

JEAN-CLAUDE COULET

Stratégies d'appréhension de données présentées en tableau chez l'enfant

Publications de l'Institut de recherche mathématiques de Rennes, 1997-1998, fascicule 3
« Fascicule de didactique des mathématiques et de l'E.I.A.O. », , p. 35-43

http://www.numdam.org/item?id=PSMIR_1997-1998__3_35_0

© Département de mathématiques et informatique, université de Rennes,
1997-1998, tous droits réservés.

L'accès aux archives de la série « Publications mathématiques et informatiques de Rennes » implique l'accord avec les conditions générales d'utilisation (<http://www.numdam.org/conditions>). Toute utilisation commerciale ou impression systématique est constitutive d'une infraction pénale. Toute copie ou impression de ce fichier doit contenir la présente mention de copyright.

NUMDAM

Article numérisé dans le cadre du programme
Numérisation de documents anciens mathématiques
<http://www.numdam.org/>

Stratégies d'appréhension de données présentées en tableau chez l'enfant

Jean-Claude COULET

Maître de conférences, Université de Rennes 2

Résumé

Les pratiques évaluatives sont la plupart du temps limitées à l'appréhension des seules performances plutôt que des procédures, des stratégies ou encore des modèles du sujet relativement à un type de tâches. Le travail présenté ici met en évidence l'existence de stratégies différenciées et préférentiellement utilisées en fonction de l'âge des sujets dans une tâche d'extraction de données présentées en tableau chez des élèves de 7 à 11 ans.

Introduction

L'évaluation tient une place importante dans les pratiques sociales actuelles. Comme dans le cadre scolaire, il est devenu banal dans le monde du travail de tenter d'apprécier ce que sont les savoirs ou savoir-faire des personnes. Cette orientation massive vers "l'évaluatif" se réalise à travers l'utilisation d'une quantité impressionnante d'examens, de tests et d'épreuves diverses, dont certaines - il faut bien le dire - affichent une ambition assez inquiétante. Il en est ainsi lorsque, par exemple, il s'agit d'apprécier quelque chose de l'ordre de la personnalité d'un candidat, de son aptitude à coopérer ou à diriger, etc., à partir du simple examen graphologique de sa lettre de motivation.

Mais au-delà de ces cas extrêmes, il reste à se demander ce que les évaluations parviennent à saisir des caractéristiques des individus qui y sont soumis et surtout, dans quelle mesure les données ainsi produites sont utilisables au regard des objectifs qu'on cherche à atteindre à travers elles. La recherche présentée ici s'inscrit dans une telle problématique. Elle se rapporte plus spécifiquement au domaine scolaire. Toutefois, bien des points que l'on abordera dans ce qui suit sont très probablement assez facilement transposables dans d'autres contextes.

1 - Les évaluations du Ministère de l'Education Nationale

Depuis plusieurs années déjà, le Ministère de l'Education Nationale réalise des évaluations systématiques à plusieurs niveaux de la scolarité. Celles-ci ont pour principal objectif de donner, en vraie grandeur - puisque tous les élèves français des niveaux concernés passent ces épreuves - une image de leurs savoirs et savoir-faire de base. En outre - même si l'objectif s'avère sur ce plan très ambitieux - ces évaluations sont également censées permettre aux enseignants de disposer d'informations suffisamment pertinentes pour élaborer des actions de remédiation en faveur des élèves en difficulté.

1 - 1 - L'évaluation portant sur des données présentées en tableau

Parmi les items régulièrement présents dans les évaluations destinées aux élèves de CE2 et de 6ème, on trouve la présence de tableaux dans lesquels les élèves doivent prélever des informations pertinentes relativement à tel ou tel type de questions. L'objectif de tester, grâce à ces items, une telle compétence est d'ailleurs clairement affichée par les concepteurs

de ces épreuves. En effet, ils le proposent, pour le CE2, dans la rubrique "Résolution de problèmes ; Rechercher et interpréter l'information", sous la forme de l'objectif : "Lire et/ou remplir un tableau à double entrée" et, pour la 6ème, dans la rubrique "Réception ; Lire un énoncé, un graphique, un tableau, un dessin", sous la forme de l'objectif : "Extraire des informations d'un énoncé ou d'un tableau".

