

## INTERACTIONS SOCIALES DANS L'APPRENTISSAGE DE CONNAISSANCES MATHÉMATIQUES CHEZ L'ENFANT<sup>(1)</sup>

**Maria-Luisa Schubauer-Leoni**  
**Anne-Nelly Perret-Clermont**

La problématique que nous allons aborder dans ce chapitre concerne l'élaboration effectuée par l'enfant, en interaction avec autrui de notions scolaires : en l'occurrence des *contenus mathématiques élémentaires*.

### Un changement épistémologique important

Les apprentissages mathématiques chez les jeunes élèves constituent un champ complexe irréductible à la construction d'autres savoirs et dont le fonctionnement mérite une approche spécifique.

Considérons alors d'un point de vue épistémologique quelques données qui caractérisent le champ des apprentissages mathématiques qui nous intéresse ici :

— *Les savoirs scolaires sont enseignés* avant notre intervention et le demeurent parallèlement et après. Ils sont des objets marqués socialement en tant qu'objets scolaires mais aussi investis des significations diverses qu'y confèrent le milieu familial, social et culturel.

— Ces savoirs sont enseignés par des *acteurs sociaux* qui sont censés être formés pour cela. Il s'agit, dans notre cas, d'*enseignants d'école primaire*, des « généralistes » qui entretiennent une relation particulière avec ces savoirs (Perret, 1981). De plus il s'agit d'enseignants ayant des méthodes d'enseignement propres et qui font appel en partie au

« travail de groupe ». N'oublions pas que ce type de pratique interactive a déjà été préconisé depuis longtemps par des pédagogues tels que Freinet, Cousinet, Decroly, etc.

— *Les élèves* à leur tour approchent les savoirs scolaires en fonction de leur « habitus » d'élèves ayant déjà eu à faire avec ce genre d'objets. Leur passé les invitera plus ou moins bien à identifier les objets de l'enseignement. On comprend donc que l'enfant sorti de sa classe et confronté, par un expérimentateur étranger, à un « nouveau » problème à résoudre puisera vraisemblablement dans son *histoire scolaire* passée. Il interprétera son rôle dans la tâche proposée et fera preuve de telle ou telle compétence, en fonction d'une *construction d'habitudes* à la fois cognitives et sociales acquises par ailleurs.

L'image qu'il se fera de son partenaire (adulte ou enfant) au cours de l'interaction sera également marquée par l'*objet* dont il est question. Celui-ci à son tour, devenu enjeu de l'interaction, va être marqué par l'enjeu relationnel particulier qu'il représente, ce qui peut introduire des glissements dans les significations qui se construisent à son propos. L'objet de connaissance sera, dans sa nature même, marqué par les significations que les acteurs apprennent à lui conférer.

— Du coup la place de l'expérimentateur dans l'interaction se trouve quelque peu modifiée : il est fort probable que par référence à la situation de classe l'élève lui attribue la place d'un enseignant (voire lui fasse jouer ce rôle malgré lui).

Puisque nous prétendons étudier comment l'enfant élabore des contenus mathématiques, nous devons donc, dans le cadre du changement épistémologique opéré, repenser d'abord la signification théorique des données que nous récoltons par notre intervention expérimentale et spécifier sa portée, condition pour mieux comprendre l'articulation des pratiques d'enseignement/apprentissage de savoirs scolaires spécifiques et leur rapport avec le champ dans lequel elles se situent. Il serait illusoire et épistémologiquement douteux de penser cerner exhaustivement les processus en jeu dans l'enseignement/appropriation de contenus mathématiques par des expériences de laboratoire exclusivement. Ce vaste objet d'étude fait appel à des méthodologies de recherches diversifiées et ne peut pas se passer de la prise en compte de ce qui se joue dans la classe scolaire elle-même,

au cours des interactions quotidiennes entre le maître, les élèves et les savoirs scolaires.

Dans cette perspective, en didactique des mathématiques, Brousseau (1976) conçoit et étudie des séquences d'enseignement (*situations didactiques*) qui font appel à l'articulation entre ce qu'il appelle les *dialectiques de l'action, de la formulation et de la validation*; dialectiques créées par les contraintes de la situation et qui sont par nature interactionnistes et sociales.

Pour conduire le lecteur au sein de notre problématique nous retracerons l'élaboration de celle-ci **dans le mouvement d'une double démarche** :

- 1) Une première approche menée en **psychologie sociale génétique**, avec de nombreux travaux mettant en évidence le rôle moteur des échanges interpersonnels dans la construction de l'intelligence (Perret-Clermont, 1979; Perret-Clermont et Schubauer-Leoni, 1981; Doise et Mugny, 1981).
- 2) Une deuxième approche qui s'est construite à partir d'un certain nombre de réflexions à propos des rapports entre *la psychologie génétique et l'enseignement des mathématiques* (Brun et Conne, 1979).

Dans le cadre de la première approche l'analyse des effets de l'interaction sociale sur les compétences cognitives des enfants nous a rendus particulièrement attentives aux caractéristiques sociales des situations de test et d'apprentissage. En effet, les niveaux de conduite opératoire des sujets nous sont apparus fort sensibles non seulement au contenu notionnel des tâches présentées mais aussi aux particularités des « mises en scène » de la tâche et aux modalités des relations interpersonnelles invoquées (Perret-Clermont et al., 1982). Les variations intergroupes des niveaux de performance sont également apparues dépendantes du contexte culturel d'origine des sujets : le « développement intellectuel » même dans sa définition opératoire apparaissant comme le fruit d'un processus d'acculturation dont l'enfant ne serait pas auteur mais « co-auteur ».

Pour saisir cette dynamique cognitive et sociale du développement de la pensée, nous voyons alors qu'il est nécessaire d'aller au-delà des *signes* d'une compétence opératoire en les restituant d'emblée dans leur *contexte d'élaboration*.

Cette démarche théorique de prise en compte du contexte de production des réponses de l'enfant relève d'une objectivation se situant sur deux plans :

— le premier qui essaie de prendre en compte l'ethnocentrisme (culturel et professionnel) de l'adulte expérimentateur afin de ne pas attribuer à certains signes de compétence chez l'élève le rapport scientifique à l'objet de connaissance qui est celui de l'observateur. Grâce à ce premier travail d'objectivation l'expérimentateur peut alors se donner les moyens de saisir comment l'élève se représente le problème posé : quel décodage fait-il de la question pour qu'elle ait un sens pour lui ? Quelle interprétation élabore-t-il de la mise en scène organisée pour parvenir à jouer un rôle qu'il ne connaît pas d'emblée et qu'il doit apprendre à identifier (c'est-à-dire celui du sujet-répondant-adéquatement-aux-questions-posées) ?

— Le deuxième plan d'objectivation analyse systématiquement la dialectique sociale et cognitive engagée dans toute relation de questionnement et de réponse; dialectique qui peut prendre des formes très différentes. Elle dépendra notamment de la perception que l'élève développe de la relation sociale dans laquelle il est engagé et dont l'asymétrie trahit une distance sociale (de classe et/ou de statut) plus ou moins « surmontable » (formellement) à ses yeux.

Nous proposons alors d'interpréter les performances des élèves comme relevant de *méta-contrats* ayant permis l'établissement, hic et nunc, de l'intersubjectivité entre les partenaires et ceci en passant par des phases de confrontation à une réalité sociale seulement *partiellement* partagée, pouvant déclencher des conflits sociocognitifs. Ce sera alors par un jeu, parfois assez complexe, de régulations, à la fois sociales et cognitives, que l'enfant parviendra à un état satisfaisant d'intersubjectivité avec le partenaire, état qui lui permettra d'engager un travail de véritable élaboration cognitive à propos de l'objet-problème que l'adulte lui soumet. S'il nous a semblé déjà très important d'intégrer explicitement la prise en compte de ces processus dans les théorisations classiques des processus opératoires au sens piagétien, cela s'avère *d'autant plus nécessaire* lorsque nous abordons des notions plus complexes et sans doute plus marquées culturellement comme le sont les *mathématiques enseignées à l'école*. Et pourtant notre perspective n'est pas mathématicienne au sens que les mathématiques qui nous intéressent ici sont bien les *mathématiques enseignées à l'école* et non les mathématiques telles que les mathématiciens les ont inventées.

De l'un à l'autre contexte il y a tout le travail et la distance de la « transposition didactique » (Verret, 1975; Chevallard, 1980; Conne, 1981). De plus, dans le champ scolaire nous avons à faire à des agents sociaux divers qui élaborent des représentations sociales spécifiques de l'objet d'enseignement ainsi « dé- et re-contextualisé » (Perret-Clermont *et al.*, 1981). Nous pensons donc qu'il est réductionniste de substituer *formellement* un objet (un savoir scolaire mathématique X) à un autre (une notion opératoire piagétienne) et de postuler que les *mêmes* mécanismes seraient à l'oeuvre alors qu'il s'agit d'objets différents.

Toute tentative de « prolongement » des recherches sur la construction sociale de l'intelligence par *simple substitution d'objet* dans des paradigmes expérimentaux efficaces par ailleurs, mais qui se ferait sans *repenser* le cadre théorique — même partiel et provisoire — apte à rendre compte de la complexité du schéma expérimental nouvellement créé, se révélerait doublement risquée : cela amènerait paradoxalement d'une part à sous-estimer la portée des résultats obtenus antérieurement; d'autre part, à sur-généraliser ces résultats à d'autres objets, ce qui a beaucoup de chance d'être inefficace dans une perspective de didactique des mathématiques (Brun, 1981). Quelle est alors la spécificité des contenus mathématiques ?

### **Les contenus de connaissances mathématiques ne sont pas réductibles aux notions opératoires au sens piagétien**

Et pourtant de telles transpositions trop générales, sans vérifications systématiques suffisantes, ont été tentées à plusieurs reprises : les rapports entre psychologie génétique et enseignement des mathématiques ont souvent été conçus dans un sens qui dénature la conception épistémologique qui était censée les sous-tendre. Ainsi, en étudiant les développements récents de la pédagogie, on peut découvrir une série d'expériences qui, en voulant s'inspirer des travaux récents de la psychologie, ont en fait abouti à une réification des concepts piagédiens allant jusqu'à la transformation en exercices scolaires du dispositif expérimental utilisé pour mettre en évidence le développement. L'exemple le plus frappant est peut-être celui du sort subi par la notion de nombre. Des manuels se sont mis à parler de « construction du nombre » en référence à la conception — devenue définition — piagétienne selon laquelle le nombre est la synthèse de la sériation et de l'inclusion de classes. En croyant pouvoir fidèlement

se baser sur les travaux de Piaget, ces manuels proposent de faire construire le nombre par les élèves en leur faisant faire des exercices de sériation d'un côté, de classification de l'autre, comme éléments d'un cursus d'étude. En fait il s'agit là d'une positivisation de l'approche épistémologique qui lui fait perdre son véritable sens : elle aboutit à enfermer l'enfant dans des activités qui laissent de côté les expériences qu'il peut avoir du nombre et de la quantification, sous prétexte de s'appuyer sur « ce qu'est » le nombre (Brun et Schubauer-Leoni, 1981).

L'articulation qui existe entre l'élaboration de connaissances mathématiques et les instruments généraux de la pensée a déjà été partiellement explorée (Brun, 1975, 1979; Vergnaud, 1980). Ces travaux montrent déjà que les liens sont bien plus complexes que prévu. Dans l'une de nos recherches (Schubauer-Leoni et Perret-Clermont, 1980) nous avons également dû constater que les liens de dépendance supposés entre certaines structures opératoires et des contenus de connaissance mathématique particuliers ne sont pas aussi directs que nous l'avions imaginé. Ainsi nous nous attendions à ce que plus l'enfant serait avancé sur le plan opératoire à une épreuve de composition additive du nombre, plus il serait susceptible de compléter correctement des égalités lacunaires de type «  $a + \dots = c$  » ou «  $a + b = \dots$  ».

De même nous avons émis l'hypothèse que si les enfants ont achevé la construction opératoire de ces signifiés (sous forme de composition additive du nombre), ils auraient plus facilement recours au code équationnel enseigné à l'école. Les résultats nous indiquent, au contraire, que le stade le plus avancé à l'épreuve piagétienne choisie n'est ni une condition nécessaire, ni une condition suffisante à la résolution des équations lacunaires proposées. L'achèvement de la construction opératoire ne semble pas non plus être une condition suffisante pour que l'élève recoure au formalisme mathématique usuel lors d'un codage.

