aix-en-Provence on sent bien les différences entre des équipes comme celles de Francine Orsini, de Claude Bastien et de Michel Gilly) on ne peut pas ignorer que les processus qui règlent le développement de l'enfant concernent ces trois ordres de considérations tout à la fois.

Les études de terrain ont bien entendu des inconvénients, en premier lieu leur difficulté méthodo-

logique; mais elles ont quelques avantages, notamment par l'obligation dans laquelle elles mettent les chercheurs de saisir et de comprendre une variété de phénomènes qui se laissent rarement réduire à un seul aspect. Je suis pour ma part souvent identifié comme un cognitiviste piagétien, et il est vrai que c'est bien là mon orientation de base, mais en même temps je suis amené à accorder au jeu des signifiants langagiers et symboliques un rôle beaucoup plus important que celui classiquement accordé par Piaget; et les apprentissages scolaires étant intrinsèquement des apprentissages sociaux, il est impossible de ne pas prendre en compte ce qui est bien davantage qu'un facteur: la connaissance ne serait pas ce qu'elle est si elle n'était pas sociale, et les processus d'appropriation des connaissances ne seraient pas ce qu'ils sont si l'interaction interindividuelle n'y jouait pas un rôle essentiel. Cela ne signifie nullement que le rôle propre du sujet puisse être minimisé: la reconnais-

sance d'un invariant peut être médiatisée par l'interaction sociale, elle reste un acte propre du sujet. C'est cet acte là que l'intelligence artificielle a le plus de mal à cerner et à simuler, de même qu'elle a du mal à cerner et à simuler les rapports signifiants, la dialectique outil-objet, le jeu de la coopération, le débat avec autrui, et le développement à long terme.

La psychologie est en pleine évolution, certains même prétendent qu'elle est en crise et que ses cadres théoriques sont bouleversés par les neurosciences et l'intelligence artificielle. Je n'en crois rien pour ma part. Et si, bien entendu les neurosciences et l'intelligence artificielle doivent être utilisées par les psychologues chaque fois que cela a un sens, il serait désastreux que nous abandonnions la proie pour l'ombre. La plus grande naïveté scientifique n'est pas du côté des psychologues, même s'il leur faut aussi se débarrasser de certaines naïvetés.

RÉFÉRENCES SUCCINTES

- BASTIEN (C.).— (1987). *Schémas et stratégies dans l'activité cognitive de l'enfant*, Paris, Presse Universitaires de France.
- BRONCKART (J.P.).— (1985). *Le fonctionnement des discours*, Lausanne, Delachaux et Niestlé.
- BROUSSEAU (G.).— (1986). Théorisation des phénomènes d'enseignement des mathématiques, Thèse de Doctorat d'Etat, Université de Bordeaux I.
- BRUNER (J.).— (1983). *Le développement de l'enfant. Savoir-faire, savoir-dire*, Paris, Presses Universitaires de France.
- CASE (R.).— (1985). *Intellectual development. Birth to Adulthood*, New-York and London, Academic Press.
- CHAMPAUD (C.), BASSANO (D.).— (1987) (Eds.). *Argumentation and Psycholinguistics, Developmental Studies. Argumentation*, 1, 2.
- CHEVALLARD — (1985). *La transposition didactique. Du savoir savant au savoir enseigné*, Grenoble, La Pensée Sauvage.
- DOUADY (R.).— (1984). Jeux de cadres et dialectique outil-objet dans l'enseignement des mathématiques. Une réalisation dans le cursus primaire. Thèse de Doctorat d'Etat, Université Paris 7.
- DUCROT (O.).— (1980). *Les échelles argumentatives*. Paris, Editions de Minuit.
- DUCROT (O.).— (1980). *Les mots du discours*, Paris, Editions de Minuit.
- GILLY (M.).— (1980). *Maîtres-élèves. Rôles institutionnels et représentations*, Paris, Presses Universitaires de France.
- INHELDER (B.), SINCLAIR (B.), BOVET (M.).— (1974). *Apprentissage et structure de la connaissance*, Paris, Presses Universitaires de France.
- MARTINAND (J.L.).— (1986). *Connaître et transformer la matière. Des objectifs pour l'initiation aux sciences et techniques*, Berne, Peter Lang.
- MORANGE (D.).— (1987). Activités langagières et résolution de problèmes arithmétiques. Communication orale.
- ORSINI-BOUICHOU (F.).— (1982). *L'intelligence de l'enfant. Ontogenèse des invariants*, Paris, Editions du C.N.R.S.
- PASCUAL LEONE (J.), GOODMAN (D.).— (1979). Intelligence and experience: a neo-piagetian approach, *International Science*, 8, 301-367.
- PIAGET (J.).— (1945). *La formation du symbole chez l'enfant*, Neuchâtel, Delachaux et Niestlé.
- PIAGET (J.).— (1950). *Introduction à l'épistémologie génétique*. T.I. *La pensée mathématique*, T.II: *la pensée physique*, T.III: *la pensée biologique, la pensée psychologique et la pensée sociologique*, Paris, Presses Universitaires de France.
- PIAGET (J.).— (1962). *Le développement des quantités physiques chez l'enfant*, Neuchâtel, Delachaux et Niestlé.
- POPPER (K.).— (1959). *The logic of scientific discovery*, Londres, Hutchinson.
- ROGALSKI (J.).— (1982). Acquisition de notions relatives à la dimensionalité de mesures spatiales (longueur, surface). *Recherches en didactique des mathématiques*, 343-396.
- SCHNEUWLY (B.), BRONCKART (J.P.).— (1985) (Eds.). *Vygotski aujourd'hui*, Neuchâtel, Paris, Delachaux et Niestlé.
- SIMON (H.A.).— (1979). *Models of thought*. Newhaven and London, Yale University Press.
- VERGNAUD (G.).— (1968). La réponse instrumentale comme solution de problème. Thèse de troisième cycle, Université de Paris.
- VERGNAUD (G.).— (1981). *L'enfant, la mathématique et la réalité*, Berne, Peter Lang.
- VERGNAUD (G.).— (1983). L'acquisition du concept de volume, *Recherches en Didactique des mathématiques*, n° 4.
- VERGNAUD (G.).— (1985). Concepts en Schémas dans une théorie opératoire de la représentation, *Psychologie française*, 245-252.
- VYGOTSKI (L.S.).— (1985). *Pensée et Langage*, Paris, Editions sociales.
- WALLON (H.).— (1942). *De l'acte à la pensée*, Paris, Flammarion.
- WALLON (H.).— (1945). *Les origines de la pensée chez l'enfant*, Paris, Presse Universitaires de France.