1 - 2 - Limites des informations recueillies

Toutefois, il faut bien reconnaître que, pour évaluer les réponses des élèves (à ce type d'item comme, plus généralement, à l'ensemble des épreuves proposées), les modalités de cotation utilisées ne permettent guère de dépasser le simple constat d'un niveau de réussite, exprimé sous la forme d'un pourcentage de bonnes et de mauvaises réponses. Même si une telle information n'est pas dénuée d'intérêt, surtout lorsqu'on a affaire à la population de référence (tous les élèves français de tel ou tel niveau scolaire), elle risque cependant de rester très peu pertinente pour mettre en oeuvre des actions de remédiation.

2 - Etude des stratégies, chez des enfants de 8-9 ans

Prenant pour base ces remarques comme problématique pratique et relevant, par ailleurs, que la littérature psychologique au sujet des classifications multiples reste relativement pauvre (Nguyen Xuan & al., 1983, p. 13), surtout en ce qui concerne le versant "compréhension" de données organisées en tableau (à notre connaissance, aucune étude n'a été réalisée sur cet aspect), nous nous sommes engagés dans une recherche portant sur les stratégies d'appréhension de données présentées en tableau, chez des enfants de 7 à 11 ans.

Pour mener à bien notre projet, nous avons commencé par analyser les conduites de 68 élèves de CE2 dont nous nous sommes attachés à rendre visibles les procédures qu'ils utilisent lorsqu'ils ont à extraire des informations présentées en tableau.

2 - 1 - Méthode générale

Dans ce but, nous avons construit une série de 6 tableaux présentant systématiquement deux doubles marges dans lesquelles figurent quatre critères de classes (forme, couleur, taille, épaisseur) exprimés en deux modalités pour chacun (par exemple : rond et triangle, pour la forme ; rouge et bleu, pour la couleur ; petit et grand, pour la taille ; mince et épais, pour l'épaisseur). Un tableau de ce type comporte donc seize cases représentant l'ensemble produit des quatre critères à deux modalités (cf. fig. 1). Chaque tableau ainsi construit se distingue des autres uniquement par la place occupée par le contenu de ses marges.

Tableau 1

		rouge		bleu	
		mince	épais	mince	épais
triangle	grand	1	40	13	7
	petit	23	35	53	41
rond	grand	13	0	72	26
	petit	4	38	66	54

Tableau 2

		triangle		rond	
		petit	grand	petit	grand
mince	rouge	13	20	27	12
	bleu	3	43	1	0
épais	rouge	25	99	50	38
	bleu	45	70	6	86

fig. 1 - Exemples de tableaux à double entrée soumis aux sujets

2 - 2 - Tâche

Suite à la question "Que désigne le nombre x ?" (cf. fig. 1, les cases repérées par des nombres cerclés), les sujets ont, pour chaque tableau proposé, à compléter par écrit quatre

phrases du type : "*le nombre x (par exemple, 13) indique qu'il y a x*". Chacune de ces phrases correspond à l'une des quatre cases cible du tableau.

L'intérêt de ce type de tâche est de permettre à l'expérimentateur, pour chaque réponse produite, de disposer de l'ordre des propriétés extraites des marges et ainsi, d'avoir une idée de la manière dont est organisée cette réponse. Il lui est alors possible de distinguer diverses *procédures* de production des réponses, grâce à l'ordre d'écriture de ces propriétés. Par exemple, pour la case cible 13 (cf. fig. 1), l'ordre : "*rond, grand, mince, rouge*" est lu comme relevant d'une procédure différente de celle qui produit l'ordre : "*rouge, rond, mince, grand*". En outre, lorsqu'on passe d'un tableau à l'autre, il devient possible de voir dans quelle mesure les sujets conservent ou non leurs procédures et, ainsi, de voir apparaître les *stratégies* sous-jacentes à ces procédures.