Ces quelques études montrent déjà comment au niveau des processus d'acquisition l'objet de connaissance que sont les mathématiques présente une *spécificité*. Celle-ci ne se situe d'ailleurs pas uniquement à ce niveau. Faut-il rappeler qu'il s'agit, lorsqu'on parle de mathématiques, de contenus historiquement situés, culturellement marqués et qui, de plus, sont enseignés dans le contexte socialement

défini et organisé qu'est l'école ? Les mathématiques (comme la langue par ailleurs) sont constituées d'objets codifiés et réglés selon un système élaboré antérieurement et extérieurement à l'enfant. Ce dernier ne les invente pas spontanément tout seul : éventuellement il se les approprie.

### La formulation d'écritures symboliques : recherches expérimentales

Nous avons abordé l'étude des processus d'appropriation de contenus mathématiques en commençant par la *problématique de la formulation* et nous nous sommes proposées d'étudier *l'impact du contexte interpersonnel dans lequel se déroule une activité de formulation d'un problème additif*. Parallèlement une autre question que nous nous posions était celle des liens éventuels que l'enfant serait amené à construire entre différentes activités faisant intervenir des écritures symboliques. Considérons un élève qui a une expérience scolaire assez importante d'activités portant sur des écritures arithmétiques du genre  $5 + 3 - 2 = \dots$ , et qui est invité à représenter par écrit une opération additive (sans que le recours au registre mathématique soit explicitement mentionné) : comment va-t-il représenter le problème et sa solution ?

Dans cette perspective nous voulons saisir la connaissance mathématique en fonctionnement : *notre problème devient celui de rendre compte du rapport existant entre les caractéristiques cognitives, matérielles et relationnelles de la situation et l'actualisation des connaissances* en mettant en évidence le rôle médiateur des *procédures* et des *représentations*.

Les recherches que nous traiterons ici ont été réalisées avec des élèves de deuxième primaire (7-8 ans) du canton de Genève et se sont déroulées selon un schéma expérimental en 4, voire 5 temps successifs.

**TEMPS 1** : l'élève résoud seul et dans le contexte habituel de la classe une épreuve papier-crayon du même genre que celles en usage dans les classes de deuxième primaire du canton (type  $a + b - c = x$ ,  $a + x = b$ , etc.).

L'expérimentateur n'est pas le même pour cette phase de test papier-crayon et pour les temps ultérieurs afin de ne pas induire par un lien de personne l'utilisation de l'écriture équationnelle lors des tâches subséquentes de formulation.

**TEMPS 2 :** un nouvel expérimentateur présente à l'enfant (individuellement hors de la classe ou « collectivement » dans le cadre de la classe selon les conditions expérimentales) une situation faisant intervenir des opérations d'addition et de soustraction et demande à l'élève de formuler par écrit ce qui s'est passé. L'expérimentateur effectue la manipulation sous les yeux des élèves. Dans la première de ces expériences (Schubauer-Leoni et Perret-Clermont, 1980) la manipulation est la suivante : l'adulte met à deux reprises des bonbons dans un cornet et puis en retire quelques uns et finalement demande à l'enfant s'il est possible de savoir « combien de bonbons il y a à la fin dans le cornet ». Dans une autre expérience (Brun et Schubauer-Leoni, 1981) il s'agit d'un jeu de 3 dés (2 rouges et 1 vert) où la règle du jeu est la suivante : « Je vais jeter les dés ensemble. On décide qu'on gagne les points des dés rouges et qu'on perd les points du dé vert ». Les dés sont lancés et placés à la vue des élèves qui notent sur une feuille « tout ce qui s'est passé avec les points pendant le jeu et les points qu'il y a à la fin du jeu une fois qu'on a gagné et perdu ». Dans ce cas, il est important de souligner que la formulation écrite intervient sans que l'enfant soit invité préalablement à expliciter verbalement la composition exhaustive des données du problème.

**TEMPS 3 :** au cours du temps 3 les élèves sont répartis dans diverses conditions expérimentales caractérisées par des *contextes relationnels différents* :

— **Condition expérimentale 1 :** les enfants produisent leur formulation à deux et soumettent ensuite leur message à un pair décodeur absent lors du codage.

— **Condition expérimentale 2 :** le codage est réalisé entre deux partenaires qui formulent le message pour un tiers absent, qui, en fait, ne procédera pas au décodage (communication invoquée). Dans cette condition expérimentale des variantes ont été introduites dans la situation : soit les enfants produisent un code commun sur une même feuille (2a), soit chaque enfant code à tour de rôle et vérifie la formulation du camarade (2b).

— **Condition expérimentale 3 :** l'élève code seul et communique ensuite le message à un pair décodeur.

— **Condition expérimentale 4 :** l'élève code seul (comme dans la situation classique de test psychologique).

— **Condition témoin :** lors du temps 3 les élèves de cette condition ne sont confrontés à aucune tâche expérimentale.

Lorsqu'il y a formulation en interaction (conditions expérimentales 1 et 2) nous avons constitué les couples de codeurs en souhaitant favoriser des confrontations sociocognitives : puisqu'il s'agit systématiquement d'élèves qui n'ont pas recouru à l'écriture équationnelle lors du codage du temps 2, nous avons constitué des duos qui ont fait appel précédemment à un registre de nature différente pour signifier les opérations en jeu. Ainsi lors de la première recherche (Schubauer-Leoni et Perret-Clermont 1980) nous avons mis par exemple : un enfant qui code en langage naturel avec un autre qui utilise plutôt le dessin ou d'autres schémas et indices perceptifs. Dans la recherche où les enfants doivent coder la composition des gains et des pertes dans un jeu de dés, les couples ont été formés en fonction de la composition qu'ils opèrent et actualisent au temps 2 (ex. : un enfant qui décrit les gains et la perte sans les composer avec un enfant qui effectue au moins une composition partielle des données; cf. Brun et Schubauer-Leoni, 1981).

Les tâches effectuées au temps 3 sont du même genre que celles proposées au temps 2 : identiques quant aux compositions en jeu ( $a + b - c = x$ ) et différentes quant à l'« habillage » de la tâche et au matériel à manipuler.

**TEMPS 4 :** les élèves sont à nouveau testés selon les mêmes procédures et dans les mêmes contextes relationnels qu'au temps 2.

**TEMPS 5 :** (dans une expérience seulement) l'élève se voit proposer un test papier-crayon calqué sur celui du temps 1.

Dans les différentes situations où l'enfant doit produire une formulation écrite, l'analyse en termes cognitifs du problème montre que pour trouver une solution l'enfant doit soit enchaîner une addition et une soustraction et trouver le bilan final :  $a + b - c = x$ , soit opérer un bilan intermédiaire :  $a + b = x_1$ ,  $x_1 - c = x_2$ . L'écriture d'une telle opération mentale comporte le recours à deux types de

signes : ceux qui représentent les **quantités** et ceux représentant les **opérations** sur ces quantités.

L'enchaînement des deux types de signes peut correspondre au déroulement dans le temps du calcul effectué par l'élève. Mais il peut aussi s'en détacher quand l'écriture de l'égalité représente les relations en jeu entre les quantités et leur bilan, et non pas la procédure de calcul. Si, comme le fait remarquer Bresson (1978), on peut bien représenter un calcul sans représenter les opérations (c'est le cas, par exemple, lors d'un calcul avec un boulier où le support nous informe sur les états et non sur les opérations effectuées), en revanche l'expression arithmétique  $a + b - c = x$  a une double fonction car elle communique les états et les opérations. En effet celui qui la produit utilise les signes pour garder la trace de son calcul (ou de la relation qu'il représente) et celui qui la lit utilise les signes comme des ordres d'effectuer des opérations.

Etant donné cette double fonction des signes, nous avons fait l'hypothèse que *les situations expérimentales qui sollicitent explicitement l'interaction et la communication seraient particulièrement pertinentes pour favoriser la production et l'évolution d'écritures symboliques et arithmétiques* (Schubauer-Leoni et Perret-Clermont, 1980; Brun et Schubauer-Leoni, 1981).

Les situations où les enfants produisent un code à deux pour le soumettre ensuite à un tiers décodeur étaient donc celles qui nous semblaient les plus aptes à susciter au cours de la micro-histoire expérimentale des progrès dans les écritures, ceci dans la mesure où des confrontations cognitives se seraient produites entre partenaires au moment du codage et entre codeurs et décodeurs lors du décodage du message. Nous utilisons ici «progrès» dans le sens de l'élaboration d'un code dont la formulation serait de plus en plus explicite et intelligible par autrui : allant dans le sens d'une composition de plus en plus pertinente des données du problème, voire même un recours plus systématique au formalisme équationnel appris en classe par ailleurs.

## Principaux résultats

Nous examinerons les productions des enfants de ces expériences en fonction de différentes grilles de lecture. Dans un premier temps

nous analyserons le recours à l'écriture équationnelle (a) selon les conditions expérimentales et en fonction des résultats au test papier-crayon d'équations lacunaires (expérience Schubauer-Leoni et Perret-Clermont 1980 et expérience Brun et Schubauer-Leoni 1981). Nous dégagerons ensuite les principaux résultats de l'expérience avec les bonbons (Schubauer-Leoni et Perret-Clermont 1980) en fonction du *degré d'explicitation des productions* (b). La deuxième expérience (Brun et Schubauer-Leoni 1981) sera analysée en tenant compte des *formulations des opérations sur les quantités* (c). La section suivante (d) portera alors sur la mise en rapport de ces deux derniers critères d'analyse des productions (b et c).

### a) Recours à l'écriture équationnelle conventionnelle

Les élèves ont une certaine pratique scolaire du symbolisme mathématique et manifestent une certaine « maîtrise » des égalités arithmétiques élémentaires au test papier-crayon du temps 1; cependant lors du temps 2, quand la consigne requiert de l'enfant (seul) qu'il produise un code pour signifier les quantités et les opérations sur ces quantités, nous constatons que le recours au code conventionnel d'écriture des égalités ne va pas de soi.

Dans la première expérience avec un matériel constitué de bonbons (Schubauer-Leoni et Perret-Clermont, 1980) où l'expérimentateur limite au maximum ses propres verbalisations au cours de la manipulation seuls 9 élèves sur les 89 étudiés recourent au code équationnel usuel de façon correcte ( $a + b - c = x$  ou  $a + b = x1$ ,  $x1 - c = x2$ ). Ces enfants n'ont d'ailleurs effectué qu'une faute au maximum lors du test papier-crayon. 64 élèves, dont 31 cependant avaient résolu le test papier-crayon en faisant au maximum une faute, font appel à une écriture **non** équationnelle !

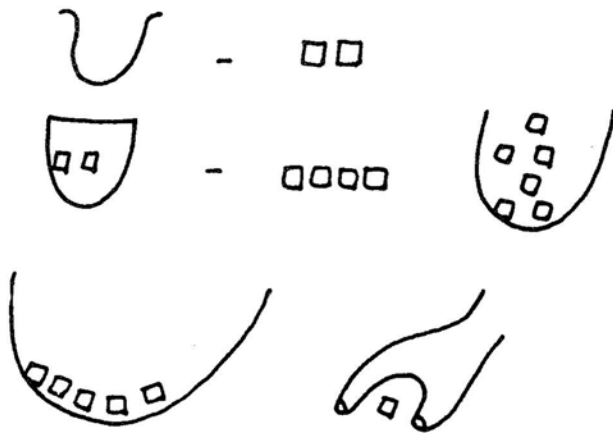
Dans l'expérience avec le jeu de dés (Brun et Schubauer-Leoni 1981) le recours au formalisme est encore plus faible : au premier codage (temps 2) 1 enfant seulement des 44 interrogés dans deux classes scolaires recourt à un code de type  $a + b - c = x$ . Trois autres élèves de la même classe formulent un code avec un début de mise en équation (exemple :  $4\ 5-2 = 7$ ). Tous les autres enfants utilisent le langage naturel, des schémas ou autres indices perceptifs; et ceci bien que 18 des 44 enfants effectuent zéro ou une seule faute au test d'égalité lacunaire du temps 1. **Actualiser une écriture convention-**

nelle des égalités semble donc relever d'un autre type de compétence que la capacité à compléter correctement des équations lacunaires.

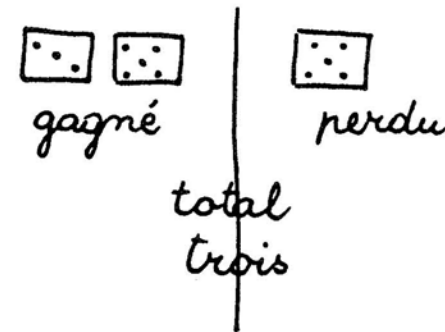
Après une séance d'interaction et de communication entre pairs (condition expérimentale 1), individuellement lors du temps 4, le recours au formalisme équationnel reste assez faible; et pourtant ce sont bien les élèves de cette condition expérimentale qui recourent le plus au code équationnel (Schubauer-Leoni et Perret-Clermont, 1980).

Une question reste ouverte : si l'enfant n'actualise pas le code arithmétique, cela veut-il dire qu'« il n'a pas » ce registre à disposition comme registre possible pour signifier l'opération en jeu ? Ou bien ce même enfant a-t-il attribué un sens autre à la consigne que celui pensé par l'expérimentateur ? L'enfant a en fait toute une panoplie de réponses possibles (de type scolaire ou non) dans cette situation où il doit montrer qu'il « sait » quelque chose (mais quoi au juste ?) : pourquoi en effet juger « illégitime » de saisir cette occasion de donner la preuve de **capacités graphiques** en dessinant « soigneusement » un cornet et des bonbons ?

Voici un exemple de formulation graphique décrivant l'opération  $2 + 4 = 6$   $6 - 1 = 5$  :



Selon quel critère déciderions-nous qu'une telle représentation ne serait pas légitime car ne répondant pas à la consigne (« marquer tout ce qui s'est passé avec les bonbons pour en avoir 5 à la fin dans le cornet ») ? Et encore, pourquoi juger inadéquate la conduite de cet autre enfant qui rappelle « **diligemment** » la consigne en distinguant bien les dés de couleur et les points qu'on gagne et qu'on perd ?



Nous voici au centre de la problématique : quelle **interprétation** l'enfant effectue-t-il de la situation et des questions qui lui sont posées ? Quelle **signification sociale** attribue-t-il à la mise en scène qui oriente ses réponses et par là-même lui permet d'identifier les **connaissances en jeu** ? On voit que l'enfant construit, avec ses outils cognitifs, à travers son expérience, par son interprétation de la consigne, la signification sociale de la situation qui diffère peut-être de celle que l'expérimentateur projetait !

Le recours à une écriture équationnelle est un critère important pour examiner les conduites de l'enfant en rapport avec le type de situation (cognitive et relationnelle) qui l'a engendré. Mais nous avons souhaité également nous donner les moyens d'envisager d'autres lectures possibles des productions des élèves qui ne soient pas seulement pensées en termes de **conformité** avec le formalisme arithmétique conventionnel.

Les recherches présentées ici ont donc été aussi l'occasion d'élaborer différents instruments d'analyse et de catégorisation des productions écrites des élèves. Ainsi dans un premier temps nous avons surtout

exploré le degré d'explicitation des productions (Schubauer-Leoni et Perret-Clermont, 1980); dans un deuxième temps, nous avons mis en évidence les procédures de représentations des opérations dans  $a + b - c = x$  (Brun et Schubauer-Leoni 1981). C'est ce que nous allons présenter maintenant.

### b) Degré d'explicitation des productions

Nous avons construit une grille d'analyse des productions écrites qui tient compte des trois dimensions suivantes du code :

- formulation des **quantités** en jeu et du **bilan final**,
- formulation des **opérations** (ajouter, enlever, avoir en tout),
- **déroulement temporel** des opérations effectuées.

Les codages des élèves ont ainsi été dépouillés en attribuant 1 point pour toute formulation désignant les quantités suivantes ( $a, b, c, x_1, x_2$ : 5 points) les opérations ( $+, -, =$ : 3 points) et les étapes de déroulement dans le temps (5 points). En conséquence, l'enfant qui produit un codage répondant à l'ensemble de ces caractéristiques obtient le score de 13 points (Schubauer-Leoni et Perret-Clermont 1980). Nous considérons donc les scores de chaque élève comme des mesures du *degré d'explicitation des productions*.

A l'aide de cet outil d'analyse nous avons vérifié que quelle que soit la condition expérimentale les élèves évoluent entre le temps 2 et le temps 4, mais que les enfants qui *progressent le plus* sont ceux qui ont bénéficié, au temps 3, d'une *situation d'interaction et de communication* (condition expérimentale 1).

Dans cette même expérience (Schubauer-Leoni et Perret-Clermont, 1980) les élèves de la condition expérimentale 2 (interaction avec *communication invoquée*) progressent aussi mais de façon moindre. En revanche, les élèves qui ont codé seuls et ont confronté ensuite leur message à un pair décodeur (condition expérimentale 3), n'évoluent pas de façon significative entre le temps 2 et le temps 4 bien qu'aucun enfant de cette population ne produise, au temps 4, un code de type « régressif », c'est-à-dire qui serait moins explicite que celui du temps 2.

Or ceci est le cas pour 2 des 7 élèves qui ont été confrontés, pendant les trois temps du codage (temps 2, 3 et 4) à l'attitude prétendument « neutre » de l'adulte expérimentateur. Les autres 5

enfants de cette condition expérimentale progressent : la confrontation implicite à l'adulte ne semble donc laisser aucun élève indifférent : ou bien il y a progrès ou bien « régression » dans l'explicitation (Schubauer-Leoni et Perret-Clermont, 1980). Nous verrons que le problème de l'explicitation devra être approfondi par la suite en fonction d'une analyse des opérations effectuées mentalement puis représentées par écrit.

### c) Les opérations sur les quantités et leurs formulations

L'expérience avec le jeu de trois dés (Brun et Schubauer-Leoni, 1981) nous a permis de dégager trois catégories d'opérations :

#### 1) Absence de composition entre les nombres

- description partielle ou totale (A)

exemple de production : 4 5 point pour les rouge

(opération à effectuer : 2 pour le vert

$$5 + 4 - 2 = x$$

#### 2) Composition partielle avec bilan partiel :

- addition des deux gains ou transformation de la perte en gain et addition à un autre gain (B)

exemple de production : 

gagné poin		perdu poin
9		2

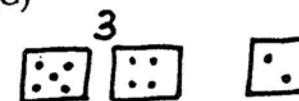
(opération à effectuer :

$$5 + 4 - 2 = x$$

- soustraction de la perte à un gain (C)

(opération à effectuer :

$$5 + 4 - 2 = x$$



#### 3) Composition complète et bilan

- transformation de la perte en gain et composition des 3 gains (D)

exemple de production :

dés rouge | de bleu  
11 | 2  
①3 |  
résulta

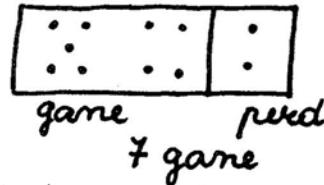
(opération à effectuer :

$$5 + 6 - 2 = x$$

- addition des deux gains comparés avec la perte (E)

**exemple de production 1**

(opération à effectuer :  
 $5 + 4 - 2 = x$ )

**exemple de production 2**

(opération à effectuer :  $4 + 1 - 2 = x$ ).

Pour signifier ces opérations nous avons pu constater que les enfants font appel, dans cette recherche aussi, à **trois registres** :

- Schémas et autres indices perceptifs (ex. couleur, disposition spatiale, etc.);
- Langage naturel (gagné/perdu, en plus/en moins, etc.);
- Ecriture arithmétique (+, -, =).

Grâce à ce type d'analyse nous avons constaté que les élèves peuvent **recourir à différents registres pour signifier une même catégorie d'opérations** et ceci aux différents temps de l'expérience.

Ainsi, par exemple, l'élève peut très bien avoir effectué la composition complète et pertinente des quantités et représenter tout de même les opérations par un dessin. Dans cette expérience, qui, rappelons-le, comporte deux conditions expérimentales (2a et 2b) avec interaction sociale entre deux enfants et une condition témoin (sans intervention de notre part au temps 3), nous n'avons relevé aucune procédure de type A (sans composition des données) lors de la phase d'interaction. Au temps expérimental consécutif à la situation d'interaction (temps 4) nous observons les effets subséquents chez l'enfant travaillant seul : l'évolution témoignée par les élèves ayant bénéficié d'une phase d'interaction (condition expérimentale 2a ou 2b) est nettement plus importante que celle observée dans la condition témoin en situation individuelle dans la classe (consigne donnée collectivement et réponse individuelle et écrite de l'élève). Par évolution nous entendons tout changement allant dans le sens de la vocation suivante: Description sans composition (A), Composition partielle (B ou C), Composition complète mais non pertinente (D), Composition complète et pertinente (E).

L'évolution des élèves des deux populations expérimentales 2a et 2b s'est avérée être sensiblement la même : dans les deux conditions les sujets interagissent soit en produisant un code commun soit en se contrôlant mutuellement les deux productions. Ces données recueillies

dans le cadre d'un jeu de dés (Brun et Schubauer-Leoni, 1981) confirment donc l'hypothèse d'une supériorité des groupes ayant bénéficié d'une phase d'interaction.

**d) Degré d'explicitation et niveau de composition des quantités**

Il nous semble maintenant intéressant d'essayer de conjuguer les deux analyses effectuées jusqu'ici, à savoir les changements qui interviennent (entre le temps 2 et le temps 4) à la fois sur le plan de l'explicitation des quantités et sur celui du niveau de composition de ces quantités (voir points b et c).

Il nous est apparu qu'il ne suffit pas de raisonner en termes de *nombres de quantités explicitées*, mais qu'il faut analyser **quelles** quantités sont désignées par l'enfant. En cas de changement, au cours des phases expérimentales, il s'agit de repérer **laquelle** des quantités en jeu a été ajoutée ou abandonnée et éventuellement au profit de quelle autre donnée.

Le tableau 1 indique les différents changements intervenus entre le temps 2 et le temps 4 dans les conditions expérimentales et témoin.

Tableau 1 : Changements intervenus entre le temps 2 et le temps 4 chez les élèves des conditions expérimentales 2 (avec interaction au temps 3) et témoin (pas de passation au temps 3), dans le cadre de l'expérience \* avec un jeu de dés (Brun et Schubauer-Leoni, 1981)

	I	II	III	IV	V	VI	nombre total d'élèves
Conditions Expérimentales	0	0	4	2	7	7	20
Condition Témoin	2	1	10	2	3	3	21

Légende :

- I l'enfant produit au temps 4 un code de type « régressif » tant au point de vue de l'explication des quantités que de la composition des données;
- II l'enfant reste stable sur une des deux dimensions et « régresse » sur l'autre;
- III stabilisation sur les deux plans étudiés;
- IV l'enfant évolue dans la composition des données et « régresse » dans l'explication des quantités ou l'enfant progresse dans l'explication et régresse dans la composition des quantités;
- V l'enfant n'évolue que dans la composition des quantités;
- VI l'enfant évolue sur les deux plans à la fois.

La supériorité des conditions ayant bénéficié d'une phase d'interaction au temps 3 est nette dans l'expérience avec jeu de dés (Brun et Schubauer-Leoni, 1981) : aucune « régression », peu de conduites stables et surtout plus de progrès sur les deux plans à la fois (composition et explicitation des quantités).

Nous avons repris cette analyse avec les données de la première recherche avec des bonbons (Schubauer-Leoni et Perret-Clermont, 1980). La supériorité de la condition expérimentale 1 (interaction et communication à un pair décodeur) avait été établie jusqu'ici uniquement sur la base d'une explicitation plus importante des données. Nous allons voir maintenant ce qui se passe dans les quatre conditions expérimentales si nous tenons compte de la dimension composition des quantités du problème.

Le tableau 2 nous confirme la supériorité de la condition (I) où les élèves ont bénéficié, au temps 3, d'un travail en interactions et avec communication à un troisième enfant.