2 - 3 - Modalités de cotation

Les 24 réponses produites par chaque sujet (6 tableaux donnant lieu, chacun, à 1 réponse pour chacune des 4 cases cible) font l'objet d'une analyse débouchant sur le calcul de trois scores distincts :

1 - Un premier score est calculé à partir d'une matrice 4x4 (cf. fig. 2) comparant, pour un même tableau, chacune des réponses du sujet à toutes les autres. Les scores partiels obtenus ainsi pour chaque tableau (score compris dans [0,6]) sont ensuite additionnés pour fournir le score global de "*cohérence intra-tableau*" (score maximal égal à 36).

	rép. 1	rép. 2	rép. 3	rép. 4
rép. 1	/	/	/	/
rép. 2	1	/	/	/
rép. 3	1	1	/	/
rép. 4	1	1	1	/

fig. 2 - Matrice de calcul du score partiel de cohérence intra-tableau
(exemple d'un score maximal égal à 6)

2 - Un second score, appelé "*score de cohérence des parcours*" est fourni par la fréquence modale d'un même parcours des 4 marges (cf. fig. 3) sur l'ensemble des 24 réponses. Il s'agit donc d'un score sur 24.

CF 1		CF 2		T 1	
CP 1		CP 2		T 2	

fig. 3 - Exemples de parcours des 2 doubles marges (ici représentées par les petits carrés noirs)

3 - Un troisième score, appelé "*score de cohérence des concepts*" est fourni par la fréquence modale d'une même organisation conceptuelle des critères de classes, dont relève le contenu des marges des tableaux, pour l'ensemble des 24 réponses. Il s'agit donc, également, d'un score sur 24.

Concernant ces deux derniers scores, on a en outre choisi de parler de "*stratégie spatiale*" lorsque le score de cohérence sur les parcours est strictement supérieur à 12, c'est-à-dire à la moitié du nombre total de réponses ; de la même façon, on parlera de "*stratégie conceptuelle*" lorsque le score de cohérence sur les concepts est, lui aussi, strictement supérieur à 12.

2 - 4 - Résultats

Les résultats obtenus font clairement apparaître l'existence de deux catégories de stratégies qui, globalement, s'opposent (cf. fig. 4). D'une part on trouve en effet, des sujets qui, pour chacune des 24 réponses qu'ils produisent sur l'ensemble des 6 tableaux, ont tendance à organiser les 4 éléments de leur réponse de telle sorte que cela revient à privilégier une forme déterminée de parcours des marges de ces différents tableaux. Certains de ces sujets, dont l'effectif représente presque un huitième de la population, sont même capables de conserver un parcours rigoureusement identique sur la totalité des 24 réponses fournies. D'autre part, on remarque une seconde catégorie de sujets qui privilégient plutôt une organisation des 4 éléments de chacune de leurs réponses correspondant à un ordre déterminé des critères de classes en jeu dans les 6 tableaux. Ici, plus d'un huitième de la population parvient à conserver cette même organisation conceptuelle sur la totalité des réponses fournies.