Tableau 2: Changements\* intervenus entre le temps 2 et le temps 4 chez les élèves des quatre conditions expérimentales de l'expérience avec les bonbons (Schubauer-Leoni et Perret-Clermont, 1980)

Conditions	I	II	III	IV	V	VI	nombre total d'élèves
1	0	0	0	0	4+1=5	9	14
2	1	1	3	1	4	2	12
3	0	1+1=2	2	0	2	0	6
4	0	1+1=2	0	0	2	3	7

\* Pour les légendes, voir tableau 1;

Condition 1: condition expérimentale avec codage en interaction et communication à un pair;

Condition 2: condition expérimentale avec codage en interaction et communication *seulement invoquée*;

Condition 3: condition expérimentale avec codage individuel et communication à un pair décodeur;

Condition 4: condition expérimentale avec codage individuel et communication à un pair *seulement invoquée*.

### e) Quelques remarques à propos des registres utilisés dans la formulation des opérations

Jusqu'à présent nous avons analysé les changements observés dans les différentes situations expérimentales et témoin du point de vue de la composition et de l'explicitation des quantités, mais nous n'avons pas encore mis en évidence un lien éventuel entre les modifications observées et les registres utilisés par les élèves pour signifier les opérations. Si on relit les résultats relatifs aux conduites d'explicitation et de composition *en tenant compte des registres* utilisés pour signifier les opérations, un élément nouveau apparaît dans cette expérience : en effet l'enfant devient au temps 3 susceptible de fournir des productions plus explicites et de composer de façon plus pertinente les données du problème même dans les registres de formulation qui ne s'appuient pas sur l'écriture arithmétique usuelle.

Les élèves de la condition contrôle, qui n'ont pas été confrontés à une intervention de notre part au temps 3, semblent se figer dans le premier registre utilisé; certains « régressent », la plupart ne modifient rien à leur formulation du temps 2, mais ceux qui progressent le plus (en composition et en explicitation) le font en adoptant les signes de l'écriture arithmétique : étant donné le manque de confrontation au point de vue d'un autrui autre que le regard de l'expérimentateur, ont-ils cherché du côté du langage « normé » de l'école ?

Face à ces différents résultats les questions que nous nous posons sont les suivantes : quels décodages de la situation ont-ils été effectués par les différents élèves ? Quelles explications les enfants de la condition témoin ou ceux de la condition expérimentale 4 (relation enfant-expérimentateur) se donnent-ils de ces remises en scène qui reformulent, à quelques jours d'intervalle, les mêmes questions à propos d'un même jeu ?

A l'école, les enfants n'ont-ils pas l'habitude de « refaire », « recommencer » un travail lorsqu'il a été mal fait ou si la réponse donnée dans un premier temps est fautive ? Ainsi, même si l'expérimentateur s'abstient de tout commentaire lors du premier codage, les élèves ne vont-ils pas interpréter la nouvelle passation (« nouvelle » du point de vue du déroulement expérimental mais pratiquement identique dans le contenu et la forme !) comme étant une demande implicite d'« améliorer » leur première production ? Il est en effet significatif de relever que la moitié des élèves de la classe témoin

modifient, en positif ou en négatif, leur première production. Quel est alors le statut (cognitif et social) de ces modifications ?

De même une étude détaillée de ce qui se passe dans les interactions entre pairs lors du codage nous permettrait de mieux comprendre la signification attribuée à la tâche par les élèves et le statut des différentes productions : qu'est-ce qui détermine leur choix des registres ? Quels sont les indices qui orientent leur production ? Négocient-ils explicitement entre eux les choix à opérer ? Les observations effectuées jusqu'à présent semblent montrer que l'échange commence rarement par une discussion; habituellement un enfant prend l'initiative de la plume en disant : « j'écris » ou « je fais un calcul ». Ensuite les enfants se corrigent mutuellement et la plupart du temps ils se limitent à soigner la *forme* du message, voire l'orthographe s'il s'agit du registre du langage naturel.

Poser le problème dans ces termes, questionner le statut des productions recueillies dans les différentes conditions expérimentales et témoin, interroger la signification des modifications obtenues au cours des micro-histoires expérimentales construites, cela revient à repenser l'articulation théorique entre « ce que nous attendions » et « ce que nous avons trouvé » ! Ainsi, si avant de procéder aux démarches expérimentales décrites nous avons déjà quelques bonnes raisons de penser que les situations relationnelles d'interaction et de communication entre pairs seraient particulièrement susceptibles de déclencher des progrès (progrès qui se retrouveraient de façon subséquente chez l'individu effectuant seul une tâche similaire), nous proposons maintenant de prendre également en compte, dans « ce qu'on a trouvé », non seulement la confirmation de l'hypothèse principale en tant que telle, mais aussi l'ensemble des constats (relatifs à la tâche, à la relation entre partenaires, au type de questionnement, à l'attitude de l'enfant lors de l'établissement de l'intersubjectivité nécessaire à la recherche d'une solution, etc.) recueillis en cours de passation et selon les différentes modalités prévues.

**f) Des progrès dans la production d'une formulation écrite entraînent-ils des progrès dans la résolution d'équations lacunaires ?**

Nous avons vu que l'élève qui complète correctement une page d'équations lacunaires ne recourt pas automatiquement à ce type

de code pour signifier une opération effectuée matériellement et mentalement. Or, que se passe-t-il sur le plan d'une « bonne page de calculs » après deux ou trois séances expérimentales de travail sur les formulations écrites ? En clair, nous nous posons la question suivante : si l'enfant évolue dans la formulation de la *composition* des données, va-t-il du coup effectuer moins de fautes à un test papier-crayon faisant appel à des opérations de même type ? Examinons les résultats du temps 5 (test papier-crayon) en fonction des conditions expérimentales antérieures.

D'après nos analyses (Schubauer-Leoni et Perret-Clermont, 1983 nous pouvons affirmer que l'évolution dans la formulation de la composition des quantités ne va pas nécessairement de pair avec une résolution plus correcte d'équations lacunaires : les élèves (conditions expérimentales 2a et 2b étudiées à ce propos) qui ont spécifiquement travaillé la formulation d'écritures symboliques et qui évoluent quant à la composition signifiée des quantités, complètent le test papier-crayon du temps 5 en faisant parfois... plus de fautes qu'au temps 1 !

Chez les enfants de ces conditions expérimentales il nous semble possible d'affirmer qu'une nouvelle dynamique s'est créée : s'ils évoluent dans la tâche qu'ils ont exercée spécifiquement au temps 3, ils paraissent en revanche affectés de pseudo-régressions dans la résolution d'équations lacunaires.

Par contre, les élèves de la condition témoin qui n'ont pas bénéficié d'une telle activité spécifique au temps 3 progressent — c'est surprenant — peut-être un peu plus dans la tâche de résolution d'équations lacunaires, activité, qui est elle, rappelons-le, plus typiquement scolaire.

Mais les évolutions observées dans les procédures de symbolisation ne signifient pas que les enfants se sont appropriés les *relations* en jeu dans l'équation  $a + b - c = x$ . Les formulations adoptées décrivent, pour la plupart, des *procédures de calcul*. En langage naturel l'enfant s'exprime par exemple en termes de : « ça fait », « en tout », etc. Même lorsqu'il fait appel aux symboles arithmétiques, certaines écritures par enchaînement (genre  $5 + 3 = 8 - 2 = 6$ ) témoignent également de son expression d'une procédure de calcul.

Selon Freudenthal (Encyclopaedia Universalis, 1968, sous « notation mathématique ») une telle conception relève d'une « interprétation naïve » et en parlant du « sens des formules algébriques » il précise : « L'interprétation naïve des formules algébriques est celle d'un rapport sur une suite d'opérations et leur résultat :  $2 + 7$  est lu comme un commandement » « à 2 ajoutez 7 », et la formule :  $2 + 7 = 9$  comme un récit « à 2 ajoutez 7 et le résultat est 9 ». Cette interprétation naïve explique aussi bien la structure par ordre linéaire des expressions :  $3 - 7 + 6 - 8 + 4$  que les  $2 + 7 = 9 + 7 = 16 + 7 = 23...$  des cahiers de calculs arithmétiques. Selon l'interprétation acceptée en mathématique,  $2 + 7$  ne constitue pas un problème mais un nombre et, d'une façon générale  $a + b$  est un nombre dès lors que  $a$  et  $b$  sont des nombres. Dans cette interprétation, le signe d'égalité se lit « est la même chose que ». Un même objet peut avoir des noms divers, ainsi « Paris » et « la capitale de la France » désignent le même objet; le nombre 9 peut être désigné par une infinité d'expressions, telles que  $2 + 7$ ,  $10 - 1$ ,  $3^2$ ,  $9 \cdot 1$ , etc. Dans cette interprétation, le signe d'égalité n'est pas un signe, mathématique, mais un signe sémantique, exprimant que deux termes signifient la même chose ».

Une telle conception semble présente parfois chez l'adulte aussi : N. Picard (1972) citée par Baruck (1973) remarque : « Tous les adultes avec lesquels j'ai travaillé savaient fort bien calculer. Toutefois aucun n'a été capable de justifier la proposition «  $4 + 3 = 5 + 2$  » autrement que par référence au « résultat » de l'addition. Tous ont refusé de considérer «  $4 + 3$  » comme un nombre. L'égalité par ailleurs leur paraissait non pas comme un signal d'identification de deux désignations (ce qui donne le droit de substituer quand on le veut une désignation à une autre), mais comme un signal de résultat ».

## Conclusion

Au terme de l'analyse de ces deux recherches il nous semble possible d'affirmer que les situations qui permettent à l'élève de confronter son point de vue, son idée de la formulation, avec un camarade à l'approche divergente, sont susceptibles de favoriser une composition et une explicitation plus complète des données du problème. *L'enfant en interaction avec un pair (conditions 1 et 2 du temps*

*3) et seul ensuite au temps 4 peut ainsi parvenir à une formulation du message écrit (pour un tiers qui le lira réellement ou pour un décodeur potentiel) qui explicite de façon détaillée les quantités et les opérations effectuées sur ces quantités, mais pour ce faire l'enfant n'utilisera pas nécessairement l'écriture arithmétique canonique.*

D'autre part nous avons vu que la capacité à compléter des équations lacunaires de type additif ne va pas de pair avec le recours à ce même code lors d'une formulation d'opérations effectuées par l'élève; ainsi l'exercice spécifique de l'activité de formulation n'entraîne pas automatiquement des progrès (moins de fautes) dans la résolution d'égalités lacunaires : ces deux types de compétences semblent ainsi relever de mécanismes (cognitifs, mais peut-être aussi de représentation sociale de la situation et de la tâche) de natures différentes.

En termes de composition et d'explicitation des données, les élèves de la condition expérimentale 3 (codage individuel et confrontation au décodage d'un pair) semblent évoluer moins que ceux des conditions 1 et 2 (avec interaction) et que ceux de la condition 4 (enfant seul face à l'adulte).

Nous avons encore relevé le fait que la dynamique activée par les situations d'interaction se manifeste aussi par des changements au niveau des registres utilisés : les élèves de la condition témoin (Brun et Schubauer-Leoni, 1982) travaillent, pour la plupart, dans le cadre d'un même registre pour signifier les opérations des phases de la passation du temps 2 et temps 4, tandis que les élèves de la population expérimentale s'avèrent plus mobiles de ce point de vue.

Nous avons observé finalement que le recours au code équationnel enseigné en classe pour formuler les opérations en jeu reste sporadique (recours un peu plus fréquent chez les enfants de la condition 1 interaction et communication); nous nous demandons alors **comment** et dans **quelles circonstances sociales** l'élève s'approprie ce code et juge pertinent d'y recourir pour signifier des opérations additives. En d'autres termes, si l'enfant ne recourt pas à l'écriture équationnelle pour signifier (d'une façon qui semblerait fonctionnelle à l'adulte expérimentateur) les opérations effectuées : *de quel ordre sont les obstacles rencontrés par l'élève ?* L'intrication entre des dimensions cognitives et sociales nous paraît particulièrement complexe; des éléments de compréhension et d'explicitation du processus pourraient être à

rechercher au croisement de plusieurs axes de recherche dont les principaux seraient les suivants :

— Le premier consiste à développer l'étude des connaissances mathématiques chez l'élève (seul avec l'adulte, avec des pairs, en situation de laboratoire et dans sa classe scolaire) et ceci en tenant compte des caractéristiques des situations et du contexte (cognitif, relationnel et matériel) dans lesquelles elles s'actualisent et fonctionnent.