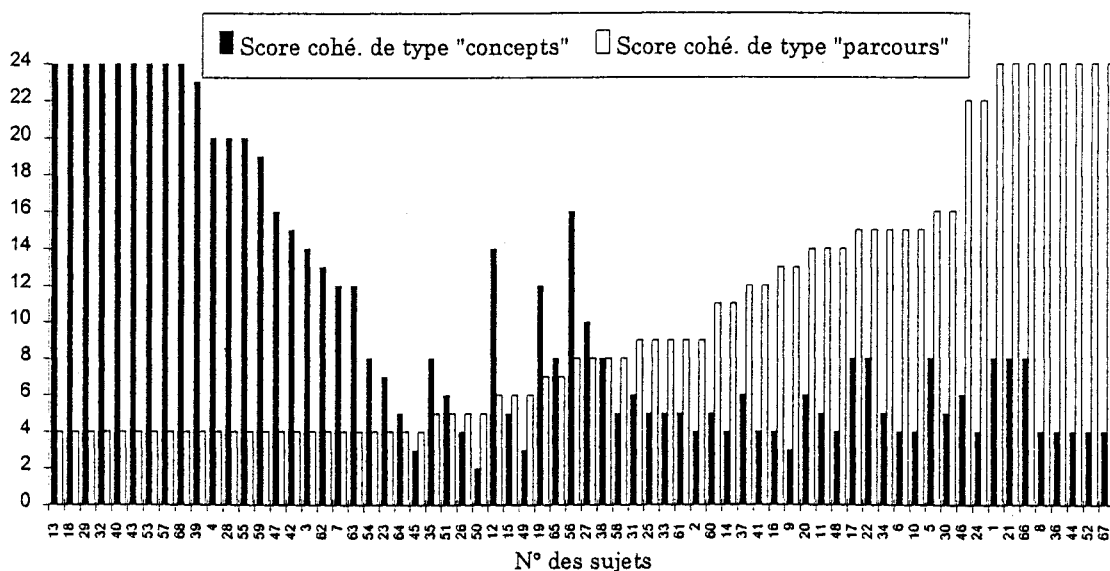


fig. 4 - Scores de cohérence des concepts et des parcours (/24)

C'est cette bipartition de la population que représente la figure 4, obtenue à partir d'un double tri des sujets produisant un ordre croissant sur le "*score de cohérence des parcours*" et un ordre décroissant sur le "*score de cohérence des concepts*". Il convient toutefois de remarquer que cette dichotomie, pour nette qu'elle soit, est loin d'être parfaite, puisque plus d'un tiers des sujets ne répond pas à notre critère (un de ces deux scores n'est pas strictement

supérieur à 12) de catégorisation des sujets sur le plan de leur stratégie de réponse. On constate donc qu'il existe également des sujets produisant des réponses qui, soit, ne présentent que très modestement l'une et l'autre de ces deux formes de régularités (par exemple, les sujets n° 64 ou 45), soit, les deux alternativement, sans pour autant que l'une soit franchement dominante par rapport à l'autre (par exemple, les sujets n° 27 ou 38). Pour l'ensemble de ces sujets, nous avons choisi de parler de sujets présentant une *stratégie mixte* ou une *absence de stratégie*.

Au regard de la figure 4, on voit également apparaître le fait que très rares sont les sujets dont la fréquence modale des régularités sur les parcours ou l'organisation des concepts est inférieure à 4. Ceci tient en grande partie au fait que les sujets présentent un score de cohérence intra-tableau généralement assez élevé ($m = 26.89$ sur 36) et qu'il est peu probable qu'un sujet produise ses 24 réponses de manière rigoureusement différente à chaque fois.

Néanmoins, il nous a semblé intéressant de voir si les trois catégories de sujets que nous avons distinguées se comportaient de la même façon au niveau du score de cohérence intra-tableau. Les résultats obtenus (cf. figure 6) sont nets.

A partir du calcul du H de Kruskal-Wallis¹, on constate que les scores moyens de cohérence intra-tableau diffèrent très significativement ($H = 25.93$, $ddl = 2$, $P < .0001$), selon que les sujets privilégient ou non l'une des stratégies. Alors que les sujets présentant une stratégie conceptuelle produisent le meilleur score assorti de la dispersion la plus faible, les sujets qui présentent une stratégie mixte ou une absence de stratégie obtiennent au contraire le score le plus faible, assorti de la dispersion la plus forte. Quant aux sujets présentant une stratégie spatiale, bien que plus proche des sujets se caractérisant par la stratégie conceptuelle, ils occupent ici une position intermédiaire (leurs différences de score avec les deux autres catégories de sujets sont toutes les deux significatives : respectivement, $U = 159,5$ $P < .02$ et $U = 144,5$ $P < .0001$).