— Le deuxième axe de recherche, en amont par rapport au premier, voudrait cerner par quelles catégories de pensée l'élève et puis l'enseignant, voire l'expérimentateur, se représentent les mathématiques en tant qu'objet à *apprendre* pour les uns et à *enseigner* pour les autres. Par le biais des représentations sociales à l'oeuvre dans le processus d'enseignement/appropriation (Perret-Clermont *et al.*, 1981) on devrait pouvoir mieux décoder les indices qui permettent à l'élève, face à un problème (*annoncé ou non* comme étant un problème de mathématique) d'interpréter le *sens* de la question et de choisir parmi une série de stratégies et de réponses possibles celles qui lui semblent à la fois cognitivement satisfaisantes et pertinentes, voire socialement recevables dans le contexte particulier où il se trouve.

## NOTE

(1) Ce travail est le fruit d'un certain nombre d'interactions sociales et didactiques avec l'équipe de didactique des mathématiques de la Section des Sciences de l'Education de l'Université de Genève. Nous remercions ainsi nos collègues J. Brun, F. Conne et E. H. Saada. La récolte des données a pu être effectuée grâce à l'appui du FNRS (contrat 1.706.078, A.-N. Perret-Clermont et J. Brun).

## BIBLIOGRAPHIE

- ABRIC J.C. Experimental study of group creativity : task representation, group structure, and performance. *European Journal of Social Psychology*, 1971, 1, 311-326.
- AEBLI H. Egocentrism (Piaget) not a phase of mental development but a « substitute solution » for an insoluble task. *Pedagogica Europea*, 1967, 3, 97-103.
- ALVY K.T. Relation of age to children's egocentric and cooperative communication. *Journal of Genetic Psychology*, 1968, 12, 275-286.
- AMES G.J., MURRAY F.B. When two wrongs make a right : promoting cognitive change by social conflict. *Developmental Psychology*, 1982, 74, 642-655.
- ASCH S.E. Studies on independence and conformity : a minority of one against a unanimous majority. *Psychological Monographs*, 1956, 70, N° 416.
- BALDWIN J.M. *Le développement mental chez l'enfant et dans la race*, Paris, Félix Alcan, 1897.
- BALDWIN J.M. *History of psychology*, vol. 2, From John Locke to the present time, London, Watts, 1913.
- BALACHEFF IN. Preuve et démonstration en mathématiques. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 1982, 3, 261-304.
- BANDURA A. *Social learning theory* Englewood Cliffs, Prentice Hall, 1977.
- BANDURA A., MACDONALD F.J. Influence of social reinforcement and the behaviour of models in shaping children's moral judgments. *Journal of Abnormal and Social Psychology*, 1963, 67, 274-281.
- BARUCK S. *Echec et maths*, Paris, Seuil, 1973.
- BEAL C.R., FLAVELL J.H. Effects of increasing the salience of message ambiguities on kindergartners' evaluation of communicative success and message adequacy. *Developmental Psychology*, 1982, 18, 43-48.
- BEARISON D.J. New directions in studies of social interaction and cognitive growth. In : F.C. SERAFICA (ed), *Social cognitive development in context*, New York, The Guilford Press, 1982.
- BEAUDICHON J. La communication entre enfants : transmission des connaissances relatives à un matériel concret. *Psychologie Française*, 1968, 13, 265-280.

- BEAUDICHON J. *La communication sociale chez l'enfant*. Paris, Presses Universitaires de France, 1982 a.
- BEAUDICHON J. Communication entre enfants et analyse du réel; colloque Nouvelles perspectives dans l'étude expérimentale du développement social de l'intelligence, Genève, 1982 b.
- BEAUDICHON J., BIDEAUD J. De l'utilité des notions d'égocentrisme, de décentration et de prise de rôle dans l'étude de certains aspects du développement. *Année Psychologique*, 1979, 589-622.
- BEAUDICHON J., DUCROUX N. Processus de contrôle de l'émission de message chez l'enfant d'âge pré-scolaire; colloque « Spracherwerb » des deutschen Romanistentages, Berlin, 1983.
- BEAUDICHON J., MELOT A.M. The influence of interindividual communication on problem-solving. In : F.J. MONKS, W.W. HARTUP, de WIT (eds), *Determinants of behavioral development*. New York, Academic Press, 1972, 547-550.
- BERKOWITZ M.W., GIBBS J.C. Transactive communication as a condition for moral development; Society for Research in Child Development, Boston, Mass., 1981.
- BERLYNE D.E. A theory of human curiosity. *British Journal of Psychology*, 1954, 45, 180-191.
- BERLYNE D.E. *Structure and direction of thinking*, New York, Wiley, 1965.
- BERRY J.W., DASEN P.R. (eds) *Culture and cognition* London, Methuen, 1974.
- BIJL A., MEGENS J. Social interaction and cognitive development. Some conflictual evidence about the role of conflict; rapport de recherche, Université de Tilburg, 1982.
- BILLIG M. *Ideology and social psychology*, Oxford, Basil Blackwell, 1982.
- BORG W.R. Ability grouping in the public schools. *Journal of Experimental Education*, 1965, 34, 1-92.
- BOTVIN G.J., MURRAY F.B. The efficacy of peer modeling and social conflict in the acquisition of conservation. *Child Development*, 1975, 46, 796-799.
- BOURDIEU P. *Le sens pratique*, Paris, Editions de Minuit, 1980.
- BOURDIEU P., DE SAINTE-MARTIN M. Les catégories de l'entendement professoral. *Actes de la Recherche en Sciences Sociales*. 1975, 68-93.
- BOVET M., PARRAT-DAYAN S., DESHUSSES-ADDOR D. Peut-on parler de précocité et de régression dans la conservation, 1 : précocité. *Archives de Psychologie*, 1981, 49, 289-303.
- BRESSON F. A côté du langage. *Revue Philosophique*, 1978, 1, 489-494.
- BROUSSEAU G. Les obstacles épistémologiques et les problèmes en mathématiques; 28ème Rencontre C.I.E.A.E.M., Louvain-La-Neuve, 1976.
- BROUSSEAU G. Etude locale des processus d'acquisition en situation scolaire; I.R.E.M. de Bordeaux, Cahier N° 18, 1978.
- BROUSSEAU G. Problèmes de l'enseignement des décimaux. *Recherches en Didactiques des Mathématiques*, 1980, 2, 11-60.
- BROUSSEAU G. Problèmes de didactique des décimaux. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 1981, 2, 37-127.
- BRUN J. Education mathématique et développement intellectuel. Thèse de doctorat, Université de Lyon 2, 1975.
- BRUN J. A propos de la didactique des mathématiques. *Math Ecole*, 1981a, N° 100/101.
- BRUN J. La représentation symbolique d'opérations additives en situation d'interaction et de communication; Grenoble, Laboratoire I.M.A.G., Actes du 5ème colloque du groupe international « Psychology for mathematical education », 1981b.
- BRUN J., CONNE F. Approches en psychopédagogie des mathématiques; *Cahiers de la Section des Sciences de l'Education*, Université de Genève, 1979, vol. 12.
- BRUN J., SCHUBAUER-LEONI M.L. Recherches sur les activités de codage d'opérations additives en situation d'interaction sociale et de communication; Grenoble, Laboratoire I.M.A.G., 1981.
- BUTTERWORTH G., LIGHT P. (eds) *Social cognition*. Chicago, The University of Chicago Press, 1982.
- CARUGATI F., DE PAOLIS P., MUGNY G. A paradigm for the study of social interactions in cognitive development. *Italian Journal of Psychology*, 1979, 6, 147-155.
- CARUGATI F., DE PAOLIS P., MUGNY G. Conflit de centrations et progrès cognitif III : régulations cognitives et relationnelles du conflit sociocognitif. *Bulletin de Psychologie*, 1980-1981, 34, 845-852.
- CARUGATI F., MUGNY G., et al. Psicologia sociale dello sviluppo cognitivo : imitazione di modelli o conflitto socio-cognitivo ? *Giornale Italiano di Psicologia*, 1978, 2, 323-352.

- CATTANEO C. Dell' antitesi come metodo di psicologia sociale. *Il Politecnico*, 1864, 20, 262-270.
- CHARBONNEAU C., ROBERT M. Observational learning of quantity : conservation in relation to the degree of cognitive conflict. *Psychological Reports*, 1977, 41, 975-986.
- CHEVALLARD Y. La transposition didactique; cours de la 1ère école d'été de didactique des mathématiques, Chamrousse, 1980.
- CODOL J.P. Représentation de soi, d'autrui et de la tâche, dans une situation sociale. *Psychologie Française*, 1969, 14, 217-228.
- COLL SALVADOR C., COLL VENTURA C., MIRAS MESTRES M. Genesis de la clasificacion y medio socioeconomico; genesis de la seriacion y medios socioeconomicos. *Anuario de Psicologia*, 1974, 10, 53-99.
- COMPEN H. Sociale interaction en cognitieve ontwikkeling; rapport de recherche, Université de Tilburg, 1981.
- CONNE F. La transposition didactique à travers l'enseignement des mathématiques en première et deuxième année de l'école primaire. Thèse de doctorat, Université de Genève, 1981.
- COOPER C.R. Development of collaborative problem solving among preschool children. *Developmental Psychology*, 1980, 16, 433-440.
- COSER L.A. *Functions of social conflict*. London, The Free Press of Glencoe, 1956.
- COSGROVE J.M., PATTERSON S.J. Plans and the development of listener skills. *Developmental Psychology*, 1977, 13, 557-564.
- COWAN P.A., LANGER J., HEAVENRICH J., NATHANSON M. Social learning and Piaget's cognitive theory of moral development. *Journal of Personality and Social Psychology*, 1969, 11, 261-264.
- Von CRANACH M., KALBERMATTEN U., INDERMUEHLE K., GUGLER B. *Zielgerichtetes Handeln*, Berne, Huber, 1980.
- DAMON W. *The social world of the child* San Francisco, Jossey-Bass, 1977.
- DAMON W. *The social world of the child*, San Francisco, Jossey-Bass, FLAVELL, L. ROSS (eds), *Social cognitive development*, Cambridge, Cambridge University Press, 1981, 154-175.
- DASEN P. (ed.) *Piagetian psychology: cross-cultural contributions*, New York, Gardner Press, 1977.
- DECONCHY J.P. *Orthodoxie religieuse et sciences humaines*. La Haye, Mouton, 1980.
- DE KETELE J.M. Vers de nouveaux desseins expérimentaux : la méthode des antécédents, concomitants et conséquents. *Les Sciences de l'Éducation*. 1976, 9, 1.
- DE LEMOS C.T.G. Interactional processes in the child's construction of language. In : W. DEUTSCH (ed), *The child's construction of language*, New York, Academic Press, 1982.
- DENNY N.W., ACITO M.A. Classification training in two and three year old children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 1974, 37-48.
- DE PAOLIS P. Marquage social et développement cognitif : le conflit sociocognitif induit par la représentation de normes sociales; colloque Nouvelles perspectives dans l'étude expérimentale du développement social de l'intelligence, Genève, 1982.
- DE PAOLIS P., CARUGATI F., ERBA M., MUGNY G. Connotation sociale e sviluppo cognitivo. *Giornale Italiano di Psicologia*, 1981, 8, 149-165.
- DEUTSCH M., KRAUSS R.M. Studies of interpersonal bargaining. *Journal of Conflict Resolution*, 1962, 6, 52-76.
- DOCKRELL J., NEILSON I., CAMPBELL R. Conservation accidents revisited. *International Journal of Behavioural Development*, 1980, 3, 423-439.
- DOISE W. La structuration cognitive des décisions individuelles et collectives d'adultes et d'enfants. *Revue de Psychologie et des Sciences de l'Éducation*, 1973, 8, 133-146.
- DOISE W. *L'explication en psychologie sociale*, Paris, Presses Universitaires de France, 1982.
- DOISE W., DESCHAMPS J.C., MUGNY G. *Psychologie sociale expérimentale*, Paris, Armand Colin, 1978.
- DOISE W., DIONNET S., MUGNY G. Conflit sociocognitif, marquage social et développement cognitif. *Cahiers de Psychologie*, 1978, 21, 231-243.
- DOISE W., MACKIE D. On the social nature of cognition. In : J. FORGAS (ed), *Social cognition : perspectives on everyday understanding*; London, Academic Press, 1981, 53-83.
- DOISE W., MUGNY G. Recherches sociogénétiques sur la coordination d'actions motrices interdépendantes. *Revue Suisse de Psychologie*, 1975, 34, 160-174.
- DOISE W., MUGNY G. Individual and collective conflicts of centrations in cognitive development. *European Journal of Social Psychology*, 1979, 9, 105-108.

- DOISE W., MUGNY G. *Le développement social de l'intelligence*, Paris, Interéditions, 1981.
- DOISE W., MUGNY G., PERRET-CLERMONT A.N. Ricerche preliminari sulla sociogenesi delle strutture cognitive. *Lavoro Educativo*, 1974, 1, 33-50.
- DOISE W., MUGNY G., PERRET-CLERMONT A.N. Social interaction and the development of cognitive operations. *European Journal of Social Psychology*, 1975, 5, 367-383.
- DOISE W., PALMONARI A. (eds) *Social interaction in individual development*, Cambridge, Cambridge University Press, 1984.
- DOISE W., RIJSMAN J., VAN MEEL J., BRESSERS I., PINXTEN L. Sociale markering en cognitieve ontwikkeling. *Pedagogische Studieën*, 1981, 58, 241-248.
- DONALDSON M. *Children's minds*, Glasgow, Fontana-Collins, 1978.
- DONALDSON M. Conservation : what is the question ? *British Journal of Psychology*, 1982, 73, 199-207.
- EASLEY J.A. Four decades of conservation research. In : J.M. GALLAGHER, J.A. EASLEY (eds), *Knowledge and development*, vol. 2, New York, Plenum Press, 1978, 139-176.
- ELLIOT A., DONALDSON M. Piaget on language. In : S. MODGIL, C. MODGIL (eds), *Jean Piaget : consensus and controversy*, London, Holt, Rinehart et Winston, 1982.
- ELLIS H.D., SPENCER C.P., OLFIELD B.H. Matched groups and the risky shift phenomenon : defence of the extreme member hypothesis. *British Journal of Social and Clinical Psychology*, 1969, 8, 333-339.
- EMLER N. Egocentric and other errors in spatial transformation problems. Manuscrit, Université de Dundee, 1981.
- EMLER N., HEATHER N. Intelligence : an ideological bias of conventional psychology. In : P. SALMON (ed), *Coming to know*, London, Routledge et Kegan, 1981.
- EMLER N., VALIANT G. Social interaction and cognitive conflict in the development of spatial coordination skills. *British Journal of Psychology*, 1982, 73, 295-303.
- FAUCHEUX C., MOSCOVICI S. Etudes sur la créativité des groupes : tâche, structure de communication et réussite. *Bulletin du Centre d'Etudes et de Recherches Psychologiques*, 1960, 9, 11-22.
- FENTON E. The cognitive-developmental approach to moral education. *Social Education*, 1976, 4, 187-193.
- FESTINGER L. *A theory of cognitive dissonance*, Evanston, III., Row et Peterson, 1957.
- FINN G.P.T. The child's conservation of liquid quantity and its embedding in the social world. Manuscrit non publié, 1975.
- FINN G.P.T. Social context, social interaction and children's interpretations of class inclusion and related problems. Thèse de doctorat, Université de St. Andrew, 1979.
- FINN G.P.T. Social processes and social conflict; colloque Nouvelles perspectives dans l'étude expérimentale du développement social de l'intelligence, Genève, 1982.
- FLAMENT C. *Théorie des graphes et structures sociales*, Paris, Gauthier-Villar, 1965
- FLAVELL J.H. *The development of role-taking and communication skills in children*, New York, Wiley, 1968.
- FLAVELL J.H., ROSS L. (eds) *Social cognitive development*, Cambridge, Cambridge University Press, 1981.
- FLAVELL J.H., SPEER J.R., GREEN F.L., AUGUST D.L. The development of comprehension monitoring and knowledge about communication. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 1981, N° 46.
- FORD D.E. The construct validity of egocentrism. *Psychological Bulletin*, 1979, 86, 1169-1188.
- FORGAS J. The perception of social episodes : categorical and dimensional representations in two social milieus. *Journal of Personality and Social Psychology*, 1976, 33, 199-209.
- FORGAS J. *Social episodes: the study of interaction routines*, London, Academic Press, 1979.
- FORGAS J. Affective and emotional influences on episode representations. In : J. FORGAS (ed), *social cognition : perspectives on everyday understanding*; London, Academic Press, 1981a, 165-180.
- FORGAS J. Responsibility attribution by groups and individuals : the effects of the interaction episode. *European Journal of Social Psychology*, 1981b, 11, 87-99.
- FOUCAMBERT J. L'évaluation comparée de quatre types d'organisation à l'école élémentaire, Paris, Institut National de Recherche Pédagogique de France, 1979.
- GALBRAITH P.L. Pupils proving. Rapport de recherche, Nottingham, Shell Centre for Mathematical Education, 1979.

- GALIFRET-GRANJON N. Batterie Piaget-Head. In : R. ZAZZO, *Manuel pour l'examen psychologique de l'enfant*, Neuchâtel, Delachaux et Niestlé, tome 1, 1958-1960, 49-85.
- GELMAN R. Cognitive development. *Annual Review of Psychology*, 1978, 29, 297-332.
- GELMAN R. Accessing one-to-one correspondence : still another paper about conservation. *British Journal of Psychology*, 1982, 73, 209-220.
- GILLY M., ROUX J.P. Stratégies d'interaction éducative et découverte d'une règle chez les élèves en fin d'école primaire; colloque Nouvelles perspectives dans l'étude expérimentale du développement social de l'intelligence, Genève, 1982.
- GINTHER T., ZOETEBIER J. Sociale interactie en cognitieve ontwikkeling; rapport de recherche, Université de Tilburg, 1978.
- GLACHAN M. Peer interaction : its role in cognitive development. Thèse de doctorat, Université de Southampton, 1982a.
- GLACHAN M.D. A consideration of interpersonal interactions as an integral element in the formulation of an adequate psychological theory of cognitive development; colloque Nouvelles perspectives dans l'étude expérimentale du développement social de l'intelligence, Genève, 1982b.
- GLACHAN M.D., LIGHT P. Peer interaction and teaching : can two wrongs make a right ? In : G. BUTTERWORTH, P. LIGHT (eds), *Social cognition: studies of the development of understanding*, Brighton, Havester Press, 1982.
- GOLDSCHMID M.L., BENTLER P.M. *Manual : concept assessment kit conservation*; San Diego, Educational and Industrial Testing Service, 1968.
- GRIEVE R., GARTON A. On the young child's comparison of sets. *Journal of Experimental Child Psychology*, 1981, 32, 443-458.
- GRIZE J.B. Discours et connaissance; 3ème colloque Langage et acquisition du langage, Gand, 1983.
- HABERMAS J. *Wahrheitstheorien*; in : *Festschrift für W. Schultz*; Pfullingen, Neske, 1973.
- HABERMAS J. *Moralentwicklung und Ich-Identität*; in : J. HABERMAS, *Zur Rekonstruktion des historischen Materialismus*; Frankfurt, Suhrkamp, 1976.
- HABERMAS J. *Theorie des Kommunikativen Handelns*, Frankfurt-am-Main, Suhrkamp, 1981.
- HALL J., WATSON W.H. The effects of a normative intervention on group decision-making performance. *Human Relations*, 1970, 23, 299-317.
- HALL V.E., KINGSLEY R. Conservation and equilibration theory. *Journal of Genetic Psychology*, 1968, 113, 195-213.
- HARGREAVES D.J., MOLLOY C.G., PRATT A.R. Social factors in conservation. *British Journal of Psychology*, 1982, 73, 231-234.
- HARTMAN E., HAAVIND H. Mothers as teachers and their children as learners : a study of the influence of social interaction upon cognitive development. In : W.P. ROBINSON (ed) *Communication in development*, London, Academic Press, 1981.
- HAYES J.R. The child's conception of the experimenter. In : S. FARNHAM-DIGGORY (ed), *Information processing in children*, London, Academic Press, 1972, 175-181.
- HEBER M. The role of language in cognitive development. Thèse de doctorat, Université de Southampton, 1978.
- HENDRIX J., VAN DER VOORT M. Social interaction and cognitive development. Problems with the (dis-)advantage variable and the possible importance of sex-variables. Rapport de recherche, Université de Tilburg, 1982.
- HINDE R.A. Social development : a biological approach. In : J. BRUNER, A. GARTON (eds), *Human growth and development*, Oxford, Clarendon Press, 1978.
- HOGAN R., EMLER N. The biases in contemporary social psychology. *Social Research*, 1978, 45, 478-534.
- HOLLOS M. *Logical operations and role-taking abilities in two cultures : Norway and Hungary*; Child Development, 1975, 46, 638-649.
- HOLLOS M., COWAN P.A. Social isolation and cognitive development : logical operations and role-taking abilities in three Norwegian social settings. *Child Development*, 1973, 44, 630-641.
- HUMPHREY N.K. The social function of intellect. In : P.P.G. BEATESON, P.A. HINDE (eds), *Growing points in ethology*, Cambridge, Cambridge University Press, 1976.
- INHELDER B., BLANCHET A., SINCLAIR A., PIAGET J. Relations entre les conservations d'ensembles d'éléments discrets et celle des quantités continues. *Année Psychologique*, 1975, 75, 23-60.
- INHELDER B., PIAGET J. *The early growth of logic in the child : classification and seriation*, New York, Norton, 1969.
- INHELDER B., SINCLAIR H., BOVET M. *Apprentissage et structures de la connaissance*, Paris, Presses Universitaires de France, 1974.

- IRONSMITH M., WHITEHURST G.J. The development of listener abilities in communication : how children deal with ambiguous information. *Child Development*, 1978, 49, 348-352.
- JEFFERY. A study of the generalization and explanation strategies of 10 and 11 year old children in mathematics. Thèse de doctorat, Université de Nottingham, 1978.
- KAIL M., PLAS R. Psycholinguistique des présuppositions. Eléments pour une critique. *Semiotica*, 1979, 3, 1-26.
- KELMAN H.C. Compliance, identification and internalization, three processes of attitude change. *Journal of Conflict Resolution*, 1958, 2, 51-60.
- KOHLBERG L. Cognitive-developmental theory and the practice of collective education; Harvard University, 1973.
- KOHLBERG L. Moral stages and moralization : the cognitive development approach. In : Th. LICKONA (ed), *Moral development and behavior : theory, research and social issues*; New York, Holt, Rinehart and Winston, 1976.
- KRAUSS R.M., GLUCKSBERG S. Socialization of communication skills : the development of competence as a communicator. In : R. HOPPE, E. SIMMEL, G. MILTON (eds), *Early experience and the processes of socialization*; New York, Academic Press, 1970.
- KRAUSS R.M., WEINHEIMER S. Changes in the length of reference phrases as a function of social interaction : a preliminary study. *Psychonomic Science*, 1964, 1, 113-114.
- KUHN D. Mechanisms of change in the development of cognitive structures. *Child Development*, 1972, 43, 833-844.
- KUHN D. Mechanisms of cognitive and social change : one psychology or two ? *Human Development*, 1978, 21, 92-118.
- LABORDE C. Langue naturelle et écriture symbolique, deux codes en interaction dans l'enseignement mathématique. Thèse de doctorat, Laboratoire I.M.A.G., Université 1 de Grenoble, 1982.
- LANGER J. Disequilibrium as a source of development. In : P. MUSSEN, J. LANGER, M. COVINGTON (eds), *Trends and issues in developmental psychology*, Winston, New York, Holt, Rinehart, 1969.
- LARSEN G.Y. Methodology in developmental psychology : an examination of research on Piagetian theory. *Child Development*, 1977, 48, 1160-1166.
- LAUTREY J. Classe sociale, milieu familial, intelligence, Paris, Presses Universitaires de France, 1980.
- LEFEBVRE M., PINARD A. Apprentissage de la conservation des quantités par une méthode de conflit cognitif. *Revue Canadienne des Sciences du Comportement*, 1972, 4, 1-12.
- LEFEBVRE M., REID L. A comparison of three methods of training communication skills : social conflict, modeling, and conflict-modeling. *Child Development*, 1980, 51, 179-187.
- LEVY M. La nécessité sociale de dépasser une situation conflictuelle générée par la présentation d'un modèle de solution de problème et par le questionnement d'un agent social. Thèse de doctorat, Université de Genève, 1981.
- LIGHT P. Social cognition and Piaget : a case of negative transfer ? colloque Jean Piaget (1896-1980) A British tribute : the continuing debate, Eastbourne, 1981.
- LIGHT P., BUCKINGHAM N., ROBBINS A.H. The conservation task as an interactional setting. *British Journal of Educational Psychology*, 1979, 49, 304-310.
- LIGHT P., GILMOUR A. Conservation or conversation ? Contextual facilitation of inappropriate conservation judgments. *Journal of Experimental Child Psychology*, 1983.
- MACKIE D. A cross-cultural study of intra-individual and inter-individual conflicts of centrations. *European Journal of Social Psychology*, 1980, 10, 313-318.
- MARKMAN E. The facilitation of part-whole comparisons by use of the collective noun « family ». *Child Development*, 1973, 44, 837-840.
- MARKMAN E. Realising that you don't understand : a preliminary investigation. *Child Development*, 1977, 48, 986-992.
- MARKMAN E. Empirical versus logical solutions to part-whole comparison problems concerning classes and collections. *Child Development*, 1978, 49, 168-177.
- MARKMAN E., SIEBERT J. Classes and collections : internal organization and resulting holistic properties. *Cognitive Psychology*, 1976, 8, 561-577.
- MCGARRIGLE J., DONALDSON M. Conservation accidents. *Cognition*, 1975, 3, 341-350.
- MCGARRIGLE J., GRIEVE R., HUGHES M. Interpreting inclusion : a contribution to the study of the child's cognitive and linguistic development. *Journal of Experimental Child Psychology*, 1978, 26, 528-550.
- MECACCI L. *Vygotskij*, Bologne, Il Mulino, 1983.