Figure 6- Scores moyens de cohérence intra-tableau, en fonction de la stratégie adoptée

	Effectifs (total = 68)	Scores moyens (/36)	Dispersion
Stratégie conceptuelle	20	33.95	4.59
Stratégie spatiale	22	29.68	7.88
Stratégie mixte ou absente	26	19.12	10.70

2 - 5 - Discussion

Au regard de ces résultats, on peut avancer trois remarques principales :

a) En premier lieu, il convient de souligner que nos sujets de CE2 organisent leurs réponses de façon assez *systématique* puisqu'environ deux tiers d'entre eux ont pu être catégorisés comme ayant des configurations de réponses relevant, ou bien d'une stratégie spatiale, ou bien d'une stratégie conceptuelle et que, par ailleurs, ces deux catégories de sujets

1 - Les conditions d'utilisation d'un test paramétrique n'étaient pas remplies.

obtiennent un score de cohérence intra-tableau significativement supérieur à celui que produisent les autres sujets.

b) On peut noter ensuite que tout se passe comme si les stratégies observées relevaient de la mise en oeuvre par les sujets de deux formes d'invariants :

- un *invariant spatial*, d'une part, produisant des régularités au niveau du parcours des marges des différents tableaux
- un *invariant conceptuel*, d'autre part, plus abstrait, produisant lui un ordre constant sur les critères de classes (forme, couleur, taille, épaisseur), alors même que ces critères de classe n'existent dans les marges des tableaux que sous la forme de leurs modalités (triangle/rond, rouge/bleu, petit/grand, mince/épais).

c) Enfin, la stratégie conceptuelle, à la fois plus abstraite (elle implique un changement de niveau de catégorisation²) et donnant lieu à une plus grande cohérence des réponses chez les sujets qui l'utilisent, apparaît ici comme la plus élaborée.

L'ensemble des éléments qui précèdent et tout particulièrement nos deux dernières remarques ne pouvaient que nous inciter à poursuivre nos investigations en nous centrant plus directement cette fois sur l'évolution des conduites en fonction de l'âge des sujets.

3 - Etude de l'évolution des stratégies, chez des enfants de 7 à 11 ans

L'éclairage de la littérature directement centrée sur les classifications ou, plus généralement, sur le développement de l'enfant, nous a fourni un certain nombre d'éléments particulièrement utiles pour tenter d'insérer les résultats précédents dans une perspective génétique.

3 - 1 - Quelques données de la littérature

Notre objectif n'étant pas ici de développer des conceptions théoriques, nous nous limiterons à trois remarques générales.

3 - 1 - 1 - La place du spatial dans les classifications étudiées par Piaget & Inhelder

A un premier niveau, on notera que les résultats produits par Piaget & Inhelder (1959) font clairement apparaître des conduites de classifications qui, chez les plus jeunes enfants, sont assez largement déterminées par des aspects spatiaux. Il en est ainsi des collections figurales où les relations de contiguïté jouent un rôle décisif dans les productions des sujets. Mais, il en est ainsi également dans les activités de complétion de matrices lorsque c'est la prégnance des configurations qui est interprétée par les auteurs comme responsable des réussites précoces.

3 - 1 - 2 - La place du spatial dans les classifications étudiées par N'Guyen-Xuan & al.

De la même manière, les sujets de N'Guyen-Xuan & al. (1983) paraissent réaliser le remplissage des cases d'un tableau à double entrée à partir de règles implicites plutôt fondées

2 - En passant, par exemple, des modalités "rouge" et "bleu" à la catégorie "couleur", les sujets opèrent en effet un changement de niveau de catégorisation comparable à ceux que l'on repère dans les travaux sur la catégorisation en termes de "niveau de base", "niveau super ordonné", "niveau subordonné" (cf., par exemple, Cordier, 1993).

sur des considérations spatiales locales, pour les plus jeunes, alors que les plus âgés prendraient en compte l'organisation générale du tableau où, cette fois, ce sont plutôt les caractéristiques logiques de son organisation qui sont déterminantes.