- MILGRAM S. *Obedience to authority*, New York, Harper and Row, 1974.
- MILLER M. Argumentation als moralische Lernprozesse; Max Planck Institut, Starnberg, 1980.
- MILLER M. Cognition and moral argumentation : five developmental levels; conference Social interaction and social-cognitive development, Starnberg, 1981,
- MILLER S.A. On the generalizability of conservation : a comparison of different kinds of transformation. *British Journal of Psychology*, 1982, 73, 221-230.
- MILLER S.A., BROWNELL C.A. Peers, persuasion, and Piaget : dyadic interaction between conservers and non-conservers. *Child Development*, 1975, 46, 992-997.
- MILLER S.A., BROWNELL C.A., ZUKIER H. Cognitive certainty in children : effects of concept, developmental level, and method of assessment. *Developmental Psychology*, 1977, 13, 236-254.
- MOSCOVICI S. *Essai sur l'histoire humaine de la nature*, Paris, Presses Universitaires de France, 1968.
- MOSCOVICI S. Préface; in : JODELET D., VIET J., BESNARD P. *La psychologie sociale, une discipline en mouvement*, Paris, La Haye, Mouton, 1970.
- MOSCOVICI S. *Social influence and social change*, London, Academic Press, 1976.
- MOSCOVICI S., MUGNY G. *Minority influence*. In : P. PAULUS (eds), *Basic group processes*, New York, Springer-Verlag, 1983.
- MOSCOVICI S., MUGNY G., VAN AVERMAET É. (eds) *Perspectives on minority influence*, Cambridge, Cambridge University Press, 1984.
- MOSCOVICI S., PAICHELER G. Travail, individu et groupe. In : S. MOSCOVICI (ed), *Introduction à la psychologie sociale*, vol. 2, Paris, Larousse, 1973.
- MOSCOVICI S., ZAVALLONI M. The group as a polarizer of attitudes. *Journal of Personality and Social Psychology*, 1969, 12, 125-135.
- MOSHMAN D. Exogeneous, endogeneous and dialectical constructivism. *Development Review*, 1982, 2, 371-384.
- MUGNY G. *The power of minorities*, London, Academic Press, 1982.
- MUGNY G., DE PAOLIS P., CARUGATI F. Social regulations in cognitive development. In : W. DOISE, A. PALMONARI (eds), *Social interaction in individual development*, Cambridge, Cambridge University Press, 1984.
- MUGNY G., DOISE W. Socio-cognitive conflict and structure of individual and collective performances, *European Journal of Social Psychology*, 1978a, 8, 181-182.
- MUGNY G., DOISE W. Factores sociológicos y psicociológicos del desarrollo cognitivo. *Anuario de Psicología*, 1978b, 18, 21-40.
- MUGNY G., DOISE W. Factores sociológicos y psicociológicos del desarrollo cognitivo : nueva ilustración experimental. *Anuario de Psicología*, 1979, 21, 5-25.
- MUGNY G., DOISE W. Le marquage social dans le développement cognitif. *Cahiers de psychologie Cognitive*, 1983, 3, 89-106.
- MUGNY G., DOISE W., PERRET-CLERMONT A.N. Conflit de centrations et progrès cognitif. *Bulletin de Psychologie*, 1975-1976, 29, 199204.
- MUGNY G., GIROUD J.C., DOISE W. Conflit de centrations et progrès cognitif II : nouvelles illustrations expérimentales. *Bulletin de Psychologie*, 1978-1979, 32, 979-985.
- MUGNY G., LEVY M., DOISE W. Conflit sociocognitif et développement cognitif : l'effet de la présentation par un adulte de modèles « progressifs » et de modèles « régressifs » dans une épreuve de représentation spatiale. *Revue Suisse de Psychologie*, 1978, 37, 22-43.
- MUGNY G., PERRET-CLERMONT A.N., DOISE W. Interpersonal coordination and sociological differences in the construction of the intellect. In G. M. STEPHENSON et J.M. DAVIS *Progress in Applied Social Psychology*, 1981, 315-343.
- MURRAY F.B. Acquisition of conservation through social interaction. *Developmental Psychology*, 1972, 6, 1-6.
- MURRAY F.B., AMES G.J., BOTVIN G.J. Acquisition of conservation through cognitive dissonance. *Journal of Educational Psychology*, 1977, 69, 519-527.
- MURRAY F.B., JOHNSON P.E. Reversibility in non-conservation of weight. *Psychonomic Science*, 1969, 16, 323-324.
- MURRAY F.B., JOHNSON P.E. Relevant and some irrelevant factors in the child's concept of weight. *Journal of Educational Psychology*, 1975, 67, 705-711.
- MURRAY F.B., TYLER S.J. Semantic characteristics of the conservation transformation. *Psychological Reports*, 1978, 42, 1051-1054.
- MURRAY J.P. Social learning and cognitive development : modeling effects on children's understanding of conservation. *British Journal of Psychology*, 1974, 65, 151-160.

- NEILSON I., DOCKRELL J. Cognitive tasks as interactional settings. In : G. BUTTERWORTH, P. LIGHT (eds), *Social cognition*, Brighton, Harvester Press, 1982, 213-237.
- NEWCOMB A.F., BRADY J.E. Mutuality in boys' friendship relations. *Child Development*, 1982, 53, 392-395.
- NOACK P. Untersuchung zum Tutoreneffekt bei Vorschulkindern. Thèse de doctorat, Technische Universität, Berlin, 1980.
- NUMMEDAL S., MURRAY F.B. Conservation and connotative-denotative meaning. *Psychonomic Science*, 1969, 16, 323-324.
- OLERON P. Pour une analyse des effets de l'émission verbale. *Revue Suisse de Psychologie*, 1970, 29, 234-245.
- OSER F. *Moralische Urteil in Gruppen*, Frankfurt-am-Main, Suhrkamp, 1981a.
- OSER F. Cognitive aspects of interaction in moral discourse; International conference on morality and moral development, Miami Beach, Florida, 1981b.
- PERRET J.F. A quelles causes les difficultés d'apprentissage en mathématiques sont-elles attribuées ? colloque Représentations sociales et champ éducatif, Aix-en-Provence, 1980.
- PERRET-CLERMONT A.N. L'interaction sociale comme facteur du développement cognitif. Thèse de doctorat, Université de Genève, 1976.
- PERRET-CLERMONT A.N. *La construction de l'intelligence dans l'interaction sociale*, Berne, Collection Explorations, Peter Lang, 1979.
- PERRET-CLERMONT A.N. Recherches en psychologie sociale expérimentale et activité éducative : deux élaborations symboliques, deux pratiques qui peuvent être complémentaires. *Revue Française de Pédagogie*, 1980, 53, 30-38.
- PERRET-CLERMONT A.N. Approaches in the social psychology of learning and group work. In : P. STRINGER (ed), *Confronting social issues*, vol. 2, London, Academic Press, 1981,
- PERRET-CLERMONT A.N., BRUN J., CONNE F., SCHUBAUER-LEONI M.L. Décontextualisation et recontextualisation du savoir dans l'enseignement des mathématiques à de jeunes élèves. *Interactions Didactiques, Universités de Genève et de Neuchâtel*, 1982, 1.
- PERRET-CLERMONT A.N., BRUN J., SAADA E.H., SCHUBAUER-LEONI M.L. Learning : a social actualization and reconstruction of knowledge; In : H. TAJFEL (ed), *The social dimension: European developments in social psychology*: Cambridge, Cambridge University Press, 1984.
- PERRET-CLERMONT A.N., SCHUBAUER-LEONI M.L. Conflict and cooperation as opportunities for learning. In : P. ROBINSON (ed), *Communication in development*, London, Academic Press, 1981.
- PIAGET J. *The language and thought of the child*, London, Routledge et Kegan, 1926.
- PIAGET J. *Judgment and reasoning in the child*, London, Routledge et Kegan, 1928.
- PIAGET J. Le jugement moral chez l'enfant, Paris, Presses Universitaires de France, 1932.
- PIAGET J. La formation du symbole chez l'enfant, Neuchâtel, Delachaux et Niestlé, 1945.
- PIAGET J. The problem of consciousness in child psychology : developmental changes in awareness. In : H.A. ABRAMSON (ed), *Problems of consciousness. Transactions of the 4th conference on problems of consciousness*, New York, Josiah Macy Jr. Foundation, 1954, 136-147.
- PIAGET J. *La psychologie de l'intelligence*, Paris, Armand Colin, 1956.
- PIAGET J. Comments. In : VYGOTSKY L.S. *Thought and language*, Cambridge, Cambridge University Press, The M.I.T. Press, 1962.
- PIAGET J. *Etudes sociologiques*, Genève, Droz, 1965.
- PIAGET J. *L'épistémologie génétique*, Paris, Presses Universitaires de France, 1970.
- PIAGET J. *L'équilibration des structures cognitives*, Paris, Presses Universitaires de France, 1975.
- PIAGET J. Postface. *Archives de Psychologie*, 1976a, 44, 223-228.
- PIAGET J. Pensée égocentrique et pensée sociocentrique. In : G. BUSINO (ed), *Les sciences sociales avec et après Jean Piaget*, Genève, Droz, 1976b, 148-160.
- PIAGET J. Some recent research and its link with a new theory of groupings and conservations based on commutability. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1977, 291, 350-357.
- PIAGET J. Correspondences and transformations. In : F.B. MURRAY (ed), *The impact of Piagetian theory*, Baltimore, University Park Press, 1979, 17-28.
- PIAGET J., INHELDER B. *L'image mentale chez l'enfant. Etude sur le développement des représentations imagées*, Paris, Presses Universitaires de France, 1966.