3 - 1 - 3 - La place du spatial dans l'épreuve de quantification de l'inclusion

Dans le cadre de la résolution de l'épreuve de quantification de l'inclusion, d'autres auteurs (Bideaud & Lautrey, 1983; Houdé, 1992) mettent également l'accent sur des conduites où l'espace semble jouer un rôle important. Il en est ainsi (cf. Bideaud & Lautrey, 1983) lorsque les sujets les plus jeunes semblent produire des réponses correctes à partir de la distribution des ensembles en jeu dans des espaces distincts (sans pour autant être capables de la logique nécessaire pour réussir les épreuves modifiées), tandis que les plus âgés seraient, eux, aptes à raisonner de façon plus abstraite et logique. Bien que différente, l'interprétation de Houdé (1992), pour ces mêmes épreuves, débouche sur la mise en évidence de l'importance de l'aspect "contiguïté" chez les plus jeunes, par opposition aux aspects "substituabilité" logique chez les plus âgés.

3 - 2 - Hypothèse développementale

Partant des considérations théoriques ci-dessus et des résultats obtenus au niveau CE2, nous avons alors conjecturé que le niveau de développement des sujets les plus jeunes les conduirait, dans les tâches d'extraction des informations pertinentes présentées en tableau, à mobiliser préférentiellement une stratégie de type spatial, tandis que le niveau de développement des sujets les plus âgés les amènerait à mobiliser, eux, préférentiellement une stratégie conceptuelle, dans ce même type de tâche.

3 - 3 - Méthode et résultats

3 - 3 - 1 - Choix de la population

Pour tester notre hypothèse concernant l'évolution génétique des stratégies observées, nous avons travaillé à trois niveaux scolaires : CE1, CE2 et 6ème. Ce choix a été guidé par les considérations suivantes. Il nous a semblé tout d'abord, que nos tâches étaient difficilement abordables par des sujets d'un niveau scolaire inférieur au CE1. En effet, même si ceux-ci ont eu à travailler sur des tableaux, ils ne disposent probablement pas encore d'une expertise suffisante dans ce domaine pour appréhender la complexité de nos tâches. Quant au choix des élèves de 6ème, nous avons retenu cette population du fait que les enfants sont susceptibles d'être, en majorité, parvenus au niveau de la catégorisation logique (Bideaud & Lautrey, 1983; Houdé, 1992). Enfin, en ce qui concerne les sujets de CE2, nous nous sommes contentés d'augmenter notre population de départ de quelques sujets qu'il nous était facile de tester.

Les autres aspects méthodologiques ont été reconduits à l'identique, afin de pouvoir intégrer l'ensemble des données déjà recueillies.

3 - 3 - 2 - Principaux résultats

Pour rendre compte des changements relatifs aux stratégies utilisées par les sujets des trois niveaux scolaires, nous avons successivement comparé, pour chaque groupe (cf. figure 7) :

- les scores moyens cohérence des parcours
- les scores moyens cohérence des concepts
- les scores moyens cohérence intra-tableau

Figure 7 - Evolution des scores, en fonction du niveau scolaire

Niveaux	Effectifs	Score moyen de cohérence des parcours		Score moyen de cohérence des concepts		Score moyen de cohérence intra-tableau	
		m (/24)	s.d.	m (/24)	s.d.	m (/36)	s.d.
CE1	39	16,87	7,73	6,36	3,95	30,62	8,37
CE2	77	10,09	6,88	9,91	7,22	26,66	10,46
6ème	21	8,38	6,32	14,24	8,37	32,95	7,19

En ce qui concerne les scores moyens cohérence des parcours, on constate qu'ils diffèrent significativement en fonction du niveau scolaire des sujets ($H = 23,29$ ddl = 2 $P < .0001$). Ces scores, ordonnés des plus élevés chez les CE1 aux moins élevés chez les 6ème indiquent très clairement que les régularités portant sur les parcours identiques que réalisent les sujets pour produire leurs réponses sont en très nette diminution lorsqu'on passe du CE1 à la 6ème.

En revanche, c'est à un phénomène inverse que l'on assiste lorsqu'on s'intéresse, cette fois, aux régularités de type conceptuel. En effet, on obtient ici encore des différences significatives entre les moyennes ($H = 11,15$ ddl = 2 $P < .003$), mais cette fois à l'avantage des sujets de 6ème qui réalisent le meilleur score alors que les sujets de CE1 réalisent, eux, le plus faible.

Enfin, on peut noter, de façon tout à fait intéressante, que les scores de cohérence intra-tableau s'avèrent eux aussi significativement différents ($H = 10,37$ ddl = 2 $P < .005$) mais, dans un rapport tel que, cette fois, ce sont les sujets du CE2 qui se démarquent nettement des deux autres groupes en produisant le score le plus faible.

4 - Interprétation et conclusions

La lecture de données présentées en tableau par des enfants de 7 à 11 ans fait donc appel à des processus cognitifs qui semblent s'organiser autour de deux formes de conduites : celles qui s'appuient sur une stabilité des parcours des marges, d'une part et celles qui trouvent leur origine dans une invariance portant sur les concepts que les sujets infèrent à partir de ces mêmes marges, d'autre part. Ainsi, des compétences semblables se révèlent ici supportées par des stratégies nettement différenciées qui, de plus, ne semblent pas également disponibles selon qu'on se situe à tel ou tel niveau scolaire, le CE2 apparaissant ici comme un niveau charnière qui fait exception.

Dès lors, il devient évident que les résultats obtenus ici plaident en faveur des trois points suivants :

1) L'analyse des *procédures*, des *stratégies* et, au-delà, dans la mesure du possible, des *modèles utilisés par les sujets* pour résoudre une classe de tâches constitue une investigation indispensable si l'on veut comprendre quelles sortes de savoirs et savoir-faire sont responsables de tel ou tel type de performances.

2) Une telle démarche ne saurait cependant suffire. Une *approche développementale* des processus cognitifs ainsi mis à jour se révèle également indispensable si l'on veut comprendre leur importance relative en fonction du niveau des sujets.

3) Bien qu'au terme d'un tel travail on dispose d'une connaissance accrue des fonctionnements cognitifs mis en oeuvre par les sujets, on n'est pas pour autant en mesure de

mettre en place des *activités de remédiation* pour les sujets les plus en difficulté. Celles-ci restent non seulement à concevoir, mais encore à tester pour en connaître l'efficacité.

On le voit, la démarche d'une évaluation diagnostique susceptible de déboucher sur des remédiations n'est pas nécessairement simple. Cependant c'est une démarche qui est - et qui sera - probablement de plus en plus inévitable si l'on veut s'attaquer aux problèmes cruciaux de formation et d'éducation qui se posent aujourd'hui.

Références bibliographiques

- Bideaud, J. & Lautrey, J. (1983). De la résolution empirique à la résolution logique du problème d'inclusion : évolution des réponses en fonction de l'âge et des situations expérimentales. *Cahiers de Psychologie Cognitive*, 3, 295-326.
- Houdé, O. (1992). *Catégorisation et développement cognitif*. Paris : PUF.
- N'Guyen-Xuan, A., Cauzinille-Marmèche, E., Frey, I., Mathieu, J. & Rousseau, J. (1983). *Fonctionnement cognitif et classification multiple chez l'enfant de 4 à 7 ans*. Paris : Editions du CNRS.
- Piaget, J. & Inhelder, B. (1959). *La genèse des structures logiques élémentaires*. Neuchâtel : Delachaux & Niestlé.