- PIAGET J., INHELDER B., SZEMINSKA A. *La géométrie spontanée de l'enfant*, Paris, Presses Universitaires de France, 1948.
- PIAGET J., SZEMINSKA A. *La genèse du nombre chez l'enfant*, Neuchâtel, Delachaux et Niestlé, 1941, 1964.
- PICARD N. Réflexions sur une recherche. *Etudes*, avril 1972.
- PIERON H. *Vocabulaire de la psychologie*, Paris, Presses Universitaires de France, 1968.
- POWER C., The moral atmosphere of the school : a method for analysing community meetings; thèse de doctorat, Université de Cambridge, 1979.
- POWER C, REIMER J. Moral atmosphere : an educational bridge between moral judgment and action; in : W. DAMON (ed), *New directions for child development*, San Francisco, Jossey-Bass, vol. 2, 1978.
- RARDIN D.R., MOAN C.E. Peer interaction and cognitive development. *Child Development*, 1971, 42, 1685-1699.
- RICHELLE M., SERON X. (eds) *L'explication en psychologie*, Paris, Presses Universitaires de France, 1980.
- RIEGEL K.F. Subject-object alienation in psychological experiments and testing. In : K.F. RIEGEL (ed), *The development of dialectical operations*, Basel, Karger, 1975, 181-193.
- RIEGEL K.F. From traits and equilibrium toward developmental dialectics. *Nebraska Symposium on Motivation*, 1975, 1976, 23, 349-407.
- RIJSMAN J. Sociale Motivatie. In : R. VAN DER VLIST, J. JASPARS (eds), *Sociale Psychologie in Nederland, deel I : Het Individu*, Van Loghum Slaterus, Deventer, Hoofstuck 2, 1981, 107-161.
- RIJSMAN J. The dynamic of social competition in personal and categorical comparison-situations. In : W. DOISE, S. MOSCOVICI (eds), *Current issues in European Social Psychology*, Cambridge, Cambridge University Press, 1983, 279-312.
- RIJSMAN J., ZOETEBIER J., GINTHER T., DOISE W. Sociocognitief conflict en cognitieve ontwikkeling. *Pedagogische Studieën*, 1980, 57, 125-133.
- ROBERT M. Observational learning of conservation : its independence from social influence. *British Journal of Psychology*, 1983, 74, 1-16.
- ROBINSON E.J. The child's understanding of inadequate messages and communication failure : a problem of ignorance or egocentrism ? In : W.P. DICKSON (ed), *Children's oral communication skills*, New York, Academic Press, 1981.
- ROBINSON E.J., GOELMAN H., OLSON D. Children's understanding of the relation between expressions (what was said) and intentions (what was meant). *British Journal of Developmental Psychology*, 1983, 1, 75-86.
- ROBINSON E.J., ROBINSON W.P. Developmental changes in the child's explanation of communication failure. *Australian Journal of Psychology*, 1976a, 29, 155-165.
- ROBINSON E.J., ROBINSON W.P. The young child's understanding of communication. *Developmental Psychology*, 1976b, 12, 328-333.
- ROBINSON E.J., ROBINSON W.P. The child's understanding of life-like communication failures. *Australian Journal of Psychology*, 1977a, 39, 137-142.
- ROBINSON E.J., ROBINSON W.P. Development in the understanding of causes of success and failure in verbal communication. *Cognition*, 1977b, 5, 363-378.
- ROBINSON E.J., ROBINSON W.P. The young child's explanations of communication failure : a re-interpretation of results. *Perception and Motor Skills*, 1977c, 44, 363-366.
- ROBINSON E.J., ROBINSON W.P. Explanations of communication failure and ability to give bad messages. *British Journal of Social and Clinical Psychology*, 1978a, 17, 219-225.
- ROBINSON E.J., ROBINSON W.P. Development of understanding about communication : message inadequacy and its role in causing communication failure. *Genetic Psychological Monographs*, 1978b, 98, 233-279.
- ROBINSON E.J., ROBINSON W.P. The roles of egocentrism and of weakness in comparing children's explanations of communication failure. *Journal of Experimental Child Psychology*, 1978c, 26, 147-160.
- ROBINSON E.J., ROBINSON W.P. Ways of reacting to communication failure in relation to the development of children's understanding about verbal communication. *European Journal of Social Psychology*, 1981, 11, 189-208.
- ROBINSON E.J., ROBINSON W.P. The advancement of children's verbal referential communication skills. *International Journal of Behavioral Development*, 1982a, 5, 329-355.
- ROBINSON E.J., ROBINSON W.P. Knowing when you don't know enough : children's judgments about ambiguous information. *Cognition*, 1982b, 12, 267-280.

- ROBINSON E.J., ROBINSON W.P. Children's uncertainty about the interpretation of ambiguous messages. *Journal of Experimental Child Psychology*, (sous presse a).
- ROBINSON E.J., ROBINSON W.P. Communication and meta-communication : quality of children's instructions in relation to judgments about the adequacy of instructions and the locus of responsibility of communication failure. *Journal of Experimental Child Psychology*, (sous presse b).
- ROSE A., BLANK M. The potency of context in children's cognition : an illustration through conservation. *Child Development*, 1974, 45, 499-502.
- ROSENTHAL T.L., ZIMMERMAN B.J. Modelling by exemplification and instruction in training conservation. *Developmental Psychology*, 1972, 6, 392-401.
- ROSENTHAL T.L., ZIMMERMAN B.J. *Social learning and cognition*, New York, Academic Press, 1978.
- RUSSEL J. Dyadic interaction in a task requiring classinclusion ability. *Child Development*, 1981a, 52, 1322-1325.
- RUSSEL J. Children's memory for the premises in a transitive measurement task assessed by elicited and spontaneous justifications. *Journal of Experimental Child Psychology*, 1981b, 31, 300-309.
- RUSSEL J. Why « socio-cognitive conflict » may be impossible : the status of egocentric errors in the dyadic performance of a spatial task. *Educational Psychology*, 1981c, 1, 159-169.
- RUSSEL J. Cognitive conflict, transmission and justification : conservation attainment through dyadic interaction. *Journal of Genetic Psychology*, 1982a, 140, 283-297.
- RUSSEL J. Propositional attitudes. In : M. BEVERIDGE (ed), *Children thinking through language*, London, Edward Arnold, 1982b.
- RUSSEL J. What studies of dyadic interaction may tell us about the young child's concept of truth; colloque Nouvelles perspectives dans l'étude expérimentale du développement social de l'intelligence, Genève, 1982c.
- SCHUBAUER-LEONI M.L., PERRET-CLERMONT A.N. Interactions sociales et représentations symboliques dans le cadre de problèmes additifs. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 1980, 1, 297-343.
- SCHUBAUER-LEONI M.L., PERRET-CLERMONT A.N. Construction sociale d'écritures symboliques en deuxième primaire (opérations additives). *Interactions Didactiques*, Universités de Genève et de Neuchâtel, 1983, 4.
- SELMAN R.L. *The growth of interpersonal understanding*, New York, Academic Press, 1980.
- SHERIF M. *In common predicament*, Social psychology of intergroup conflict and cooperation, New York, Houghton Mifflin, 1966.
- SIEGEL L., HODKIN B. The garden path to the understanding of cognitive development : has Piaget led us to the poison ivy ? In : S. MODGILL, C. MODGILL (eds), *Jean Piaget : consensus and controversy*, London, Holt, Rinehart et Winston, 1982.
- SILBEREISEN R.K., CLAAR A. Stimulation of social cognition in parentchild interaction : do parents make use of appropriate interaction strategies ? Colloque Nouvelles perspectives dans l'étude expérimentale du développement social de l'intelligence, Genève, 1982.
- SILVERMAN I.W., GEIRINGER E. Dyadic interaction and conservation induction : a test of Piaget's equilibrium model. *Child Development*, 1973, 44, 815-820.
- SILVERMAN I.W., LITMAN R. Two tests of Piaget's equilibration model : a replication and an extension . *International Journal of Behavioural Development*, 1979, 2, 225-233.
- SILVERMAN I.W., STONE J. Modifying cognitive functioning through participation in a problem-solving group. *Journal of Educational Psychology*, 1972, 63, 603-608.
- SINCLAIR H. Piaget on language : a perspective. In : S. MODGILL, C. MODGILL (eds), *Jean Piaget : consensus and controversy*, London, Holt, Rihehart et Winston, 1982.
- SMEDSLUND J. The acquisition of conservation of substance and weight in children , V : practive in conflict situations without external reinforcement. *Scandinavian Journal of Psychology*, 1961, 2, 153-155.
- SMEDSLUND J. Concrete reasoning : a study of intellectual development. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 1964, N° 2.
- SMEDSLUND J. Microanalysis of concrete reasoning. *Scandinavian Journal of Psychology*, 1966a, 7, 145-167.
- SMEDSLUND J. Les origines sociales de la décentration. In : F. BRESSON, M. de MONTMOLLIN (eds), *Psychologie et épistémologie génétique, Thèmes piagétiens*, Paris, Dunod, 1966b.
- STAATS A.W. *Social behaviorism*, Homewood, Dorsey Press, 1976.

- STONER J.A.F. A comparison of individual and group decisions involving risk. Thèse de doctorat, Massachusetts Institute of Technology, School of Industrial Management, 1961.
- STRAUSS S. Educational implications of U-shaped behavioural growth. Final report to Israel Ministry of Education, 1981.
- SULLIVAN E.V. Acquisition of conservation of substance through film-mediated modeling techniques. In : D.W. BRISTON, E.V. SULLIVAN (eds), *Recent research on the acquisition of conservation of substance*, Ontario Institute for Studies in Education, 1967.
- TAJFEL H. The social dimension : European developments in social psychology, Cambridge, Cambridge University Press, 1984.
- TREVARTEN C. The primary motives for cooperative understanding. In : G. BUTTERWORTH, P. LIGHT (eds), *Social cognition*, Chicago, The University of Chicago Press, 1982, 77-109.
- TURIEL E. An experimental test of the sequentiality of developmental stages in the child's moral judgments. *Journal of Personality and Social Psychology*, 1966, 3, 611-618.
- VALIANT G., GLACHAN M., EMLER N. The stimulation of cognitive development through cooperative task performance. *British Journal of Educational Psychology*, 1982, 52, 281-288.
- VANDENPLAS-HOLPER Ch. *Education et développement social chez l'enfant*, Paris, Presses Universitaires de France, 1979.
- VERGNAUD G. *L'enfant, la mathématique et la réalité*, Berne, Collections Exploration, Peter Lang, 1980.
- VERGNAUD G. Quelques orientations théoriques et méthodologiques des recherches françaises en didactique des mathématiques. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 1981, 2, 215-231.
- VERRET M. *Le temps des études*, Librairie Champion, 1975.
- VIDMAR N. Group composition and the risky shift. *Journal of Experimental Social Psychology*, 1970, 6, 153-166.
- VINH-BANG la méthode clinique et la recherche en psychologie de l'enfant. In : F. BRESSON, M. de MONTMOLLIN (eds), *Psychologie et épistémologie génétique, Thèmes piagetiens*, Paris, Dunod, 1966.
- VONECHE J., BOVET M. Training research and cognitive development : what do Piagetians want to accomplish ? In : S. MODGILL, C. MODGILL (eds), *Jean Piaget : consensus and controversy*, London, Holt, Rinehart et Winston, 1982.
- VYGOTSKY L.S. *Thought and language*, Cambridge, Massachusetts, The M.I.T. Press, 1962.
- VYGOTSKY L.S. *Mind in society : the development of higher psychological processes*, Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press, 1978.
- WAGHORN L., SULLIVAN E. The exploration of transition rules in conservation of quantity (substance) using film mediated modelling. *Acta Psychologica*, 1970, 32, 65-80.
- WAGNER S. Experimental incursion into correspondence systems. In : F.B. MURRAY (ed), *The impact of Piagetian theory*, Baltimore, University Park Press, 1979, 41-63.
- WALLON H. L'étude psychologique et sociologique de l'enfant. *Enfance*, 1976, 105-116.
- WALPER S., MULLE K.P., NOACK P., SILBEREISEN R. Stimulation of social cognition in children : do parents use theoretically appropriate interaction strategies ? Sixth biennial meeting of the International Society for the Study of Behavioral Development, Toronto, Canada, 1981.
- WHITEHURST G.J., SONNENSCHNEIN S. The development of communication : attribute variation leads to contrast failure. *Journal of Experimental Child Psychology*, 1978, 25, 454-490.
- WILLEMS E.P., CLARK R.D. Shift toward risk and heterogeneity of groups. *Journal of Experimental Social Psychology*, 1971, 7, 304-312.
- WILSON E.O. *Sociobiology : the new synthesis*, Cambridge, Belknap Press, 1975.
- WOOD D., MIDDLETON D. A study of assisted problem-solving. *British Journal of Psychology*, 1975, 66, 181-191.
- WOOD D., WOOD H., MIDDLETON D. An experimental evaluation of four face to face teaching strategies. *International Journal of Behavioral Development*, 1978, 1, 131-147.
- YATES A. *Le groupement des élèves en éducation*, Bruxelles, Paris, Labor et Fernand Nathan, 1965, 1979.
- ZAZZO R. *Manuel pour l'examen psychologique de l'enfant*, Neuchâtel, Delachaux et Niestlé, 1958-1960.
- ZIMBARDO P.G. *The cognitive control of motivation. The consequence of choice and dissonance*, Glenview, III., Scott, Foresman, 1969.
- ZIMMERMAN B. Modification of young children's grouping strategies : the effects of modelling, verbalisation, incentives and age. *Child Development*, 1974, 45, 1032-1041.